«ILIM HÁM JÁMIYET»
1992

Bul dúnyanıń kórki adam balası Ájiniyaz
Ájiniyaz atındağı
NÓKIS MÁMLEKETLIK
PEDAGOGIKALÍQ INSTITUTÍ
NMPI
1934

ILIM HÁM JÁMIYET

Ilimiy-metodikalıq jurnal

FAN VA JAMIYAT

Ilmiy-uslubiy jurnal

2026/7-1



www.journal.ndpi.uz

ISSN 2010-720X
2004-jıldıń mart ayınan baslap shıǵa basladı

ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍ MEKTEPKE ShEKEMGI HÁM MEKTEP BILIMLENDIRIWI MINISTRLIGI

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

ILIM hám JÁMIYET

Ilimiy-metodikalıq jurnal

Seriya: Tábiyiy 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

№ 7/1

Shólkemlestiriwshi: Ájiniyaz atındağı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı hám jurnal redakciyası jámáati
Shólkemlestiriw komiteti baslığı, NMPI rektorı – 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. **Turdımambetov 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).

D.Dogarova – juwaplı xatker
Z.Xodjekeeva – korrektor
N.Allamuratova – operator

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

Jurnal 1992-jıldan «Qaraqalpaqstan muǵallimi» atamasında shıǵarıla baslaǵan. 2004-jılda «Ilim hám jámiyet» atamasına ózgertilip, 01-022-sanlı gúwalıq penen Qaraqalpaqstan Respublikası Baspasóz hám xabar agentligi tárepinen dizimge alınǵan.

2020-jılı 7-avgustta Ózbekstan Respublikası Prezidenti Administracyası janındağı xabar hám ǵalaba kommunikaciyalar agentligi tárepinen qayta dizimge alınıp, 1098-sanlı gúwalıq berilgen.

«Ilim hám jámiyet» jurnalı Ózbekstan Respublikası Ilimler akademiyası janındağı Joqarı Attestaciya Komissiyası kollegiyasınıń qararı menen tómende kórsetilgen ilimler 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.***

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER
Fizika-matematika. Texnika. Informatika

СУЮҚ МАҲСУЛОТЛАР СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ УЧУН АДАПТИВ СИҒИМЛИ ДАТЧИК ВА ЎЛЧАШ ТИЗИМИНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

Эшмурадов Дилшод Эльмурадович – *техника фанлари номзоди, доцент*
e_dilshod69@mail.ru
Низомов Норхужа Баходирович – *ассистент ўқитувчи*
nizomovnorxuja@gmail.com
Исмаилов Отабек Мирхалилович – *техника фанлари доктори (DSc), профессор*
ismoilovotabek2023@gmail.com
Тошкент ахборот технологиялари университети

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Эшмурадов Дилшод Эльмурадович – *кандидат технических наук, доцент*
Низомов Норхужа Баходирович – *ассистент преподаватель*
Исмаилов Отабек Мирхалилович *– доктор технических наук (DSc), профессор*
Ташкентский университет информационных технологий

MATHEMATICAL MODELING OF AN ADAPTIVE CAPACITIVE SENSOR AND MEASUREMENT SYSTEM FOR MONITORING THE QUALITY INDICATORS OF LIQUID PRODUCTS

Eshmuradov Dilshod Elmuradovich – *Candidate of Technical Sciences*
Nizomov Norkhuja Bahodirovich – *assistant teacher*
Ismailov Otabek Mirkhalilovich – *Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor*
Tashkent University of Information Technologies

Таянч сўзлар: адаптив сиғимли датчик, диэлектрик сингдирувчанлик, суюқ маҳсулотлар сифати, паразит сиғим, ҳарорат компенсацияси, микроконтроллерли ўлчаш тизими, математик моделлаштириш.

Резюме. Мақолада суюқ маҳсулотлар, жумладан автомобиль ёқилғиси ва техник мойларнинг сифат кўрсаткичларини диэлектрик сингдирувчанлик ўзгариши асосида баҳолашга мўлжалланган адаптив сиғимли датчик ва микроконтроллерли ўлчаш тизимининг математик модели ишлаб чиқилган. Моделда ўта кичик сиғимларни ўлчашга таъсир этувчи паразит сиғимлар, ҳарорат ўзгариши ва электрон элементлар параметрларининг дрейфи ҳисобга олинган. Ҳарорат ва паразит сиғимлар таъсирини автоматик компенсация қилувчи адаптив алгоритм таклиф этилган. Компьютер симуляцияси натижаларига кўра, алгоритм статик характеристиканинг ночизиқлилик хатосини 2,1% дан 0,35% гача, ҳарорат дрейфини эса 0,08 дан 0,01 %/°C гача камайтиради.

Ключевые слова: адаптивный емкостный датчик, диэлектрическая проницаемость, качество жидких продуктов, паразитная емкость, температурная компенсация, микроконтроллерная измерительная система, математическое моделирование.

Резюме. В статье разработана математическая модель адаптивного емкостного датчика и микроконтроллерной измерительной системы, предназначенных для оценки показателей качества жидких продуктов, в том числе автомобильного топлива и технических масел, по изменению диэлектрической проницаемости. В модели учтены паразитные емкости, влияющие на измерение сверхмалых емкостей, изменение температуры и дрейф параметров электронных элементов. Предложен адаптивный алгоритм автоматической компенсации влияния температуры и паразитных емкостей. По результатам компьютерного моделирования алгоритм снижает погрешность нелинейности статической характеристики с 2,1 до 0,35 %, а температурный дрейф – с 0,08 до 0,01 %/°C.

Key words: adaptive capacitive sensor, dielectric permittivity, liquid product quality, parasitic capacitance, temperature compensation, microcontroller-based measurement system, mathematical modeling.

Summary. The paper presents a mathematical model of an adaptive capacitive sensor and a microcontroller-based measurement system designed to assess the quality indicators of liquid products, including automotive fuel and technical oils, from changes in their dielectric permittivity. The model accounts for the parasitic capacitances affecting the measurement of ultra-small capacitances, temperature variations and the parameter drift of electronic components. An adaptive algorithm for automatic compensation of temperature and parasitic-capacitance effects is proposed. Computer simulation shows that the algorithm reduces the nonlinearity error of the static characteristic from 2.1 % to 0.35 % and the temperature drift from 0.08 to 0.01 %/°C.

Кириш. Суюқ маҳсулотлар – автомобиль ёқилғиси, техник мойлар ва технологик суюқликларнинг сифат кўрсаткичларини тезкор ва узлуксиз назорат қилиш ўлчаш техникаси ва метрологиянинг долзарб масалаларидан биридир. Уларнинг намлиги ва ифлосланиш даражасидаги ўзгаришлар техника воситаларининг ишончлилиги ва экологик хавфсизлигига бевосита таъсир қилади, уларни назорат қилиш эса меъёрий талаблар билан белгиланган [17]. Бу ўзгаришлар суюқликнинг диэлектрик сингдирувчанлигида акс этгани сабабли сиғимли ўлчаш усуллари мазкур муаммони ҳал этишнинг истиқболли йўналиши ҳисобланади.

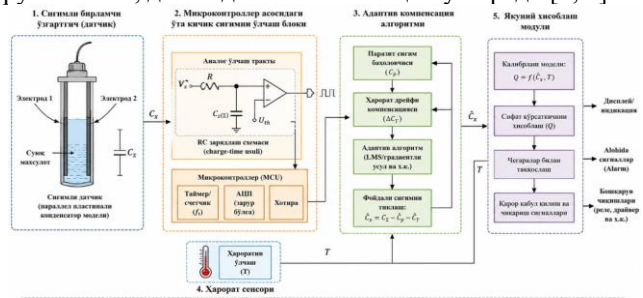
Бироқ фойдали сиғим ўзгариши кўп ҳолларда пикофарад улушлари даражасида бўлиб, уланиш кабеллари, босма плата ўтказгичлари ва электродларнинг чекка майдони ҳосил қиладиган паразит сиғимлар билан таққосланади. Бу нол нуқтасининг силжиши ва статик тавсифнинг ночизиқлилигига олиб келади. Ҳарорат

ўзгариши эса суюқлик хусусиятлари ва электрон трактга таъсир этиб, чиқиш сигналида дрейф ҳосил қилади. Тадқиқотнинг мақсади – ушбу таъсирларни адаптив компенсация қилувчи сиғимли ўлчаш тизимининг математик моделини ишлаб чиқишдир.

Адабиётлар шарҳи. Ўта кичик сиғимларни рақамли кодга айлантириш усуллари [1] ва суюқлик сатҳини сиғимли-рақамли ўзгартгичлар ёрдамида ўлчаш [2] ишларида ёритилган. Зарядланиш вақтига асосланган ўлчаш усулининг (CTMU) микроконтроллерли амалга оширилиши [3, 4, 10] да тавсифланган. Датчикларнинг ҳарорат хатоларини компенсациялаш учун адаптив ҳарорат компенсацияси моделлари [11], ҳарорат дрейфини компенсациялаш алгоритмлари [12], ночизиқлилик компенсацияси тизимлари [13] ва сиғимли датчик дрейфининг адаптив ночизиқли модели [14] таклиф этилган; ўлчаш маълумотларига моделга асосланган интеллектуал ишлов бериш бошқа соҳаларда ҳам самарали қўлланилмоқда [15]. Бироқ ушбу ишларда ўта кичик сиғимларни ўлчаш, паразит ва ҳарорат таъсирини бирлаштирилган адаптив компенсациялаш ҳамда натижани сифат кўрсаткичига айлантириш реал вақтда ишловчи ягона тизимга бирлаштирилмаган.

Методология. Таклиф этилаётган тизим суюқ муҳит диэлектрик хусусиятларининг ўзгаришини датчик электр сиғимининг ўзгаришига айлантириш тамойилига асосланади [1, 2]. Тизимнинг структуравий-функционал схемаси 1-расмда келтирилган.

Тизим бешта асосий блокдан иборат: сиғимли бирламчи ўзгартгич (Сх), микроконтроллер асосидаги ўта кичик сиғимларни ўлчаш блоки, ҳарорат сенсори, паразит сиғимлар ва ҳарорат таъсирини ҳисобга олувчи адаптив компенсация алгоритми ҳамда натижани сифат кўрсаткичига айлантирувчи якуний ҳисоблаш модули. Суюқликнинг таркиби, намлиги ёки ифлосланиш даражаси ўзгарганда унинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги, демак датчик сиғими ҳам ўзгаради [5, 6].



1-расм. Суюқ маҳсулотлар сифат кўрсаткичларини назорат қилишга мўлжалланган адаптив ўлчаш тизимининг структуравий-функционал схемаси

Параллел пластинали конденсатор моделида датчикнинг электр сиғими қуйидагича аниқланади:

$$C_x = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d} \quad (1)$$

бу ерда C_x – датчикнинг назорат қилинаётган муҳит таъсирида шаклланувчи фойдали электр сиғими, Ф; $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – вакуумнинг диэлектрик доимийси; ε_r – суюқ маҳсулотнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги; S – электродларнинг самарали юзаси, м²; d – электродлар орасидаги масофа, м.

Датчикнинг конструктив параметрлари S ва d ўзгармас деб қабул қилинса, (1) ифодага мувофиқ унинг электр сиғими суюқ муҳитнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлигига тўғри пропорционал бўлади. Шу сабабли датчик сиғимидаги ўзгариш қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta C_x = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \Delta \varepsilon_r \quad (2)$$

бу ерда ΔC_x – суюқ маҳсулот хусусиятларининг ўзгариши натижасида датчик сиғимининг ўзгариши; $\Delta \varepsilon_r$ – нисбий диэлектрик сингдирувчанликнинг бошланғич қийматга нисбатан ўзгариши.

Бундан датчикнинг диэлектрик сингдирувчанликка нисбатан сезгирлиги келиб чиқади:

$$K_\varepsilon = \frac{\partial C_x}{\partial \varepsilon_r} = \varepsilon_0 \frac{S}{d} \quad (3)$$

бу ерда K_ε – датчик сиғимининг суюқ муҳит нисбий диэлектрик сингдирувчанлигига нисбатан сезгирлик коэффициенти, Ф.

Реал конструкцияда электродларнинг чекка майдони, уланиш кабеллари ва босма плата ўтказгичлари қўшимча паразит сиғимлар ҳосил қилади, шу сабабли ўлчаш канали киришидаги умумий сиғим қуйидаги аддитив модел билан ифодаланади [2, 7]:

$$C_\Sigma = C_x + C_p + C_w + C_e + \Delta C_T + \Delta C_n \quad (4)$$

бу ерда C_Σ – ўлчаш блоки томонидан қайд этиладиган умумий сиғим; C_p – датчик конструкцияси ва электродларнинг чекка электр майдони билан боғлиқ паразит сиғим; C_w – уланиш симлари ва кабелларнинг сиғими; C_e – электрон ўлчаш тракти киришининг эквивалент сиғими; ΔC_T – ҳарорат ўзгариши натижасида юзага келувчи сиғим дрейфи; ΔC_n – электромагнит халақитлар ва тасодифий шовқинлар таъсирида ҳосил бўлувчи ўзгарувчан ташкил этувчи.

Паразит сиғимлар фойдали сиғим билан таққосланадиган даражада бўлиши мумкин, шу боис экранлаш, дифференциал ўлчаш, аппарат калибрлаш ва дастурий компенсация усулларини биргаликда қўллаш мақсадга мувофиқ [7-9].

CΣ сиғимни рақамли кодга айлантириш учун зарядланиш вақтига асосланган RC-ўлчаш усули қабул қилинган: датчик эталон R қаршилик орқали Us манбадан зарядланади ва кучланиш Uth чегарага етгунча ўтган вақт микроконтроллер таймерида N код кўринишида қайд этилади [3, 10].

Ҳарорат сенсори суюқлик ва ўлчаш трактининг жорий T ҳароратини қайд этади [16]. Сиғимнинг ҳароратга боғлиқ ўзгариши биринчи яқинлашувда чизиқли модел билан ифодаланади:

$$\Delta C_T = C_0 \alpha_C (T - T_0) \quad (5)$$

бу ерда $C_0 - T_0$ таянч ҳароратдаги датчик сиғими, Ф; α_C – датчик ва ўлчаш трактининг умумлаштирилган ҳарорат коэффициенти, °C⁻ ¹; T – жорий ҳарорат, °C; T_0 – калибрлаш амалга оширилган таянч ҳарорат, °C.

Адаптив алгоритм ўлчанган умумий сиғимдан паразит ва ҳарорат ташкил этувчиларининг баҳоларини айириш орқали фойдали сиғимни тиклайди:

$$\hat{C}_x(k) = \bar{C}_\Sigma(k) - \hat{C}_p(k) - \Delta\hat{C}_T(k) \quad (6)$$

бу ерда $\hat{C}_x(k)$ – k-ўлчаш циклида датчик фойдали сиғимининг баҳоланган қиймати; $\bar{C}_\Sigma(k)$ – фильтрланган умумий сиғим; $\hat{C}_p(k)$ – паразит сиғимнинг жорий баҳоси; $\Delta\hat{C}_T(k)$ – ҳарорат таъсиридан ҳосил бўлган сиғим ўзгаришининг баҳоси.

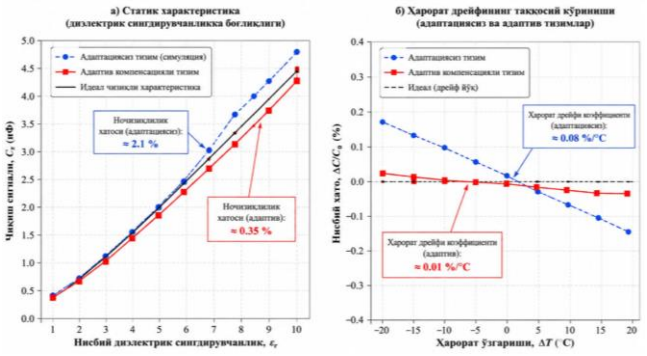
Компенсацияланган $\hat{C}_x$ қиймати якуний ҳисоблаш модулига узатилади. Ушбу модул экспериментал калибрлаш натижасида олинган функционал боғланиш

асосида датчик сиғимини назорат қилинаётган суюқ маҳсулотнинг шартли сифат кўрсаткичига айлантиради:

$$Q = f(\hat{C}_x, T) \quad (7)$$

бу ерда Q – суюқ маҳсулотнинг баҳоланаётган сифат кўрсаткичи; $f(\cdot)$ экспериментал калибрлаш орқали аниқланадиган ўзгартириш функцияси.

Таҳлил ва натижалар. Тизим хусусиятлари компьютер симуляцияси ёрдамида баҳоланди; εr, ҳарорат, паразит сиғим, шовқин ва мослашиш тезлиги коэффициенти ўзгарувчан параметрлар сифатида олинди (2-расм).



2-расм. Адаптив сиғимли ўлчаш тизимининг симуляция натижалари:

а) – чиқиш сигналининг суюқ муҳит нисбий диэлектрик сингдирувчанлигига боғлиқ статик характеристикаси;

б) – адаптив компенсацияли ва компенсациясиз тизимларда ҳарорат дрейфининг таққосий кўриниши.

Идеал ҳолатда компенсацияланган чиқиш сиғими Ĉx нинг εr га боғланиши (1) ифодага мувофиқ чизиқли бўлиши керак. 2а-расмга кўра, адаптив компенсациясиз тизимда статик характеристиканинг нисбий ночизиқлилик хатоси 2,1% ни, адаптив компенсация қўлланилганда эса 0,35% ни ташкил этди, яъни хато Knl = δnl,0 / δnl,α = 2,1 / 0,35 = 6,0 марта камайди. Бу натижа [11–13] ишлардаги хулосаларга мос келади. 2б-расмга кўра, ҳарорат дрейфи коэффициенти 0,08 %/°C дан 0,01 %/°C гача, яъни саккиз марта пасайди.

Муҳокама. Мослашиш тезлиги коэффициенти γ = 0,15 бўлганда тизимнинг барқарорлашув вақти 120 мс дан ошмади, бу уни реал вақт режимида қўллаш имконини беради. γ нинг кичик қийматларида алгоритм секин жавоб беради, катта қийматларида эса шовқинга сезгирлик ортади, шу боис γ = 0,15 мақбул ҳисобланади.

Тизимнинг амалий татбиқ йўналишларидан бири – муаллифлар томонидан ишлаб чиқилаётган D-50RXU автомобиль экономайзер қурилмаси. Датчикни ёқилғи тизимига интеграциялаш экономайзердан олдинги ва кейинги ёқилғи ҳолатини узлуксиз таққослаш имконини беради. Келгуси тадқиқотларда датчик прототипини калибрлаш ва тажриба стендида синаш режалаштирилмоқда.

Хулоса. Суюқ маҳсулотлар сифатини реал вақтда назорат қилиш учун адаптив сиғимли ўлчаш тизимининг математик модели ишлаб чиқилди. Таклиф этилган адаптив алгоритм статик характеристиканинг ночизиқлилик хатосини олти марта, ҳарорат дрейфини саккиз марта камайтиради. Датчик кўрсаткичларини ёқилғининг сифат параметрлари, жумладан октан сони билан ишончли боғлаш учун стандарт лаборатория таҳлиллари асосида экспериментал калибрлаш талаб этилади.

Адабиётлар

1. Texas Instruments. FDC1004: Basics of Capacitive Sensing and Applications. // Application Report SNOA927. – Texas Instruments, 2021.

2. Wang J. Liquid Level Sensing Using Capacitive-to-Digital Converters. // Analog Dialogue, 2015, V. 49, №4.– P. 1-3.

3. Bohn B. Microchip CTMU for Capacitive Touch Applications. Application Note AN1250. – Microchip Technology Inc., 2009.

4. Texas Instruments. CapTIvate Technology Guide: Charge Transfer Technology. MSP430 CapTIvate Design Center. – Texas Instruments, 2026.

5. Kim J.W., Pasupathy P., Zhang S., Neikirk D.P. Measurement of Liquid Complex Dielectric Constants Using Non-Contact Sensors. // IEEE SENSORS 2009 Conference, 2009. – P. 2017-2020.

6. Matko V., Milanović M. Sensitivity and Accuracy of Dielectric Measurements of Liquids Significantly Improved by Coupled Capacitive-Dependent Quartz Crystal. // Sensors, 2021, Vol. 21, № 10. – Art. 3565.

7. Pratt S. Layout Guidelines for the AD7147 and AD7148 CapTouch Controllers. Application Note AN-957. – Analog Devices.

8. Analog Devices. AD7745/AD7746: 24-Bit Capacitance-to-Digital Converter with Temperature Sensor. Data Sheet, Rev. 0. – Analog Devices, 2005.

9. Analog Devices. AD7747: 24-Bit Capacitance-to-Digital Converter with Temperature Sensor. Data Sheet, Rev. 0. – Analog Devices, 2007.

10. Microchip Technology. Charge Time Measurement Unit (CTMU). Family Reference Manual, Section 37. – Microchip Technology Inc.

11. Xu W., Feng X., Xing H. Modeling and Analysis of Adaptive Temperature Compensation for Humidity Sensors.э // Electronics, 2019, Vol. 8, № 4. – Art. 425.

12. Feng Y., Li X., Zhang X. An Adaptive Compensation Algorithm for Temperature Drift of Micro-Electro-Mechanical Systems Gyroscopes Using a Strong Tracking Kalman Filter. // Sensors, 2015, Vol. 15, № 5. –P. 11222-11238.

13. Chen G., Zhou S., Ni J., Huang H. Adaptive Nonlinearity Compensation System for Integrated Temperature and Moisture Sensor. // Micromachines, 2019, Vol. 10, № 12. – Art. 878.

14. Han Z., Hong L., Meng J., Li Y., Gao Q. Temperature Drift Modeling and Compensation of Capacitive Accelerometer Based on AGA-BP Neural Network. // Measurement, 2020, Vol. 164. – Art. 108019.

15. Ziyadullaev D. et al. Soil fertility evaluation based on the Sugeno fuzzy logical model. // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023, Vol. 67. – Art. 01001.

16. Айтбаев Т.А., Абдурахманов А.А., Эшмурадов Д.Э. Анализ характеристик существующих конструкций и выработка требований к термодатчику. // Теория и практика современной науки, 2021, № 1 (67). – С. 19-26.

17. Eshmuradov D. et al. Standartlashtirish, sertifikatlash va sifatni boshqarish tizimlari sohasidagi me'yoriy hujjatlar. // Science and innovation, 2022, Vol. 1, № A8. – P. 595-600.

UDK 621.315.592

KREMNIYDA II VA VI GURUH KIRIShMA ATOMLARINING BINAR NANOKLASTERLAR HOSIL QILISh ShARTLARI

Haqqulov Ma'ruf Keldiyorovich – *fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori*
maruf.haqqulov@gmail.com
«MEI» Milliy tadqiqot universitetining Toshkent shahridagi filiali

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БИНАРНЫХ НАНОКЛАСТЕРОВ ПРИМЕСНЫМИ АТОМАМИ II И VI ГРУПП В КРЕМНИИ

Хаккулов Маъруф Келдиёрович – *доктор философии по физико-математическим наукам*
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ» в городе Ташкенте

CONDITIONS FOR THE FORMATION OF BINARY NANOCLUSTERS BY GROUP II AND VI IMPURITY ATOMS IN SILICON

Hakkulov Maruf Keldiyorovich – *Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences*
Branch of the National Research University "MPEI" in Tashkent

Tayanch so'zlar: kremniy, kirishma atomlari, II va VI guruh elementlari, binar nanoklaster, kovalent radius, bog' uzunligi, eruvchanlik.

Rezyume. Monokristall kremniyda II guruh (Zn, Cd) va VI guruh (S, Se, Te) kirishma atomlaridan binar nanoklasterlar hosil bo'lishining to'rt sharti - Tugundagi holat, valent elektronlar yig'indisi, atom o'lchamlari mosligi va eruvchanliklar yaqinligi - tahlil qilindi. O'lchamlar mosligi oltita $A^{II}B^{VI}$ juftligi uchun kovalent radiuslar va tetraedrik bog' uzunliklari bo'yicha, eruvchanlik sharti esa Zn-S misolida baholandi. ZnS va ZnSe ikkala shkalada shartni qanoatlantiradi, CdS uchun natija shkalaga bog'liq, ZnTe, CdSe va CdTe esa qanoatlantirmaydi. Nomuvofiqlik atomlarning davr raqami ortishi bilan oshadi.

Ключевые слова: кремний, примесные атомы, элементы II и VI групп, бинарный нанокластер, ковалентный радиус, длина связи, растворимость.

Резюме. Проанализированы четыре условия образования бинарных нанокластеров примесных атомов II группы (Zn, Cd) и VI группы (S, Se, Te) в монокристаллическом кремнии: замещающее положение, сумма валентных электронов, соответствие размеров атомов и близость растворимостей. Соответствие размеров оценено для шести пар $A^{II}B^{VI}$ по ковалентным радиусам и тетраэдрическим длинам связей, условие растворимости – на примере Zn-S. ZnS и ZnSe удовлетворяют условию по обеим шкалам, для CdS результат зависит от шкалы, ZnTe, CdSe и CdTe ему не удовлетворяют. Рассогласование растёт с увеличением номера периода атомов.

Key words: silicon, impurity atoms, group II and VI elements, binary nanocluster, covalent radius, bond length, solubility.

Summary. Four conditions for the formation of binary nanoclusters of group II (Zn, Cd) and group VI (S, Se, Te) impurity atoms in single-crystal silicon - substitutional position, sum of valence electrons, size matching of atoms and similarity of solubilities – were analysed. Size matching was evaluated for six $A^{II}B^{VI}$ pairs using covalent radii and tetrahedral bond lengths, and the solubility condition for the Zn-S pair. ZnS and ZnSe satisfy the condition on both scales, the result for CdS depends on the scale, while ZnTe, CdSe and CdTe do not satisfy it. The mismatch increases with the period number of the atoms.

Kirish. Kremniy bugungi va kelajakdagi mikro-, opto- va fotoelektronikaning asosiy materiali bo'lib qolmoqda, biroq uning taqiqlangan zonasi kengligi (E_g≈1,12 eV) va fotosezgirlik spektrining cheklanganligi kremniy asosidagi quyosh elementlari, fotodetektorlar va sensorlarning imkoniyatlarini toraytiradi. Bu cheklovni yengishning istiqbolli yo'llaridan biri – kremniy panjarasida kirishma atomlaridan tashkil topgan nanoo'lchamli klasterlarni shakllantirish orqali materialning elektrofizik va 6inar xossalarini maqsadli boshqarishdir. Xususan, II va VI guruh atomlaridan iborat $Si_2A^{II}B^{VI}$ ko'rinishidagi binar elementar yacheykalar kremniy asosida tarkibi va xossalari koordinata bo'yicha o'zgaruvchan geterovarizon tuzilmalarni yaratish uchun fizik asos sifatida taklif etilgan [1:1678].

Bu ishdan maqsad – II guruh (Zn, Cd) va VI guruh (S, Se, Te) elementlarining oltita juftligi uchun kremniyda 6inary nanoklaster hosil bo'lish shartlarining bajarilishini baholash, atom o'lchamlari mosligini izchil ma'lumotlar asosida ikki mustaqil shkala bo'yicha miqdoriy taqqoslash va shu asosda juftliklarni kremniy panjarasiga muvofiqlik darajasi bo'yicha tasniflashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot ma'lumotnoma qiymatlari asosida hisoblash usulida bajarildi. Tahlil obyekti – olmos tipidagi panjaraga ega monokristall kremniy hamda ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe va CdTe juftliklarini tashkil etuvchi II va VI guruh elementlari.

Binar nanoklaster hosil bo'lishi uchun quyidagi to'rt shart tekshirildi [1:1679]:

1) II va VI guruh kirishma atomlari kremniy panjarasining tugunlarida (tugundagi holatda) joylashishi kerak;

2) II va VI guruh atomlarining valent elektronlari yig'indisi ikki kremniy atomining valent elektronlari soniga (8 ga) teng bo'lishi kerak;

3) kirishma atomlari o'lchamlarining yig'indisi kremniy atomining ikkilangan o'lchamidan 10% dan ortiq farq qilmasligi kerak;

4) kirishma atomlarining kremniydagi maksimal eruvchanliklari bir tartibda bo'lishi kerak.

Uchinchi shartning miqdoriy chegarasi adabiyotlarda qat'iy belgilanmagan. Ushbu ishda u qattiq eritmalar uchun ma'lum bo'lgan Yum-Rozeri atom o'lchamlari qoidasidagi 15% chegarasidan qat'iyroq qilib 10% deb qabul qilindi; natijalarning bu chegaraga sezgirligi muhokama qismida

baholanadi. Komponentlar o‘lchamlari mosligining o‘rin almashinuvchi qattiq eritmalar hosil bo‘lishidagi ahamiyati $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ tizimi misolida ko‘rsatilgan [2:1, 3:2012].

O‘lchamlar mosligi ikki mustaqil shkala bo‘yicha tekshirildi. Birinchi shkala – kristallografik ma’lumotlar bazasi asosida olingan yagona kovalent radiuslar to‘plami [4:2832]:

$$\Delta r = 2r_{Si} - (r_{II} + r_{VI}) \quad (1)$$

$$\delta_r = \frac{|\Delta r|}{2r_{Si}} \cdot 100\ \% \quad (2)$$

bu yerda r_{Si}, r_{II}, r_{VI} – mos ravishda kremniy, II va VI guruh atomlarining kovalent radiuslari; δ_r – nisbiy nomuvofiqlik.

Ikkinchi shkala – eksperimental panjara doimiylaridan aniqlangan tetraedrik bog‘ uzunliklari. Kremniy [5:173] va sfalerit tuzilishidagi $A^{II}B^{VI}$ birikmalari [6:10780] uchun eng yaqin qo‘shnilar orasidagi masofa va uning nomuvofiqligi quyidagicha hisoblandi:

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{4} \quad (3)$$

$$\delta_d = \frac{|d - d_{Si}|}{d_{Si}} \cdot 100\ \% = \frac{|a - a_{Si}|}{a_{Si}} \cdot 100\ \% \quad (4)$$

bu yerda a va a_{Si} - birikma va kremniyning panjara doimiylari. Tetraedrik tuzilishda $d = r_A + r_B$ bo‘lgani uchun δ_d tetraedrik radiuslar yig‘indisi bo‘yicha nomuvofiqlikka teng va klaster masshtabidagi bog‘ geometriyasini bevosita aks ettiradi. Eruvchanlik va tugundagi holat shartlari eksperimental ma’lumotlar mavjud bo‘lgan Zn va S misolida tekshirildi [7:59, 8:210].

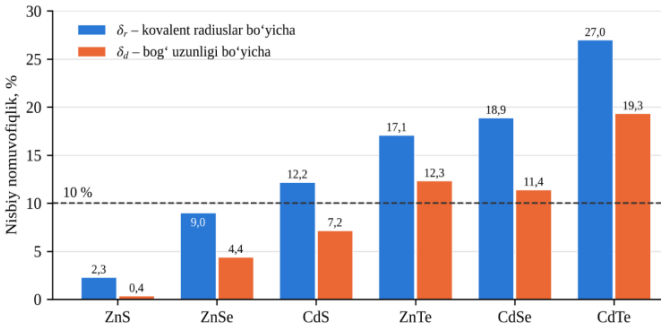
Natijalar. Kremniy ($3s^2 3p^2$) 4 ta, II guruh elementlari Zn va Cd 2 ta, VI guruh elementlari S, Se va Te esa 6 ta valent elektronga ega (1-jadval). Demak, ko‘rib chiqilgan barcha juftliklar uchun valent elektronlar yig‘indisi 2 + 6 = 8 bo‘lib, ikki kremniy atominikiga (2 × 4 = 8) teng; shu sababli har qanday $A^{II}B^{VI}$ juftligi ikki kremniy atomining o‘rnini egallaganda tugunlar atrofidagi tetraedrik kovalent bog‘lar elektron jihatdan to‘liq tiklanishi mumkin.

1-jadval. Ko‘rib chiqilgan elementlarning parametrlari [4:2832].

Element	Guruh	Valent qobiq	Valent elek-tronlar soni	Kovalent radius r, Å
Si	IV	$3s^2 3p^2$	4	1,11
Zn	II	$3d^{10} 4s^2$	2	1,22
Cd	II	$4d^{10} 5s^2$	2	1,44
S	VI	$3s^2 3p^4$	6	1,05
Se	VI	$4s^2 4p^4$	6	1,20
Te	VI	$5s^2 5p^4$	6	1,38

Hisoblashlar uchun boshlang‘ich qiymat sifatida kremniyning parametrlari olindi: uning kovalent radiusi r_{Si} = 1,11 Å bo‘lgani uchun $2r_{Si}$ = 2,22 Å; panjara doimiysi a_{Si} = 5,43 Å bo‘lib, (3) ifodaga ko‘ra eng yaqin qo‘shni Si-Si atomlari orasidagi masofa d_{Si} = 2,35 Å ga teng. Zn-S juftligi uchun 1-jadvaldagi qiymatlardan $r_{Zn} + r_S$ = 1,22 + 1,05 = 2,27 Å kelib chiqadi; (1) ifodaga ko‘ra Δr = 2,22 - 2,27 = -0,05 Å, (2) ifodaga ko‘ra esa δ_r = 0,05 / 2,22 · 100% ≈ 2,3%. Manfiy ishora Zn va S atomlari juftligi ikki kremniy atomiga nisbatan biroz kattaroq ekanligini bildiradi. Ikkinchi shkala bo‘yicha sfalerit tuzilishidagi ZnS uchun a = 5,41 Å bo‘lib, (3) ifodadan d_{ZnS} = 2,34 Å, (4) ifodadan esa δ_d = |5,41 - 5,43| / 5,43 · 100% ≈ 0,37% olinadi, ya’ni Zn-S bog‘i Si-Si bog‘idan atigi ≈0,01 Å ga qisqa.

Xuddi shu tartibda qolgan juftliklar uchun ham hisoblashlar bajarildi. Kovalent radiuslar yig‘indisi ZnSe, CdS, ZnTe, CdSe va CdTe uchun mos ravishda 2,42; 2,49; 2,60; 2,64 va 2,82 Å ni, Δr qiymatlari esa -0,20; -0,27; -0,38; -0,42 va -0,60 Å ni tashkil etadi. Barcha juftliklarda Δr manfiy, ya’ni ko‘rib chiqilgan barcha kirishma juftliklari ikki kremniy atomidan kattaroq hajmni egallaydi va kremniy panjarasida mahalliy kengayish deformatsiyasini vujudga keltirishi kutiladi; bu deformatsiya Δr ning absolyut qiymati ortishi bilan kuchayadi. Ushbu juftliklar uchun tetraedrik bog‘ uzunliklari 2,46; 2,52; 2,64; 2,62 va 2,81 Å ga teng bo‘lib, d_{Si} = 2,35 Å qiymatidan 0,11-0,46 Å ga katta. ZnS esa bog‘ uzunligi kremniynikidan kichik bo‘lgan yagona birikmadir. Kovalent radiuslar shkalasida Zn-S juftligi kremniydan biroz katta, bog‘ uzunliklari shkalasida esa biroz kichik chiqishi bu juftlik uchun o‘lchamlar farqi ikkala shkalaning aniqlik chegarasida nolga yaqin ekanligini ko‘rsatadi. Barcha oltita juftlik uchun hisoblangan δ_r va δ_d qiymatlari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. $A^{II}B^{VI}$ juftliklari uchun kovalent radiuslar (δ_r) va tetraedrik bog‘ uzunliklari (δ_d) bo‘yicha nisbiy nomuvofiqlik.

Olingan qiymatlar asosida juftliklarni uch guruhga ajratish mumkin: 1) ikkala shkalada ham shartni qanoatlantiruvchi juftliklar – ZnS (2,3% va 0,37%) va ZnSe (9,0% va 4,42%); 2) natijasi shkalaga bog‘liq juftlik – CdS (12,2% va 7,18%); 3) ikkala shkalada ham shartni qanoatlantirmaydigan juftliklar – ZnTe, CdSe va CdTe (11,4-27,0%). Nomuvofiqlik VI guruh atomining davr raqami ortishi bilan muntazam oshadi: Zn qatorida δ_r S → Se → Te ketma-ketligida 2,3 → 9,0 → 17,1%, Cd qatorida esa 12,2 → 18,9 → 27,0% ga o‘zgaradi. Zn ni Cd ga almashtirish δ_r ni taxminan 10% ga, δ_d ni esa 7% ga oshiradi.

Eruvchanlik sharti bo‘yicha Zn va S ning kremniydagi maksimal eruvchanligi mos ravishda $6{,}6 \cdot 10^{16}$ va $3{,}57 \cdot 10^{16}$ sm^{-3} ni tashkil etadi [8:210]. Ularning nisbati ≈1,8 bo‘lib, qiymatlar bir tartibda, ya’ni to‘rtinchi shart bajariladi. Tugundagi holat sharti bo‘yicha esa ketma-ket diffuziya va termik ishlov berilgan kremniy namunalarida Zn va S atomlari ZnS tipidagi binar birikmalar hosil qilishi eksperimental qayd etilgan [7:59]. Shunday qilib, Zn-S juftligi uchun birinchi va to‘rtinchi shartlar eksperimental ma’lumotlar bilan tasdiqlanadi; qolgan juftliklar uchun bu shartlar tekshirilmagan.

Valent elektronlar sharti barcha $A^{II}B^{VI}$ juftliklari uchun bir xil bajariladi, shuning uchun u zarur, ammo yetarli emas; juftliklarni ajratuvchi asosiy mezon – o‘lchamlar mosligi. Nomuvofiqlikning davr raqami bilan oshishi

kovalent radiusning elektron qobiqlar soniga bog‘liqligi bilan izohlanadi: kremniy (3-davr) bilan eng yaxshi moslikni 3-4-davr elementlaridan tashkil topgan juftliklar beradi. ZnS ning ikkala shkaladagi qiymatlari 5% dan past bo‘lgani uchun bu juftlik bo‘yicha xulosa shkala va 10% chegarasi tanloviga bog‘liq emas. ZnSe ham ikkala shkalada shartni qanoatlantiradi, ammo kovalent radiuslar bo‘yicha chegaraga yaqin; CdS uchun xulosa shkalaga bog‘liq, shuning uchun bu ikki juftlik qo‘shimcha tekshiruvni talab etadi.

Elektron nuqtai nazardan tugunda joylashgan II guruh atomi akseptor, VI guruh atomi esa donor xossasini namoyon qilishi kutiladi, shuning uchun juftlikdagi atomlar bir-birining zaryadini kompensatsiyalashi mumkin. Si_2ZnS uchun zaryadi kompensatsiyalangan neytral $Si_2Zn^{-}\ ^{-}S^{+}\ ^{+}$ konfiguratsiyasi energetik jihatdan qulay deb taklif etilgan [7:59] va S dan Zn ga zaryad ko‘chishi hisoblangan [9:140]. Tez diffuziyalanuvchi kirishmalarning VI guruh elementlari bilan kremniyda kimyoviy o‘zaro ta’sirga kirishishi ham ma’lum [10:339]; ZnSe, CdS va boshqa juftliklar uchun esa bunday hisoblash va eksperimental tadqiqotlar hali yetarlicha bajarilmagan.

Xulosa. Bajarilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, kremniyda II va VI guruh kirishma atomlaridan binar nanoklaster hosil bo‘lishi uchun valent elektronlar yig‘indisi sharti (2+ 6 = 8) barcha $A^{II}B^{VI}$ juftliklarida bajariladi va shu sababli tanlov mezoni bo‘la olmaydi; juftliklarni bir-biridan ajratuvchi asosiy omil atom o‘lchamlarining kremniy panjarasiga mosligidir. Kovalent radiuslar va tetraedrik bog‘ uzunliklari bo‘yicha ikki mustaqil baholash juftliklarni uch guruhga ajratdi: ZnS va ZnSe shartni ikkala shkalada qanoat-lantiradi, CdS uchun natija shkalaga bog‘liq, ZnTe, CdSe va CdTe esa shartni qanoatlantirmaydi. Nomuvofiqlik II va VI guruh atomlarining davr raqami ortishi bilan muntazam oshadi, shuning uchun kremniy bilan eng yaxshi moslikni 3-4-davr elementlaridan tashkil topgan juftliklar beradi; eng kichik nomuvofiqlik ZnS uchun olingan (2,3% va 0,37%). Zn-S juftligi uchun to‘rtala shart bajariladi, ulardan tugundagi holat va eruvchanlik shartlari eksperimental ma’lumotlar bilan ham tasdiqlanadi; ZnSe va CdS juftliklari uchun esa eruvchanlik va tugundagi holat shartlarini tekshirish hamda barcha juftliklar uchun hosil bo‘lish energiyasini hisoblash keyingi tadqiqotlarning vazifasi hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Бахадирханов М.К., Исамов С.Б. Физические основы формирования гетероваризонной структуры на основе кремния. // Журнал технической физики, 2021, Т. 91, вып. 11. – С. 1678-1684.
2. Saidov A.S., Usmonov Sh.N., Saparov D.V. Structural studies of the epitaxial layer of a substitutional solid solution $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ with nanocrystals. // Advances in Materials Science and Engineering, 2019. – Article 3932195. – P. 1-9.
3. Saidov A.S., Saidov M.S., Usmonov Sh.N., Leiderman A.Yu., Kalanov M.U., Gaimnazarov K.G., Kurmantaev A.N. Growth of $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$ solid solution films and investigation of their structural and some photoelectric properties. // Physics of the Solid State, 2011, Vol. 53, № 10. – P. 2012-2021.
4. Cordero B., Gómez V., Platero-Prats A.E., Revés M., Echeverría J., Cremades E., Barragán F., Alvarez S. Covalent radii revisited. // Dalton Transactions, 2008, № 21. – P. 2832-2838.
5. Qurbonova O‘.X. Elektron texnika materiallari va elementlari: texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. – Toshkent: TDTU, 2019.
6. Zakharov O., Rubio A., Blase X., Cohen M.L., Louie S.G. Quasiparticle band structures of six II-VI compounds: ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe, and CdTe. // Physical Review B, 1994, Vol. 50, № 15. – P. 10780-10787.
7. Хаккулов М.К., Мавлянов А.Ш., Саттаров О.Э., Акбарова Н.А., Камалова Х.К. Образование бинарных соединений примесных атомов серы и цинка в кремнии. // Электронная обработка материалов, 2024, Т. 60, № 2. – С. 59-63.
8. Trumbore F.A. Solid solubilities of impurity elements in germanium and silicon. // The Bell System Technical Journal, 1960, Vol. 39, № 1. – P. 205-233.
9. Zikrillaev N.F., Shakarov F.Q., Khaqqulov M.K. Numerical calculation of the charge state and electrostatic potential of a binary nanocluster structure with Si_2ZnS cells in a cubic lattice of crystalline silicon with a diamond structure. // Technical Science and Innovation, 2020, № 3. – P. 140-147.
10. Bakhadyrkhanov M.K., Askarov Sh.I., Norkulov N. Some features of chemical interaction between a fast-diffusing impurity and group VI element in silicon. // Physics of the Solid State, 1994, Vol. 36, № 2. – P. 339-346.

UDK 621.315.592.

NEYTRON-TRANSMUTACIYALÍQ LEGIRLENGEN KREMNIYDEGI TEŃ SALMAQLÍ EMES ZARYAD TASÍWShÍLARDÍŃ JASAW WAQTÍ

Jalelov Moyatdin Asanovich – *fizika-matematika ilimleriniń kandidatı*
moyatdin@mail.ru
Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

ВРЕМЯ ЖИЗНИ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В НЕЙТРОННО-ТРАНСМУТАЦИОННОМ ЛЕГИРОВАННОМ КРЕМНИИ

Жалелов Моятдин Асанович – *кандидат физико-математических наук*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

NON-EQUILIBRIUM CARRIER LIFE TIME IN NEUTRON-TRANSMUTATION DOPED SILICON

Jalelov Moyatdin Asanovich – *Candidate of Physical and Mathematical Sciences*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: kremniy, neytron-transmutatsion legirlash, NTL-Si, radiatsion nuqson, rekombinatsiya, termik yumshatish, zaryad tashuvchining yashash vaqti, solishtirma qarshilik, DLTS, MD-PICTS.

Rezyume. Neytron transmutatsiya usuli (NTL-Si) bilan legirlangan kremniyda zaryad tashuvchilarning yashash vaqtiga ta’sir etuvchi omillar ko‘rib chiqilgan. Issiqlik neytronlari 31P donorlarining hosil bo‘lishiga yordam beradi, tez neytronlar esa vakansiya tipidagi nuqsonlarni hosil qiladi. Nuqsonlar rekombinatsiyani kuchaytiradi, termik ishlov berish material xossalarini qisman tiklash imkonini beradi. Nurlanish sharoitlari, material tarkibi va nuqsonlar parametrlarini kompleks nazorat qilish taklif etildi.

Ключевые слова: кремний, нейтронно-трансмутационное легирование, НТЛ-Si, радиационный дефект, рекомбинация, термическое отжиг, время жизни носителя заряда, удельное сопротивление, DLTS, MD-PICTS.

Резюме. Рассмотрены факторы, влияющие на время жизни носителей заряда в кремнии, легированном методом нейтронной трансмутации (НТЛ-Si). Тепловые нейтроны способствуют образованию доноров ^{31}P, а быстрые нейтроны создают дефекты вакансионного типа. Дефекты усиливают рекомбинацию; термическая обработка позволяет частично восстановить свойства материала. Предложен комплексный контроль условий облучения, состава материала и параметров дефектов.

Key words: silicon, neutron transmutation doping, NTD-Si, radiation defect, recombination, thermal annealing, charge-carrier lifetime, resistivity, DLTS, MD-PICTS.

Summary. This review examines factors affecting carrier lifetime in neutron-transmutation-doped silicon (NTD-Si). Thermal neutrons form ^{31}P donors, while fast neutrons generate vacancy-type defects. These defects increase recombination, whereas thermal treatment can partly restore material properties. A combined assessment of irradiation conditions, material composition, and defect measurements is proposed.

Kirisiw. Neytron-transmutaciyalıq legirlew (NTL) kremniy kóleminde donor atomların yadro reakciyası arqalı payda etiwi sebepli ádettegi eritpeden legirlewge qaraǵanda joqarı fazadaǵı keńisliktegi bir teklilikti beriwi múmkin. Bul qásiyet úlken kesimli diodlar, tiristorlar, IGBT qurilmalar hám basqa joqarı quwatlıqtaǵı elementlerde elektr maydanınıń bir tegis bólistiriliwi ushın zárúr. Biraq donorlardıń payda bolıwı menen bir waqıtta reaktor spektriniń tez neytronlıq komponenti kristallıq pánjerede jılјıw nuqsanların payda etedi. Usı nuqsanlar rekombinaciya orayları sıpatında zaryad tasıwshılardıń jasaw waqtın qısqartadı [1-5].

Sonıń ushın NTL procesin tek ǵana kerekli fosfor koncentraciyasına erisiw wazıypası sıpatında kóriw nadurıs. Materialdıń sapası keminde tórt óz ara baylanısqan faktor menen belgilenedi: dáslepki kremniydiń ximiyalıq hám strukturalıq jaǵdayı; termikalıq hám tez neytronlar spektri; nurlandırıw geometriyası hám de fluensı; qızıwdıń temperatura-waqıt rejimi. Bul maqalanıń maqseti usı faktorlardıń τ_{eff} ge tásirin ádebiyatlar tiykarında tallaw, bar nátiyjelerdiń qollanılıw shegaraların kórsetiw hám NTL-Si sıpatın bahalaw ushın isenimli qadaǵalaw sxemasın qáliplestiriwden ibarat.

Metodologiyası. Tallawǵa NTL procesiniń modelles-tiriliwi, iri quymalarda neytron aǵısınıń bir tekliligi, nurlanıw nuqsanları, qızıw hám zaryad tasıwshılardıń jasaw waqtın ólshewge tikkeley baylanıslı jumıslar kirgizildi. Tiykarǵı maǵlıwmatlar 2016-2025-jıllar aralıǵındaǵılar alındı; fizikalıq interpretaciya hám ólshew metodologiyası ushın aldın basıp shıǵarılǵan tayanısh derekler de paydalanıldı. Izertlew túsinikleri «neutron transmutation doping silicon», «NTD silicon radiation defects», «carrier lifetime», «annealing», «MCNP6» (Monte Carlo N-Particle version 6), «SRIM» (Stopping and Range of Ions in Matter), «MD-PICTS» (Molecular Dynamics-Photo-Induced Transient Spectroscopy) hám «photoconductance» terminlerin qamtıp aldı. Derekler temaǵa tikkeley baylanıslılıǵı, recenziyalanǵan baspalarda basılǵanı, DOI yamasa turaqlı bibliografiyalıq identifikator bar ekenligi hám nátiyjeni tekseriw ushin metod detalları jeterli ekenligi boyinsha saylap alındı.

NTL procesiniń fizikalıq tiykarı. Tábiyiy kremniydegi ^{30}Si izotopı termik neytrondı jutqanda radioaktiv ^{31}Si payda boladı; ol β-ıdıraw arqalı turaqlı ^{31}P donorına aylanadı:

$$^{30}\mathrm{Si} + \mathrm{n} \rightarrow {}^{31}\mathrm{Si} + \gamma; \quad {}^{31}\mathrm{Si} \rightarrow {}^{31}\mathrm{P} + \beta^- + \bar{\nu_e} \qquad (1)$$



1-súwret. NTL procesinde donor payda bolıwı hám radiaciyalıq zıyan jolı

Ápiwayılastırılǵan jaǵdayda payda bolatuǵın donorlar koncentraciyası $N_P \approx N_{30} \cdot \sigma_{th} \cdot \Phi_{th}$ menen bahalanadı. Bul jerde N_{30} - ^{30}Si atomlarınıń koncentraciyası, σ_{th}- termik neytron jutılıw kesimi, Φ_{th} - termik neytron fluensı. Usı jantasıw juqa yamasa ózin-ózi ekranlaw tásir kishi bolǵan jaǵday ushın qolaylı; úlken diametrli quymalarda neytron transportı, radial hám kósher boyınsha sóniw, burıw hám de ekran geometriyasın esapqa alıw shárt [1, 2].

Nurlanıw nuqsanları hám rekombinaciya. Tez neytronlardıń serpimli soqlıǵısıwları pánjere atomlarına awısıw energiyasın beredi. Birlemshi Frenkel jupları keyin ala vakanciya-kislorod (VO), vakanciya-fosfor (VP), divakanciya (V_2) hám quramalı klasterlerge aylanıwı múmkin. Olardıń energiya qáddileri qadaǵan etilgen zonada jaylassa, elektron hám geweklerdi gezek penen uslap, Shockley-Read-Hall (SRH) rekombinaciyasın kúsheytedi. Termik islew berilmegen NTL-Si de bir neshe qaqpan dárejeleriniń MD-PICTS járdeminde anıqlanǵanlıǵı bul mexanizmniń eksperimentallıq dáliyli boladı [3].

Ólshenetuǵın zaryadtıń nátiyjeli jasaw waqtı kólem, bet hám radiaciyalıq nuqsanlar úleslerin birlestiredi:

$$1/\tau_{eff} = 1/\tau_{bulk} + 1/\tau_{surface} + 1/\tau_{rad} \quad (2)$$

Bul jerde τ_{eff} -zaryad tasıwshılardıń effektiv jasaw waqtı, τ_{bulk}- kólemlik jasaw waqtı, $\tau_{surface}$- bettegi jasaw waqtı, τ_{rad}- nurlanıwshınıń jasaw waqtı.

(2) ańlatpa ǵárezsiz rekombinaciya kanalları ushın paydalı ápiwayılastırıw bolıp tabıladı. Ol τ_{eff} tiń materialdıń turaqlı "san" emes ekenligin kórsetedi: shama betlik passivaciya, úlgi qalıńlıǵı, temperatura hám inekciya dárejesine baylanıslı. Sol sebepli hár qıylı laboratoriyalarda ólshengen zaryad tasıwshılardıń jasaw waqıtların tek birdey yamasa dúzetilgen sharayatlarda ǵana salıstırıw múmkin.

Termik qızdırıwdıń roli hám sheklewleri. Nurlandırıwdan keyingi qızdırıw eki wazıypanı atqaradı: elektr aktiv fosfor donorların qáliplestiriw hám kóshpeli radiaciyalıq nuqsanlardıń qayta birigiwin yamasa dissociaciyasın támiyinlew. Process kinetikası ádette Arrenius tipindegi baylanıs penen tárıyiplenedi:

$$k(T)=k_0 \exp(-E_a/k_B T) \quad (3)$$

Bul jerde k(T) - belgili bir nuqsan reakciyasınıń tezlik turaqlısı, E_a - aktivaciya energiyası, k_B - Bolcman turaqlısı ($\approx 1{,}38\times10^{-23}$ Dj/K yamasa $\approx 8{,}617\times10^{-5}$ eV/K). Bir universal "tolıq qızdırıw" temperaturası yamasa waqtı joq: VO, VP, V_2 hám klasterler túrli kinetikaǵa iye; kislorod, uglerod, fosfor hám metall aralaspaları reakciyalar jolın ózgertedi. Sonıń ushın temperaturanı arttırıw waqıttın qısqartıwı múmkin bolsa da, hádden tıs termik islew beriw jańa kompleksler yamasa termodonorlar payda bolıw qáwpin arttıradı. Támiyinlew rejimi anıq material partiyası ushın qarsılıq, τ_{eff} hám nuqsan spektri boyınsha tekseriliwi kerek [3, 4, 8].

Zaryad tasıwshılardıń jasaw waqtın ólshew hám nátiyjelerdi talqılaw. Qisqa jaqtılıq impulsı artıqsha zaryad tasıwshılardı payda etkende hám bir dominant rekombinaciya kanalı bar bolǵanda sóniw $\Delta n(t)=\Delta n_0 \exp(-t/\tau)$ túrine jaqınlastırıladı. Kóp nuqsanlı, inekciyaǵa baylanıslı yamasa bet rekombinaciyası kúshli úlgide bolsa bir eksponent jeterli bolmawı múmkin. Sonıń ushın esapta tek ǵana τ shaması emes, al qozǵatıw sharayatı, inekciya dárejesi, bet passivaciyası, temperatura, úlgi qalıńlıǵı hám maslastırıw modelin de beriw kerek [6, 7].

1-kestede NTL-Si ushın qollanılıwı múmkin bolǵan usıllar wazıypası boyınsha ajıratılǵan. Áhmietli ayırmashılıq sonda, foto ótkizgishliktiń ıdırawı materialdıń integral rekombinaciya juwabın beredi, al DLTS hám MD-PICTS bolsa usı juwaptı júzege keltiretuǵın elektr aktiv qáddilerdi anıqlawǵa xızmet etedi. Demek, usıllar bir-birin almastırmaydı, olar túrli sorawlarga juwap beredi.

1-keste. NTL-Sı da zaryad tasıwshılar jasaw waqtı hám defektlerdi bahalaw usılları

Usıl	**Tiykarǵı nátiyje**	**Kúshli tárepi**	**Áhmiyetli sheklew**
PCD/ μ-PCD	τ_{eff} hám fazalıq karta	Tez, kontaktsız baqlaw	Bet hám ineksi-ya dárejesine sezgir
QSSPC	$\tau_{eff}(\Delta n)$	Ineksiyaǵa baylanıslı analiz	Optikalıq koef-ficient hám háreketsheǹlik modeli zárúr
PL/ TRPL	Nurlanıw intensivligi yamasa sóniw waqıtı	Kontaktsiz, kartalastırıw múmkin	Kalibrlew hám nurlanıwsız kanallar inter-pretaciyası kerek
DLTS	Duzaq beti, tutıw kesimi, koncentraciya	Kemisliktiń energetikalıq tábiyatın ajıratadı.	Diod dúzilisi hám temperatura skani kerek
MD-PICTS	Fotoindukciy alanǵan ótkinshi qáddiler	Joqarı qarsılıqlı materialǵa sáykes	Quramalı spek-trdi abaylap dekonvolyuciya-law zárúr

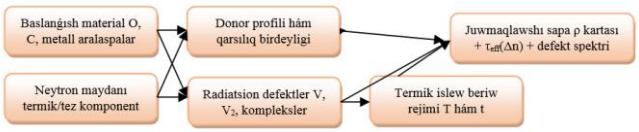
Zamanagóy jumıslardıń salıstırmalı analizi. Tańlap alıngan izertlewler NTL-Si mashqalasınıń úsh qatlamın kórsetedi: neytron maydanın basqarıw, radiaciyalıq zıyandı esaplaw hám nuqsanlardı eksperimentallıq anıqlaw. Matematikalıq hám Monte-Karlo modelleri nurlandırıwdan aldınǵı joybarlawdı qollap-quwatlaydı, biraq olar materialdaǵı haqiqiy aralaspalar hám keyingi qatıw nátiyjesin tolıq almastırmaydı. Kerisinshe, spektroskopiyalıq ólshewler nuqsandı anıqlaydı, biraq reaktor geometriya-sındaǵı sebepti ózi kórsetpeydi. Isenimli juwmaq usı eki qatlamdı birlestirgende payda boladı (2-keste).

2-keste. NTL-Si boyınsha saylap alınǵan izertlewlerdiń úlesi hám shegarası

Derek	**Obyekt hám usıl**	**Tiykarǵı úles**	**Pikir ushın sheklew**
2017, [1]	Nurlandırıw-dıń matema-tikalıq modeli	Quyma boyınsha donor profilin aldın ala bahalaw	Model para-metrleri anıq reaktor sharayatına baylanıslı
2016, [9]	B_4C filtri hám golder analizi	Aǵıs profilin konstruktivlik basqarıw	Qurılma geometriyasın basqa reaktorǵa tikkeley kóshiriw múmkin emes

2020, [4]	2-3 dyuymlı quyma ushın nurlandırıw qurılması	Aylandırıw hám suwıtıwdı bir sistemada kóriw	Konceptual joybar sanaat validaciyasına teń emes
2020, [3]	Termik islew berilmegen NTD-Si, MD-PICTS	Birneshe radiaciyalıq duzaqlardı ajıratıw	Termik islew berilgen materialdıń juwmaqlawshı sapasın tikkelep bermeydi
2023, [2]	WWR-K, 152,4 mm quyma, neytron ekranı	Kósher boyınsha tegis emeslikti 18% ten 3% ke shekem kemeytiw	Nátiyje usı reaktor, ekran hám geometriya ushın alınǵan
[5], 2023	MCNP6 + SRIM	Neytron spektrin awısıw ziyanı menen baylanıstırıw	DPA yamasa awısıw sanı τ_{eff} di ózi boljamaydı

Integrallasılǵan model. Ádebiyatlar analizinen kelip shıǵatuǵın tiykarǵı juwmaq - NTL-Si dıń juwmaqlawshı sıpatı bir parametr menen basqarılmaydı. Termik fluensa donor koncentraciyasın arttıradı, biraq tez neytron úlesi radiaciyalıq oraylar sanın kóbeytiwi múmkin. Dáslepki kislorod hám uglerod ayırım kemshiliklerdi uslaydı yamasa jańa kompleksler payda etedi. Termik islew beriw bolsa bir nuqsandı azaytıp, basqa komplekstiń rawajlanıwına sharayat jaratıwı múmkin (2-súwret). Sonlıqtan optimallastırıwdıń maqseti "kóbirek nurlandırıw" yamasa "joqarıraq temperatura" emes, al minimal rekombinaciyalıq nuqsan menen kerekli qarsılıq profilin alıw bolıp tabıladı.



2-súwret. NTL-Si sıpatın belgilewshi faktorlardıń sebepli modeli.

NTL-Si ushın usınıs etilgen baqlaw sxeması: Tallaw tiykarında texnologiyalıq qadaǵalawdı tómendegi basqıshlarda shólkemlestiriw maqsetke muwapıq:

1. Kiriw qadaǵalawı: baslanǵısh salıstırmalı qarsılıq, kislorod hám uglerod koncentraciyası, dislokaciyalar hám metall aralaspaları bahalanadi.

2. Nurlandırıwdı jobalastırıw: termikalıq hám tez neytron spektrleri óz aldına esaplanadı; quyma geometriyası, aylandırıw hám ekranlaw MCNP túrindegi transport modeli menen tekseriledi.

3. Aralıq qadaǵalaw: nurlanıw fluensı hám keńislik birdeyligi aktivacion indikatorlar yamasa kalibrlengen monitoring arqalı anıqlanadi.

4. Termik qayta islwdi optimallastırıw: temperatura-waqıt rejimi bir neshe sınaw noqatında qarsılıq, τ_{eff} hám nuqsan spektri boyınsha bahalanadı; tek qarsılıqtıń tikleniwi "tolıq termik qayta islew" dálili dep qabıl etilmeydi.

5. Juwmaqlawshı kvalifikaciya: radial hám kósher boyınsha ρ kartası, belgilengen quyma dárejesindegi τ_{eff} kartası hám de keminde bir tereń qáddi usılı birgelikte tallanadı.

6. Esabattıń tákirarlanıwshılıǵı: úlgi túri, qalıńlıǵı, bet halatı, temperatura, inekciya dárejesi, ásbap hám fitting modeli tolıq kórsetiledi.

Talqılaw. NTL-Si haqqındaǵı jumıslarda kóp ushırasatuǵın metodologiyalıq qátelik – salıstırmalı qarsılıqtıń tikleniwin radiaciyalıq nuqsanlar tolıq joǵalǵanlıǵınıń dáliyli dep qabıl etiw. Qarsılıq tiykarınan erkin zaryad tasıwshılardıń koncentraciyası hám hárekechеńligine juwap beredi; kishi koncentraciyadaǵı tereń rekombinaciya orayları bolsa qarsılıqtı keskin ózgertpey-aq τ_{eff} di sezilerli dárejede páseytiwi múmkin. Sol sebepli elektr qarsılıq hám jasaw waqtı bir birin tolıqtıratuǵın, biraq óz ara almastırılmaytuǵın ólshemler bolip tabıladı.

Ekinshi mashqala - hár qıylı ólshew usıllarınan alınǵan τ shamaların tikkeley salıstırıw. PCD, QSSPC, TRPL hám photo-μSR túrli tereńlik, waqıt masshtabı hám inekciya sharayatına sezgir. Hátte birdey plastinada bettiń passivaciyası ózgerse, τ_{eff} ózgeredi. Sonlıqtan keleshektegi jumıslar "jasaw waqtı pálen mks" sıyaqlı dara san menen sheklenbesten, $\tau_{eff}(\Delta n)$ baylanısı hám ólshew anıqsızlıǵın beriwi kerek [6, 7].

Úshinshi mashqala - model menen tájiriybe arasındaǵı úzilis. MCNP6 neytron spektrin hám fluensın, SRIM bolsa energiya joǵaltıwın hám awısıw qubılısların bahalawı múmkin [5]. Biraq bul nátiyjelerdi tikkeley τ_{eff} ge aylandırıw ushın nuqsan reakciyaları, aralaspalar hám qatıw kinetikasın qamtıp alıwshı aralıq model hám eksperimentallıq kalibrlew zárúr. Eń perspektivalı baǵdar reaktor modeli, nuqsan spektroskopiyası hám inekciyaǵa baylanıslı jasaw waqtı kartasın bir maǵlıwmatlar ağımında birlestiriw bolıp tabıladı.

Juwmaq. Analitikalıq sholıw NTL-kremniyde teń salmaqlı emes zaryad tasıwshılardıń jasaw waqtı donor koncentraciyasınıń ápiwayı funkciyası emes ekenligin kórsetti. τ_{eff} dáslepki material sapası, termikalıq hám tez neytronlar qatnası, nurlandırıwdıń keńisliktegi bir tekliligi, radiaciyalıq nuqsanlardıń quramı, bet halatı, inekciya dárejesi hám qızdırıw rejiminiń qosındı nátiyjesi bolıp tabıladı.

Neytron ekranları hám quymanı aylandırıw donor profiliniń bir tekliligin jaqsılaydı; MCNP6/SRIM modellestiriw radiaciyalıq júkti aldın ala bahalawǵa járdem beredi; MD-PICTS yamasa DLTS kemisliklerdiń energetik tábiyatin, PCD/QSSPC/TRPL bolsa rekombinaciyanıń integrallıq nátiyjesin kórsetedi. Sonıń ushın NTL-Si di isenimli bahalaw ρ kartası + $\tau_{eff}(\Delta n)$ + nuqsan spektroskopiyası úshligin talap etedi.

Ámeliy jaqtan eń áhmiyetli usınıs sol, qızdırıwdıń jetiskenligi tek salıstırmalı qarsılıqtıń tikleniwi menen bahalanbawı kerek. Joqarı sapalı NTL-Si alıw ushın kerekli donor koncentraciyası minimal tez-neytron zıyanlanıwı menen alınıwı kerek, termik qayta islew bolsa material partiyasına sáykes túrde kóp kriteriyalıq tájiriybe arqalı optimallasılıwı kerek.

Ádebiyatlar

1. Dshkhunyan V.L., Dyakov A.A., Karabanov S.M., Kozlov A.V., Markov D.V., Hoshino M. Mathematical Modeling of Silicon Doping by Neutron Transmutation Doping Method for High Efficient Solar Cells. // MRS Advances, 2017, 2(53). – P. 3135-3140.

2. Romanova N., Aitkulov M., Kisselyov K., et al. Neutron screen method for axial uniformity in silicon ingots for neutron transmutation doping at WWR-K reactor. // Annals of Nuclear Energy, 2023, 185:109697.

3. Engst C.R., Eisele I., Kutter C. Defect characterization of unannealed neutron transmutation doped silicon by means of deep temperature microwave detected photo induced current transient spectroscopy. // Journal of Applied Physics, 2020, 127(3):035704.

4. Salhi M., Mohammedi B., Laouar S., et al. Conceptual design of irradiation device for silicon neutron transmutation doping around Es-Salam research reactor. // Nuclear Science and Techniques, 2020, – P. 31-38.

5. Osmani N., Benkharfia H., Saad D. Neutron-induced damage simulations using MCNP6 and SRIM codes: Beyond neutron transmutation doping of silicon. // Annals of Nuclear Energy, 2023, 187:109795.

6. Sinton R.A., Cuevas A. Contactless determination of current–voltage characteristics and minority-carrier lifetimes in semiconductors from quasi-steady-state photoconductance data. // Applied Physics Letters, 1996, 69. – P. 2510-2512.

7. Murphy J.D., Grant N.E., Pain S., et al. Carrier lifetimes in high-lifetime silicon wafers and solar cells measured by photoexcited muon spin spectroscopy. // Journal of Applied Physics, 2022, 132:065704.

8. Gaidar G.P. Peculiarities of changes in the structure and electrophysical characteristics of n-Si under the effect of various thermal treatment regimes. // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2020, (5). – P. 42-48.

9. Komeda M., Arai M., Tamai K., Kawasaki K. Design and burn-up analyses of new type holder for silicon neutron transmutation doping. // Applied Radiation and Isotopes, 2016, 113. – P. 60-65.

10. Ho H.Q., Honda Y., Motoyama M., et al. Proposal of a neutron transmutation doping facility for n-type spherical silicon solar cell at high-temperature engineering test reactor. // Applied Radiation and Isotopes, 2018, 135. – P. 12-18.

ANALYTICAL RECONSTRUCTION FOR A WEIGHTED INTEGRAL GEOMETRY PROBLEM USING THE FOURIER TRANSFORM

Mamutova Gulnaz Shamshetdinovna – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences*
gulnazmamutova88@gmail.com
Nukus state pedagogical institute named after Ajiniyaz

FURYE ALMAShTIRIShI YORDAMIDA VAZNLI INTEGRAL GEOMETRIYA MASALASINI ANALITIK TIKLASh

Mamutova Gulnaz Shamshetdinovna – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

АНАЛИТИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЗВЕШИВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Мамутова Гульназ Шамшетдиновна – *доктор философии по педагогическим наукам*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Tayanch so'zlar: integral geometriya, teskari masala, vaznli integral almashtirish, polinomial vazn, Furye almashtirishi, teskari formula, yagonalik.

Rezyume. Maqolada vaznli integral ma'lumotlar asosida ikki o'zgaruvchili funksiyani tiklashga oid integral geometriyaning teskari masalasi qaraladi. Vazn funksiyasi polinomial ko'rinishda beriladi. Fazoviy o'zgaruvchilar bo'yicha Furye almashtirishini qo'llash orqali boshlang'ich integral tenglama chastotalar sohasidagi ekvivalent munosabatga keltiriladi. Hosil bo'lgan ifoda tahlil qilinib, teskari Furye almashtirishlari yordamida noma'lum funksiyani tiklashning oshkor formulasi olinadi. Yechimning yagonaligini ta'minlovchi shartlar aniqlanadi. Taklif etilgan yondashuv vaznli integral ma'lumotlar asosida funksiyalarni analitik tiklash uchun matematik asos yaratadi.

Ключевые слова: интегральная геометрия, обратная задача, взвешенное интегральное преобразование, полиномиальный вес, преобразование Фурье, формула обращения, единственность.

Резюме. В работе рассматривается обратная задача интегральной геометрии о восстановлении функции двух переменных по заданным взвешенным интегральным данным. Весовая функция задается в полиномиальном виде. С помощью преобразования Фурье по пространственным переменным исходное интегральное уравнение сводится к эквивалентному соотношению в частотной области. Полученное представление исследуется, и с использованием обратных преобразований Фурье выводится явная формула восстановления неизвестной функции. Устанавливаются условия, обеспечивающие единственность решения. Предложенный подход формирует аналитическую основу для восстановления функций по взвешенным интегральным данным.

Key words: integral geometry, inverse problem, weighted integral transform, polynomial weight, Fourier transform, inversion formula, uniqueness.

Summary. This paper considers an inverse problem of integral geometry for reconstructing a two-dimensional function from weighted integral data. The weight function is assumed to have a polynomial form. By applying the Fourier transform with respect to the spatial variables, the original integral equation is transformed into an equivalent relation in the frequency domain. The resulting representation is analyzed and an explicit formula for recovering the unknown function is obtained by means of inverse Fourier transforms. Conditions ensuring the uniqueness of the solution are established. The proposed approach provides an analytical framework for the reconstruction of functions from weighted integral data.

Introduction. Inverse problems of integral geometry constitute an important area of modern applied mathematics. They provide a mathematical framework for reconstructing unknown functions from indirect integral measurements and arise naturally in tomography, mathematical imaging, non-destructive testing, and inverse problems for differential and kinetic equations. Fundamental theoretical aspects of integral geometry and its applications to inverse problems have been systematically investigated in [1]. The development of modern imaging technologies has considerably increased the importance of stable reconstruction methods. In particular, inverse scattering techniques used in high-resolution imaging demonstrate that internal characteristics of an object can be recovered from indirect measurement data by means of appropriately constructed mathematical models [2]. A significant class of inverse problems is associated with weighted integral transforms. In such problems, the unknown function is integrated together with a prescribed weight function. The introduction of a nonconstant or discontinuous weight substantially changes the analytical properties of the corresponding integral operator and may complicate both the derivation of inversion formulas and their numerical implementation. Integral geometry problems involving nontrivial weight functions have been investigated in [3]. Another important research direction concerns integral transforms defined over special families of lines and curves. Analytical inversion procedures for the V-line Radon transform have been developed in [4]. These results show that reconstruction from integral data collected along piecewise-linear trajectories can be formulated within the general framework of integral geometry. Integral geometry problems arising in tomography and related reconstruction applications have also been extensively studied [5]. Such investigations demonstrate that the geometry of the integration family has a fundamental influence on uniqueness, stability, and the construction of explicit inversion formulas. Further applications of integral-geometric methods to advanced imaging problems have been considered in [6]. These studies emphasize the importance of developing reconstruction techniques

adapted to the specific geometry of the measurement process. Theoretical and computational aspects of the V-line Radon transform and its applications to imaging were further developed in [7]. The obtained results provide additional analytical tools for recovering unknown functions from integral measurements performed over nonstandard trajectories. A closely related class of inverse problems involves the broken-ray Radon transform. Explicit inversion formulas and reconstruction techniques for this transform have been investigated in [8]. Such models are particularly relevant when measurement trajectories consist of several connected line segments rather than conventional straight lines. Certain classes of integral geometry problems can also be related to inverse and boundary-value problems for differential equations. Classical results establishing such connections and providing approaches to uniqueness and reconstruction were obtained in [9]. A general theoretical framework for integral geometry and generalized Radon-type transforms is presented in [10]. These results form an important mathematical basis for studying integral transforms defined over different families of geometrical objects and for constructing corresponding inversion procedures. Of particular relevance to the present investigation is the reconstruction of functions from weighted integral data collected over a family of straight-line segments. An analytical reconstruction approach for a polynomial weight function was considered in [11]. This formulation provides the mathematical basis for developing stable numerical algorithms for the corresponding weighted integral equation.

Statement of the problem. Consider the following equation:

$$\int\limits_{\Gamma(x,y)} g(x,y,\xi,\eta)u(\xi,\eta)d\eta = f(x,y) \tag{1}$$

$$\Gamma(x,y)=\{(\xi,\eta):\ \ |x-\xi|=y-\eta,\ \ 0\le\eta\le y\le H\ \ \}.$$

The problem of solving an equation of this form has been considered in other scientific works, and the corresponding analytical inversion formula has been derived and $g(x,\xi)=a_0+a_1(x-\xi)\ \ a_2=0$. **Numerical experiments have been carried out for this case [11].**

Theorem. Let the function $f(x,y)$ be known for all $(x,y)\in L_H$ and let the weight function be of the form $g(x,\xi)=a_0+a_1(x-\xi)+a_2(x-\xi)^2,\ a_0,a_1,a_2\in R,\ a_0\neq 0.$

Then, in the class of functions $C_0^2(L_H)$ the solution of equation (1) is **unique** and can be represented explicitly as

$$u(x,y)=\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\int\limits_{0}^{+\infty}\frac{\sqrt{2}\tilde{\tilde{f}}(\lambda,\mu)(\lambda^2\tau^2-\mu^2)^3 e^{-i\mu y-i\lambda x}}{ia_0\mu(\lambda^2\tau^2-\mu^2)-a_1(\lambda^2\tau^2-\mu^2)^2-2ia_2\mu(\mu^2+3\lambda^2\tau^2)}d\mu d\lambda$$

Proof. We rewrite equation (1) in the following equivalent integral form:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\int\limits_0^y\left(a_0+a_1(y-\eta)+a_2(y-\eta)^2\right)u\left(x-(y-\eta),\eta\right)d\eta+$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\int\limits_0^y\left(a_0+a_1(y-\eta)+a_2(y-\eta)^2\right)u\left(x+(y-\eta),\eta\right)d\eta=f(x,y) \tag{2}$$

Next, we apply the Fourier transform with respect to the spatial variable x to both sides of equation (2):

$$\int\limits_0^y\hat{u}(\lambda,\eta)\left(a_0+a_1(y-\eta)+a_2(y-\eta)^2\right)\cos\left(\lambda(y-\eta)\right)d\eta=\sqrt{2}\hat{f}(\lambda,y) \tag{3}$$

We now apply the Fourier transform with respect to the variable y to both sides of the last equation

$$\int\limits_0^{+\infty}e^{i\mu y}\int\limits_0^y\hat{u}(\lambda,\eta)(a_0+a_1(y-\eta)+a_2(y-\eta)^2)\cos(\lambda(y-\eta))d\eta dy=$$

$$=\int\limits_0^{+\infty}\int\limits_0^{+\infty}e^{i\mu\eta}e^{i\mu\tau}\hat{u}(\lambda,\eta)\left(a_0+a_1\tau+a_2\tau^2\right)\cos(\lambda\tau)d\tau d\eta=$$

$$=\int\limits_0^{+\infty}e^{i\mu\eta}u(\lambda,\eta)d\eta\int\limits_0^{+\infty}e^{-\mu\tau}\left(a_0+a_1\tau+a_2\tau^2\right)\cos(\lambda\tau)d\tau$$

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,\mu)I(\lambda,\mu)=\tilde{\tilde{f}}(\lambda,\mu)$$

or

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,\mu)=\frac{\tilde{\tilde{f}}(\lambda,\mu)}{I(\lambda,\mu)}$$

where $I(\lambda,\mu)=\int\limits_0^{+\infty}e^{-i\mu\tau}\left(a_0+a_1\tau+a_2\tau^2\right)\cos(\lambda\tau)d\tau,$

$\tilde{\hat{u}}(\lambda,\mu)=\int\limits_0^{+\infty}e^{i\mu\eta}u(\lambda,\eta)d\eta,\ \ \tilde{\hat{f}}(\lambda,y)=\int\limits_0^{+\infty}e^{i\mu y}\hat{f}(\lambda,y)dy.$

As a result, we obtain the following explicit expression:

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,\mu)=\frac{\sqrt{2}\tilde{\tilde{f}}(\lambda,\mu)}{\left(\frac{ia_0\mu}{\lambda^2\tau^2-\mu^2}-a_1\frac{\mu^2+\lambda^2\tau^2}{(\lambda^2\tau^2-\mu^2)^2}+a_2\frac{2i\mu(-\mu^2-3\lambda^2\tau^2)}{(\lambda^2\tau^2-\mu^2)^3}\right)}$$

Applying the inverse Fourier transforms with respect to the variables μ and λ, we obtain the desired solution.

The numerical evaluation of the obtained integral representation is associated with substantial difficulties arising from both the analytical structure of the kernel and the properties of the Fourier transforms involved. First, the denominator of the integral contains singular factors of the form $(\lambda^2\tau^2-\mu^2)^{-k}$, which lead to the appearance of poles and cause the integrand to grow sharply in the vicinity of critical points. This significantly increases sensitivity to noise in the data and amplifies the inherent ill-posedness of the problem. These factors make the direct evaluation of the integral impractical without employing regularization and spectral filtering methods that ensure numerical stability and physical reliability of the reconstructed solution.

References

1. Amirov A.K. Integral geometry and inverse problems for kinetic equations. – VSP, 2001, T. 28.
2. Ralston T. S. et al. Inverse scattering for high-resolution interferometric microscopy. // Optics letters, 2006, T. 31, № 24. – C. 3585-3587.
3. Бегматов А.Х., Очилов З.Х. Задача интегральной геометрии с разрывной весовой функцией. //Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение "Российская академия наук", 2009, Т. 429, № 3. – С. 295-297.

4. Ambartsoumian G., Moon S. A series formula for inversion of the V-line Radon transform in a disc. // Computers & Mathematics with Applications, 2013, T. 66, № 9. – C. 1567-1572.
5. Kuchment P., Quinto E. T. Some problems of integral geometry arising in tomography. // The Universality of the Radon Transform. – London: Oxford Univ. Press, 2003.
6. Gouia R. Some problems of integral geometry in advanced imaging. – 2011.
7. Ambartsoumian G. Inversion of the V-line Radon transform in a disc and its applications in imaging. // Computers & Mathematics with Applications, 2012, T. 64, № 3. – C. 260-265.
8. Florescu L., Markel V. A., Schotland J. C. Inversion formulas for the broken-ray Radon transform. // Inverse Problems, 2011, T. 27, № 2. – C. 025002.
9. Lavrent'ev M. M., Anikonov Y. E. A certain class of problems in integral geometry. // Doklady Akademii Nauk. – Russian Academy of Sciences, 1967, T. 176, № 5. – C. 1002-1003.
10. Gel_fand I. M., Gindikin S. G., Graev M. I. Selected topics in integral geometry. – American Mathematical Soc., 2003, T. 220.
11. Djaykov G. M., Arziev A. D. Analytical reconstruction of functions from their integral data on a family of straight line segments with a weight function in the form of polynomial. // Sci. Educ. Nukus, Uzbekistan, 2021, T. 2. – C. 197-202.

KOMPYUTER TOMOGRAFIYASI TASVIRLARINI FURYE ALMAShTIRIShI YORDAMIDA QAYTA IShLASh VA FILTRLASh USULLARINI TADQIQ ETISh

Qurbonov Nazriddin Nazir o‘g‘li – *doktorant*
qurbonovnazriddin@gmail.com
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И ФИЛЬТРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Курбонов Назриддин Назирович – *докторант*
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

INVESTIGATION OF METHODS FOR PROCESSING AND FILTERING COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES USING THE FOURIER TRANSFORM

Kurbonov Nazriddin Nazirovich – *doctoral student*
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Tayanch so‘zlar: kompyuter tomografiyasi, piksel matritsasi, Furye almashtirish, chastota sohasi, diskret Furye almashtirishi, raqamli tasvir, low-pass filtr, high-pass filtr, Gauss filtr, tasvirlarni qayta ishlash, NumPy, Python

Rezyume. Maqolada kompyuter tomografiyasi (KT) tasvirlarini Furye almashtirish asosida chastota sohasida qayta ishlash usullari nazariy va amaliy jihatdan o‘rganilgan. Shuningdek, chastota sohasida ideal past chastotali (Low-pass), ideal yuqori chastotali (High-pass) hamda Gauss filtrlarining tasvirga ta’siri amaliy tajribalar asosida solishtirildi.

Ключевые слова: компьютерная томография, матрица пикселей, преобразование Фурье, частотная область, дискретное преобразование Фурье, цифровое изображение, фильтр нижних частот (low-pass), фильтр верхних частот (high-pass), фильтр Гаусса, обработка изображений, NumPy, Python.

Резюме. В статье теоретически и практически исследованы методы обработки изображений компьютерной томографии (КТ) в частотной области на основе преобразования Фурье. Также на основе практических экспериментов было проведено сравнение влияния идеального фильтра нижних частот (low-pass), идеального фильтра верхних частот (high-pass) и фильтра Гаусса на изображение в частотной области.

Key words: computed tomography, pixel matrix, Fourier transform, frequency domain, discrete Fourier transform, digital image, low-pass filter, high-pass filter, Gaussian filter, image processing, NumPy, Python.

Summary. The article studies methods for processing computed tomography (CT) images in the frequency domain based on the Fourier transform, from both theoretical and practical perspectives. In addition, the effects of the ideal low-pass filter, the ideal high-pass filter, and the Gaussian filter on the image in the frequency domain were compared based on practical experiments.

Kirish. Hozirgi kunda tibbiy tasvirlarga raqamli ishlov berish masalalari amaliy matematika, kompyuter fanlari va tibbiy diagnostika yo‘nalishlarining muhim tadqiqot obyektlaridan biri hisoblanadi. Xususan, kompyuter tomografiyasi (KT) tasvirlarining sifatini oshirish, ulardagi shovqinlarni kamaytirish hamda diagnostik ahamiyatga ega bo‘lgan strukturalarni aniq ajratib ko‘rsatish masalalari dolzarb ilmiy muammolardan sanaladi [9, 10]. Kompyuter tomografiyasi (KT) zamonaviy tibbiy diagnostikaning eng muhim tasvirlash usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul inson organizmining ichki tuzilmalari haqida yuqori aniqlikdagi kesimli tasvirlarni olish imkonini beradi. Ayniqsa, o‘pka kasalliklarini aniqlash, o‘smalar, yallig‘lanish jarayonlari va boshqa patologik o‘zgarishlarni tashxislashda KT tasvirlaridan keng foydalaniladi [1, 2, 3]. Chastota sohasidagi tahlil tasvirdagi silliq o‘zgaruvchi hududlar, qirralar, mayda strukturalar hamda shovqin komponentalarini alohida o‘rganish imkonini yaratadi [4, 7]. Tasvirlarni chastota sohasida tahlil qilishning asosiy matematik vositalaridan biri Furye almashtirishidir [5, 6]. Furye almashtirish tasvir signalini fazoviy koordinatalar bo‘yicha ifodalashdan uning chastotaviy tavsifiga o‘tishni ta’minlaydi. Natijada tasvirning energiyasi turli chastota komponentalari bo‘yicha taqsimlanadi [4, 5]. Past chastota komponentalari asosan tasvirning umumiy shakli, yorug‘lik taqsimoti va yirik strukturalar haqidagi ma’lumotlarni saqlaydi, yuqori chastota komponentalari esa qirralar, nozik detallar va keskin o‘zgarishlarni ifodalaydi [4, 7]. Furye spektri asosida turli xil chastota filtrlari qurilishi mumkin. Past chastotali filtrlar (Low-pass filtrlar) yuqori chastotali komponentalarni susaytirish orqali tasvirdagi shovqinlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Yuqori chastotali filtrlar (High-pass filtrlar) esa aksincha, qirra va mayda detallarni ajratib ko‘rsatish imkonini beradi [4, 7]. Biroq ideal chastota filtrlari keskin o‘tish chegaralariga ega bo‘lgani sababli ayrim hollarda tasvirda tebranish (ringing) effektlarini keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli amaliy masalalarda chastota komponentalarini silliq ravishda o‘zgartiruvchi Gauss filtrlari keng qo‘llaniladi [4, 8]. Hisoblash tajribalari Python dasturlash muhiti hamda NumPy va Pillow kutubxonalari yordamida amalga oshirildi [11].

Tadqiqot materiallari va raqamli tasvirning matematik modeli. Tadqiqot obyekti sifatida internet manbalaridan olingan o‘pka kompyuter tomografiyasi tasviri tanlandi.

Raqamli tasvir matematik nuqtai nazardan ikki o‘lchovli diskret funksiya sifatida qaraladi [4, 8]: $f(x,y)$, bu yerda x – gorizontal kordinata, y – vertikal kordinata, $f(x,y)$ – mos pikselning yorug‘lik intensivligi.

Kulrang tasvirlarda har bir piksel ma’lum yorug‘lik qiymatini ifodalaydi va odatda quyidagi oraliqda joylashadi: $0 \le f(x,y) \le 255$, bu yerda 0 – mutlaq qora rang, 255 – mutlaq oq rang. Tadqiqotda foydalanilgan

o‘pka KT tasviri Python dasturlash muhiti yordamida qayta ishlash uchun tayyorlandi. dastlab tasvir kulrang (grayscale) formatga o‘tkazildi. Shundan so‘ng Pillow kutubxonasi yordamida tasvir yuklanib, NumPy kutubxonasi orqali sonli matritsa ko‘rinishiga keltirildi [11]. Tasvir matritsasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$I = \begin{bmatrix} i_{1,1} i_{1,2} \ldots i_{1,N} \\ i_{2,1} i_{2,2} \ldots i_{2,N} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ i_{M,1} \ldots i_{M,N} \end{bmatrix}$$

bu yerda $M-$qatorlar soni, $N-$ustunlar soni, $i_{M,N}-(M,N)$ koordinatadagi piksel intensivligi. Hosil qilingan matritsaning har bir elementi tasvirning mos pikseliga to‘g‘ri keladi.

Tadqiqot davomida tasvir ma’lumotlari ikki xil formatda saqlandi. Birinchi formatda matritsa qiymatlari matnli (*.txt)* ko‘rinishda saqlanib, sonli ma’lumotlarni tahlil qilish imkoniyati yaratildi. Ikkinchi formatda esa NumPy kutubxonasining *(.npy)* formati qo‘llanildi. Mazkur format katta hajmdagi matritsalarni yo‘qotishsiz saqlash va keyingi hisoblashlarda tezkor foydalanish imkonini beradi [11].

Furye almashtirishning matematik asoslari. Ushbu usul murakkab signal yoki tasvirni turli chastotali komponentalar yig‘indisi sifatida ifodalash imkonini beradi. Natijada tasvir tarkibidagi past va yuqori chastotali komponentalarni alohida o‘rganish hamda ularga selektiv ishlov berish imkoniyati yaratiladi [5, 6]. Kompyuter tomografiyasi tasvirlari ham raqamli signal sifatida qaralishi mumkin [3]. Shu sababli Furye almashtirishi yordamida tasvirni fazoviy koordinatalar sistemasidan chastota koordinatalari sistemasiga o‘tkazish mumkin bo‘ladi.

Ikki o‘lchovli uzluksiz Furye almashtirishi. Faraz qilamiz, tasvir $f(x,y)$ funksiyasi bilan ifodalangan bo‘lsin. Uning ikki o‘lchovli Furye almashtirishi quyidagi integral orqali aniqlanadi [5]:

$$F(u,v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) e^{-2\pi j(ux+vy)} dxdy \qquad (1)$$

bu yerda $f(x,y)$ – dastlabki KT tasviri, $F(u,v)$ – tasvirning chastota spektri, j – mavhum birlik ($j^2 = -1$), u,v – chastota koordinatalari.

Mazkur formula tasvir energiyasining turli chastotalar bo‘yicha taqsimlanishini aniqlash imkonini beradi. Bunda spektrning markaziy qismi asosan past chastotali komponentalarni, chekka qismlari esa yuqori chastotali komponentalarni ifodalaydi [4, 5]. Tasvirni qayta tiklash uchun:

$$f(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u,v) e^{2\pi j(ux+vy)} dudv \qquad (2)$$

teskari Furye almashtirishi qo‘llaniladi. Ushbu formula chastota sohasidagi ma’lumotlar yordamida boshlang‘ich tasvirni qayta hosil qilish imkonini beradi [5].

Ikki o‘lchovli diskret Furye almashtirish. Amaliy hisoblashlarda uzluksiz tasvirlar emas, balki piksel qiymatlaridan tashkil topgan diskret tasvirlar bilan ish-lanadi. Shu sababli kompyuter hisoblashlarida diskret Furye almashtirishi (Discrete Fourier Transform — DFT) qo‘llaniladi [4, 6]. Raqamli tasvir piksel qiymatlaridan tashkil topgan ikki o‘lchovli matritsa hisoblanadi. Har bir piksel yorug‘lik intensivligini ifodalaydi va 0 dan 255 gacha qiymat qabul qiladi. Kulrang tasvir uchun: $I = \{I(x,y) \mid 0 \le x < M, 0 \le y < N\}$, bu yerda x,y – piksel koordinatalari, $I(x,y)-$ piksel intensivligi, M,N – tasvir o‘lchamlari (ustun va qatordagi piksellar soni). Tasvirni sonli ko‘rinishga o‘tkazish uchun Python dasturlash tilining Pillow va NumPy kutubxonalaridan foydalanildi. Ikki o‘lchovli diskret Furye almashtirish quyidagicha aniqlanadi:

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{-2\pi j\left(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N}\right)} \qquad (3)$$

bu yerda: $f(x,y)-$tasvir matritsasi elementlari, $F(u,v)-$furye spektridagi kompleks qiymatlar, M va $N-$tasvir o‘lchamlari.

Diskret Furye almashtirishi rasmni sinus va kosinus to‘lqinlar yig‘indisi sifatida ifodalaydi. Shu sababli, DFT natijasi tabiiy ravishda kosinus qismi (haqiqiy) va sinus qismi (mavhum) ga ajraladi [6]. Furye almashtirish natijasida tasvir kompleks sonlardan iborat matritsaga aylanadi. DFT natijasida hosil bo‘ladigan matritsaning har bir elementi kompleks son hisoblanadi: $F(u,v) = R(u,v) + jI(u,v)$, bu yerda: $R(u,v)-$haqiqiy qism; $I(u,v)-$mavhum qism. Kompleks ko‘rinish tasvirning amplituda va faza ma’lumotlarini bir vaqtning o‘zida saqlash imkonini beradi [4, 6]. Bu formula aslida DFT ning to‘liq yig‘indisidan

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{-2\pi j(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})} \qquad (4)$$

kelib chiqadi. Buni ochib ko‘radigan bo‘lsak

$$e^{-2\pi j(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})} = \cos(2\pi(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})) - j\sin(2\pi(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})) \qquad (5)$$

bu ifodani DFT yig‘indisiga qo‘yamiz:

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\left[\cos(\theta) - j\sin(\theta)\right] \qquad (6)$$

bu yerda $\theta = 2\pi(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N})$. Endi qavsni ochib, haqiqiy va mavhum qismlari ajratiladi:

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\cos(\theta) - j\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\sin(\theta) \qquad (7)$$

natijada $R(u,v)$ va $I(u,v)$ ifodalarning aniq ko‘rinishi hosil bo‘ladi.

Buning son ko‘rinishi sifatida matritsaning dastlabki 5x5 elementi oladigan bo‘lsak, u quyidagicha bo‘ladi:

-484.5644736845291+ 11.344578856210177j	19.008140490444816+ 11.57805893400473j	63.117409510184245+ 144.03389177032773j	-258.6678088622641+ 168.78645779089217j	-479.88578532340796- 346.90383064567214j
318.3436924992858- 84.76845641952663j	-424.4760640620499- 91.05041438808018j	-43.85991940236073+ 88.41556517287859j	198.98897615878434+ 158.28648843784254j	273.0568903579607- 251.52432245084236j
51.83325680841827+ 179.38246913050824j	160.30097893931736- 166.31514837649172j	-12.470179807930492- 259.32076067079333j	-39.959259389367226+ 76.11049468491169j	-141.6617102515147- 10.40658591620209j
-114.8784700334906+ 177.64944189034549j	43.60765017388122+ 170.29579810067295j	-18.230497043302762+ 49.63005657571702j	255.06329966231382+ 262.04821659040084j	-222.53459620895114- 118.78382487583076j
-243.19937770606515- 119.42031450005206j	-118.29364032228821- 392.4712221505017j	-737.769418924134+ 346.54071019155185j	-44.98456436549274+ 723.6995850384916j	508.0857055982889+ 111.6947683310021j

Teskari diskret Furye almashtirishi. Chastota sohasida bajarilgan amallardan so‘ng tasvirni qayta tiklash uchun teskari diskret Furye almashtirishi qo‘llaniladi [6]:

$$f(x,y)=\frac{1}{MN}\sum_{u=0}^{M-1}\sum_{v=0}^{N-1}F(u,v)e^{2\pi j\left(\frac{ux}{M}+\frac{vy}{N}\right)}. \qquad (8)$$

Tadqiqot davomida NumPy kutubxonasining *fft2()* va *ifft2()* funksiyalaridan foydalanildi [12]. Furye almashtirish va teskari Furye almashtirish natijalari o‘zaro taqqoslanganda tasvirning deyarli to‘liq tiklanganligi kuzatildi.

Max xatolik: 2.5579538487363607e-13, o‘rtacha xatolik: 3.512121774733278e-14, Min xatolik: 0.0

Xatolik bor elementlar soni: 94591

Birinchi 10 ta xatolik joylari:

(0, 0) -> 8.526512829121202e-14
(0, 2) -> 2.842170943040401e-14
(0, 3) -> 2.842170943040401e-14
(0, 4) -> 1.1368683772161603e-13
(0, 5) -> 8.526512829121202e-14
(0, 6) -> 5.684341886080802e-14
(0, 7) -> 2.842170943040401e-14
(0, 8) -> 2.842170943040401e-14
(0, 9) -> 2.842170943040401e-14
(0, 10) -> 5.684341886080802e-14

Eng katta xatolik joyi: (np.int64(289), np.int64(187))

Qiymati: 2.5579538487363607e-13

Kompyuter tomografiyasi tasvirlarini chastota sohasida filtrlash usullari. Furye almashtirish yordamida tasvir chastota sohasiga o'tkazilgandan so‘ng uning tarkibidagi turli chastotali komponentalarga alohida ishlov berish imkoniyati paydo bo‘ladi. Buning uchun chastota filtrlari qo‘llaniladi [4, 7]. Umumiy holda filtrlangan tasvirning Furye spektrini quyidagicha ifodalash mumkin: $G(u,v)=H(u,v)F(u,v)$, bu yerda, $F(u,v)-$ dastlabki tasvirning Furye spektri, $H(u,v)-$filtrning chastotaviy uzatish funksiyasi, $G(u,v)-$filtrlashdan keying chastota spektri. Shundan so‘ng filtrlangan tasvirni fazoviy sohaga qaytarish uchun teskari Furye almashtirishidan foydalaniladi:

$$g(x,y)=F^{-1}\{G(u,v)\}. \qquad (9)$$

Chastota sohasidagi filtrlash jarayoni uchta asosiy bosqichdan tashkil topadi [4, 7]:

$$f(x,y)\xrightarrow{F}F(u,v)\xrightarrow{H(u,y)}G(u,v)\xrightarrow{F^{-1}}g(x,y).$$

Bu yerda birinchi bosqichda tasvir chastota sohasiga o‘tkaziladi, ikkinchi bosqichda kerakli chastota komponentalari saqlanadi yoki susaytiriladi, uchinchi bosqichda esa qayta ishlangan tasvir fazoviy sohaga qaytariladi.

Low-pass filtr. Low-pass (past chastotali) filtr tasvir tarkibidagi past chastotali komponentalarni saqlab qolib, yuqori chastotali komponentalarni susaytirishga mo‘ljallangan [4, 7]. Ideal past chastotali filtrning uzatish funksiyasi quyidagicha berilishi mumkin:

$$H_{LP}(u,v)=\begin{cases}1, D(u,v)\le D_0,\\ 0, D(u,v)>D_0,\end{cases} \qquad (10)$$

Bu yerda, $D(u,v)-$chastota tekisligidagi markazdan (u,v) nuqtagacha bo‘lgan masofa, D_0-filtrning kesish chastotasi yoki radiusi.

Agar Furye spektri markazlashtirilgan bo‘lsa, D(u,v) quyidagicha aniqlanadi:

$$D(u,v)=\sqrt{(u-u_0)^2+(v-v_0)^2}, \qquad (11)$$

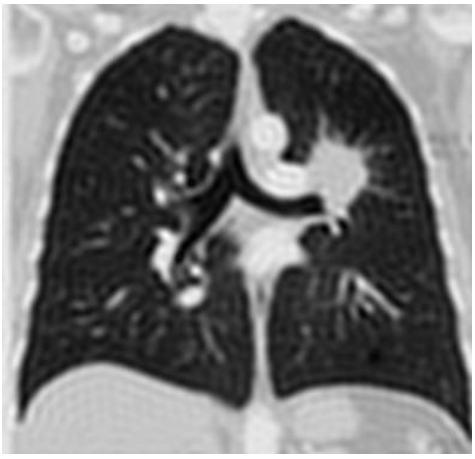
bu yerda $(u_0,v_0)-$chastota spektrining markazi.

Filtrning matematik ma’nosi shundan iboratki, markazga yaqin joylashgan past chastotali komponentalar o‘zgartirilmasdan saqlanadi, markazdan uzoqlashgan yuqori chastotali komponentalar esa olib tashlanadi [4].

Filtrlash: $G_{LP}(u,v)=H_{LP}(u,v)F(u,v)$ ko‘rinishida amalga oshiriladi. Keyin: $g_{LP}(x,y)=F^{-1}\{G_{LP}(u,v)\}$ orqali fazoviy tasvir qayta tiklanadi.

Bizning avvalgi tajribamizda Low-pass filtr qo‘llangandan keyin tasvirning umumiy strukturasi saqlanib qolgan, biroq mayda detallar va yuqori chastotali komponentalar susaygani kuzatilgan.

$$D_0=40$$



1-rasm. Low-pass filtrlangan tasvir

Bu natija Low-pass filtrning asosiy xususiyatini yuqori chastotali komponentalarni susaytirish orqali tasvirni silliqlashini amaliy jihatdan tasdiqlaydi.

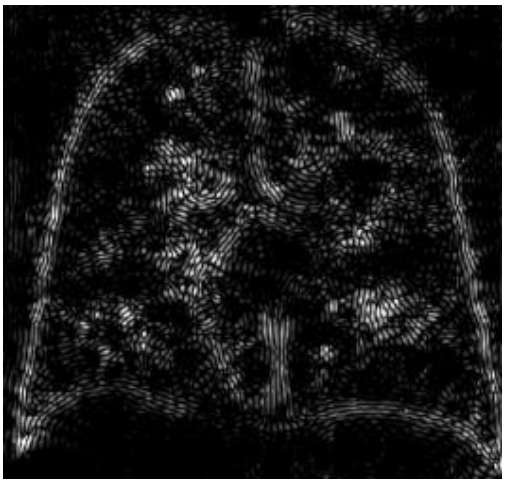
Shu bilan birga, D_0 qiymatining tanlanishi filtr natijasiga bevosita ta’sir qiladi. Kesish radiusi kichiklashtirilsa, yuqori chastotalarning kattaroq qismi olib tashlanadi va tasvir kuchliroq silliqlanadi. Aksincha, D_0 kattalashtirilganda ko‘proq yuqori chastotali komponentalar saqlanib qoladi va tasvirdagi detallar yaxshiroq saqlanadi.

High-pass filtr. High-pass (yuqori chastotali) filtr Low-pass filtrga teskari prinsipda ishlaydi [4, 7]. Uning asosiy vazifasi past chastotali komponentalarni susaytirib, yuqori chastotali komponentalarni saqlab qolishdan iborat. Ideal High-pass filtrning uzatish funksiyasi:

$$H_{HP}(u,v)=\begin{cases}0, D(u,v)\le D_0,\\ 1, D(u,v)>D_0\end{cases}. \qquad (12)$$

Bunda markazga yaqin joylashgan past chastotalar olib tashlanadi, markazdan uzoqroq joylashgan yuqori chastotalar esa saqlanadi. Filtrlangan spektr: $G_{HP}(u,v)=H_{HP}(u,v)F(u,v).$ Teskari Furye almashtirishdan keyin: $g_{HP}(x,y)=F^{-1}\{G_{HP}(u,v)\}$ tasviri hosil qilinadi.

High-pass filtrning muhim xususiyati shundaki, tasvirdagi keskin intensivlik o‘zgarishlari saqlanib qoladi. Tasvir qirralari aynan shunday keskin o‘zgarishlar bilan bog‘liq bo‘lganligi sababli ushbu filtr konturlarni ajratib ko‘rsatishda samarali hisoblanadi [4, 7]. Bizning tajribamizda High-pass filtr qo‘llangandan so‘ng o‘pka tasviridagi qirralar va mayda strukturalarning ajralib chiqishi kuchaygani kuzatildi.



2-rasm. High-pass filtrlangan tasvir

High-pass filtrning o‘ziga xos kamchiligi ham mavjud: shovqin ko‘pincha yuqori chastotali komponentalar tarkibida joylashgani sababli, filtr shovqinni ham kuchaytirib ko‘rsatishi mumkin [7, 9]. Shuning uchun ushbu filtrdan foydalanishda kesish chastotasini oqilona tanlash muhim hisoblanadi.

High-pass filtr – pastki chastotalarni (asosiy yorug‘lik/qorong‘ilik farqlarini) o‘chirib, faqat yuqori chastotali komponentlarni – ya’ni chekkalar, mayda detallar, o‘tkir o‘zgarishlar (o‘pka tomirlari, suyak konturlari, to'qima chegaralari) qoldiradi. Natijada, asosan qora fonda faqat chekka va kontur chiziqlari ko‘rinadigan tasvirga aylanadi (kontrast oshirilgan holda ko‘rsatilgan, aks holda deyarli hech narsa ko‘rinmaydi).

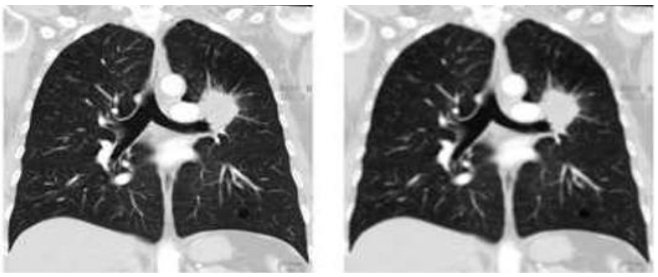
Gauss filtra. Ideal Low-pass va High-pass filtrlarda chastotalarning saqlanish yoki olib tashlanish chegarasi keskin tarzda belgilanadi. Bunday keskin o'tish ayrim hollarda tasvirda ringing effektining paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin [4, 8]. Ushbu muammoni kamaytirish maqsadida chastota komponentalarini silliq ravishda susaytiruvchi Gauss filtridan foydalanish mumkin. Ikki o‘lchovli Gauss filtri:

$$G(x,y)=\frac{1}{2\pi\sigma^2}e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \qquad (13)$$

bu yerda $x, y-$ filtr markazidan boshlab koordinatalar masofasi (markazda *x=0, y=0*), σ (sigma)– Gauss filtrining standart og‘ishi bo‘lib, filtrning chastota bo‘yicha ta’sir darajasini belgilayd (filtrlash parametri).

Gauss filtrining muhim parametrlaridan biri σ hisoblanadi. σ kichik bo‘lganda filtr chastota markazi atrofidagi kichik hududni ko‘proq saqlaydi va natijada kuchliroq silliqlash yuz beradi. σ kattalashganda esa yuqori chastotalarning kattaroq qismi saqlanib qoladi va tasvirdagi detallar nisbatan yaxshiroq saqlanadi. Shuning uchun σ qiymatini tanlash tasvirning shovqin darajasi, kerakli silliqlash darajasi va saqlanishi lozim bo‘lgan detallar xususiyatlariga bog‘liq. Gauss filtri qo‘llangandan keyin tasvirdagi tasodifiy yuqori chastotali komponentalar kamayishi bilan birga, tasvirning umumiy strukturasi saqlanib qoldi. Filtrlash natijasi Low-pass filtrga nisbatan silliqroq va tabiiyroq ko‘rinishga ega bo‘ldi. Ushbu gauss filtrida σ =80 deb olingan.

Asl tasvir Gauss filtrlangan tasvir



3-rasm. Gauss filtrlangan tasvir

Filtrlarning o‘zaro taqqoslanishi. Ko‘rib chiqilgan filtrlarning asosiy farqi ularning chastota komponentalariga ta’sir qilish xarakteri bilan belgilanadi [4].

Filtr	Asosiy vazifasi	Tasvirga ta’siri
Low-pass	Yuqori chastotalarni susaytirish	Silliqlash, shovqinni kamaytirish
High-pass	Past chastotalarni susaytirish	Qirralar va mayda detallarni ajratish
Gauss	Chastotalarni silliq susaytirish	Tabiiyroq silliqlash, ringingni kamaytirish

Ushbu taqqoslashdan ko‘rinadiki, filtrlarni tanlash qayta ishlashdan ko‘zlangan maqsadga bog‘liq [4, 7]. Agar asosiy maqsad shovqinni kamaytirish va tasvirni silliqlash bo‘lsa, Low-pass yoki Gauss filtridan foydalanish maqsadga muvofiq. Agar tasvirdagi qirralar va mayda strukturalarni ajratib ko‘rsatish talab qilinsa, High-pass filtridan foydalanish mumkin.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda kompyuter tomografiyasi tasvirlarini Furye almashtirish asosida chastota sohasida qayta ishlash va filtrlash usullari nazariy hamda amaliy jihatdan tadqiq qilindi. Tadqiqot obyekti sifatida o‘pka kompyuter tomografiyasi tasviridan foydalanilib, dastlab

tasvir raqamli koʻrinishga keltirildi va kulrang tasvirning piksel qiymatlaridan tashkil topgan ikki oʻlchovli sonli matritsa shakllantirildi. Tasvir matritsasiga ikki oʻlchovli diskret Furye almashtirishi qoʻllanilishi natijasida chastota sohasidagi kompleks qiymatli spektr hosil qilindi. Teskari Furye almashtirishi yordamida dastlabki tasvirni qayta tiklash jarayoni amalga oshirilib, original va tiklangan matritsalar oʻrtasidagi farq orqali hisoblash aniqligi baholandi. Tadqiqotning avvalgi hisoblash natijalarida ushbu farq juda kichik qiymatlar tartibida ekanligi kuzatildi, bu esa Furye va teskari Furye almashtirishlarining raqamli hisoblash nuqtai nazaridan yuqori aniqlikda bajarilganligini koʻrsatadi. Low-pass filtr yordamida yuqori chastotali komponentalarni susaytirish natijasida tasvir silliqlashib, mayda detallar va yuqori chastotali oʻzgarishlar kamaygani kuzatildi. High-pass filtr qoʻllanganda esa tasvirning qirralari, konturlari va mayda strukturalari yanada yaqqolroq ajralib chiqdi. Shu bilan birga, yuqori chastotali komponentalar tarkibida shovqin ham mavjud boʻlishi mumkinligi sababli, ushbu filtrdan foydalanishda parametrlarni toʻgʻri tanlash zarurligi aniqlandi. Gauss filtri chastota komponentalarini keskin emas, balki silliq ravishda kamaytirishi bilan boshqa filtrlardan farq qildi. Bu holat Gauss filtrining chastota sohasidagi yumshoq uzatish funksiyasi bilan izohlanadi. Low-pass, High-pass va Gauss filtrlarining har biri tasvirni qayta ishlashda turli vazifalarni bajaradi va filtr tanlovi qoʻyilgan amaliy masalaga bogʻliq holda amalga oshirilishi lozim. Olingan natijalar Furye almashtirish va chastota filtrlash usullaridan kompyuter tomografiyasi tasvirlarini raqamli qayta ishlashda samarali matematik vosita sifatida foydalanish mumkinligini koʻrsatadi.

Adabiyotlar

1. Natterer F. The Mathematics of Computerized Tomography. – Springer, 1986.
2. Доля П.Г. Введение в математические методы компьютерной томографии. – Харьковский Национальный Университет механико-математический факультет, 2015.
3. Kak A.C., Slaney M. Principles of Computerized Tomographic Imaging. – SIAM, 2001.
4. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. – Pearson Education, 2018.
5. Bracewell R. The Furye Transform and Its Applications. – McGraw-Hill, 2000.
6. Oppenheim A. V., Schafer R. W. Discrete-Time Signal Processing. – Pearson, 2014.
7. Pratt W. K. Digital Image Processing. – Wiley-Interscience, 2007.
8. Jain A. K. Fundamentals of Digital Image Processing. – Prentice Hall, 1989.
9. Hansen P.C. Discrete Inverse Problems: Insight and Algorithms. – SIAM, 2010.
10. Engl H.W., Hanke M., Neubauer A. Regularization of Inverse Problems. – Springer.
11. NumPy Documentation. https://numpy.org/

DUAL SANLAR HAQQÍNDA TÚSINIKLER

Tanirbergenov Sadıq Aleuovich – *fizika-matematika ilimleriniń kandidatı, docent*
www.sadiktanirbergenov@gmail.com
Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

ПОНЯТИЕ О ДУАЛЬНЫХ ЧИСЛАХ

Танирбергенов Садык Алеуович – *кандидат физико-математических наук, доцент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

CONCEPTS OF DUAL NUMBERS

Tanirbergenov Sadik Aleuovich – *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: dual son, kommutativlik, assotsiativlik, bazis, halqa, to‘plam, fazo, vektor, geometriya, funksiya, Teylor qatoriga yoyish, hosila.

Rezyume. Maqolada ikki o‘lchovli kommutativ-assotsiativ algebra bo‘lgan dual sonlar algebrasi ko‘rib chiqiladi. Unda dual sonlar ustida bajariladigan algebraik amallar hamda bu sonlarning funksiyalardagi qiymatlari berilgan.

Ключевые слова: дуальное число, коммутативность, ассоциативность, базис, кольцо, множество, пространство, вектор, геометрия, функция, разложение в ряд Тейлора, производная.

Резюме. В статье рассматривается алгебра дуальных чисел, являющаяся двумерной коммутативно-ассоциативной алгеброй. В ней представлены алгебраические операции, выполняемые над дуальными числами, а также значения этих чисел в функциях.

Key words: dual number, commutativity, associativity, basis, ring, set, space, vector, geometry, function, Taylor expansion, derivative.

Summary. The article considers the algebra of dual numbers, which is a two-dimensional commutative associative algebra. The algebraic operations performed on dual numbers, as well as the values of these numbers in functions, are presented.

Kirisiw. Matricalar hám anıqlawıshlar nızamın, sızıqlı keńislikti, tenzorlıq esaplawlardı, invariantlar nızamın úyreniwshi ulıwma algebranıń bólimi sızıqlı algebra dep ataladı.

Eger P haqıyqıy sanlar maydanındaǵı (A,+,·) saqıynanı anıqlawshı A kóplik n ólshemli vektorlıq keńislik bolıp, qálegen $\lambda \in P$ hám $a,b \in A$ elementler ushın

$$\lambda(ab) = (\lambda a)b = a(\lambda b)$$

shárti orınlı bolsa, onda saqıyna hám vektorlıq keńislikten turatuǵın ((A,+,·), A) juplılıq P sanlar maydanındagı n ólshemli algebra dep ataladı.

Biz n ólshemli algebranı Q^n arqalı belgileymiz. Sonda anıqlama boyınsha Q^n algebra bir waqıtta P sanlar maydanındaǵı saqıyna hám usı sanlar maydanındaǵı n ólshemli vektorlıq keńislik boladı.

Eger Q^n algebranıń qálegen eki x,y elementleri $(x, y \in Q^n)$ ushın

$$x \cdot y = y \cdot x \qquad (1)$$

shárt orınlansa, onda bul algebra kommutativlik, al qálegen x,y,z $(x, y, z \in Q^n)$ elementleri ushın

$$(x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z) \qquad (2)$$

shárt orınlansa, onda Q^n algebra associativlik dep ataladı.

Bir waqıttıń ózinde kommutativlik hám associativlik bolatuǵın Q^n algebranı kommutativ-associativlik algebra dep aytamız.

Q^n algebranıń ólshemi onıń rangi dep te ataladı. Onda Q^n algebranıń rangi n ge teń boladı.

Joqarıda aytılǵan Q^n algebranıń anıqlaması boyınsha ol n ólshemli vektorlıq keńislik bolǵanlıqtan usı algebranıń (n sandaǵı) sızıqlı baylanıssız elementleri bar boladı. Algebranıń qálegen $\{\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n\}$ sızıqlı baylanıssız elementlerinen dúzilgen sistema usı algebranıń bazisi dep ataladı. Q^n algebradaǵı sızıqlı baylanıssız elementlerdiń sanı usı algebranıń ólshemine teń boladı.

Q^n algebranıń bazasin $B = \{\xi_1, \xi_2, ..., \xi_n\}$ dep belgileymiz. Vektorlıq keńisliktiń aksioması boyınsha $a \in Q^n$ element B bazistiń sızıqlı baylanıssız elementleri arqalı sızıqlı ańlatıladı, yaǵnıy

$$a = a^1\xi_1 + a^2\xi_2 + ... + a^n\xi_n. \qquad (3)$$

Ádebiyatlar analizi. Dual sanlar algebrası matematikada belgili bolıp, ol Vilyam Kliffordtıń hám Boris Abramovich Rozenfeldtiń jumıslarında ushırasadı [1]-[2].

Talqılaw. Dual sanlar algebrası geometriyada, fizikada hám ilimniń bir-qansha bólimlerinde óziniń qollanılıwlarına iye [3]-[4].

Tiykarǵı bólim. Bul jerde dual sanlar algebrası boyınsha túsinikler beriledi.

Dual san

$$z = x + y\omega;\ x, y \in R \qquad (4)$$

túrinde jazılıp, ω onıń jorıma birligi dep atalıp, ol ω≠1, ω≠-1, $\omega^2 = 0$ qásiyetlerge iye. Eger $\xi_1 = 1,\ \xi_2 = \omega$ dep alınsa, onda (4) teńlik $z = x\xi_1 + y\xi_2$ túrine keledi. Bul jerde $B = \{1, \omega\}$. Sonlıqtan dual sanlar kópligi eki ólshemli algebra boladı hám (4) teńliktegi *x* sanı *z* dual sannıń haqıyqıy bólegi, al *y* sanı jorıma bólegi dep ataladı. Bular sáykes túrde *Rez=x, Imz=y* arqalı belgilenedi. Eki dual sanlar bir-birine teń bolıwı ushın $z_1 = z_2 \Leftrightarrow x_1 = x_2,\ y_1 = y_2$ shárt orınlanıwı kerek. Sonıń menen birge dual sanlardı qosıw, alıw hám kóbeytiw ámelleri mına túrde orınlanadı:

$(a+b\omega) + (s+d\omega) = (a+c) + (b+d)\omega$,

$(a+b\omega) - (s+d\omega) = (a-c) + (b-d)\omega$,

$(a+b\omega)(s+d\omega)=ac+ad\omega+bc\omega+bd\omega^2= ac+(ad+bc)\omega$.

Eki dual sannıń kóbeymesi haqıyqıy san bolıwı ushın $ad+bc=0$ teńliktiń orınlanıwınıń zárúrli hám jetkiliklilik shárti keying teńlikten kelip shıǵadı.

Bul sanlardıń birlik elementlerin kóbeytiw kestesi mına túrde jazıladı:

	1	ω
1	1	ω
ω	ω	0

Bunnan, dual sanlar algebrasınıń strukturalıq turaqlılıǵı tómendegishe bolıwı kelip shıǵadı.

$$C_{ij}^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad C_{ij}^2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

$\overline{z} = x - y\omega$ sanı (4) teńlik penen berilgen z dual sanǵa túyinles san dep ataladı. Bulardıń $z\overline{z} = (x+y\omega)(x-y\omega) = x^2$ kóbeymesi haqıyqıy san boladı. Usı $|z|=x$ sanı z dual sannıń moduli dep ataladı. Dual sannıń $|z|=r$ moduli oń yamasa teris bolıwı múmkin. Berilgen $y\omega$ dual san ushın $|y\omega|=0$. Bunday sanlar noldiń bóliwshileri dep ataladı, yaǵnıy $a\neq 0$, $b\neq 0$ bolǵanda $(a\omega)(b\omega)=0$.

Dual sanlardıń qálegen z_1, z_2, z_3 elementleri ushın,

$$z_1z_2 = (x_1+y_1\omega)(x_2+y_2\omega) = x_1x_2+(x_1y_2+y_1x_2)\omega = x_2x_1+(x_2y_1+y_2x_1)\omega = z_2z_1,$$

$$(z_1z_2)z_3 = [(x_1+y_1\omega)(x_2+y_2\omega)](x_3+y_3\omega) = [x_1x_2+(x_1y_2+y_1x_2)\omega](x_3+y_3\omega) = x_1x_2x_3+(x_1x_2y_3+x_1y_2x_3+y_1x_2x_3)\omega = z_1(z_2z_3)$$

shártler orınlı. Solay etip, dual sanlar kópligi (1) hám (2) shárterge boysınadı eken.

Usı algebranıń elementlerin bóliw ámeli tómendegi túrde orınlanadı:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{x_1+y_1\omega}{x_2+y_2\omega} = \frac{(x_1+y_1\omega)(x_2-y_2\omega)}{(x_2+y_2\omega)(x_2-y_2\omega)} = \frac{x_1x_2+(-x_1y_2+y_1x_2)\omega}{x_2^2} = \frac{x_1}{x_2}+\frac{-x_1y_2+y_1x_2}{x_2^2}\omega.$$

Demek, z_1 sandı z_2 sanǵa bólgenimizde $x_2\neq 0$ bolıwı kerek eken, yaǵnıy bóliwshiniń moduli nolge teń bolmawı kerek.

Moduli nolge teń bolmaǵan dual sanlardı kompleks sanlardıń trigonometriyalıq formasına uqsas formula menen kórsetiwge boladı. Máselen, (4) formula menen berilgen dual sanda $x\neq 0$ bolsın. Bul jaǵdayda:

$$z = x+y\omega = x(1+\frac{y}{x}\omega) = r(1+\omega\varphi). \qquad (5)$$

Bul jerdegi $\frac{y}{x} = \varphi$ san z sanınıń argumenti dep ataladı. Sonda,

$$r = |z| = x, \quad \arg z = \varphi = \frac{y}{x}.$$

Sonıń menen birge mına formulalar orınlı:

$|z_1z_2| = |z_1||z_2| = r_1r_2$, $\arg(z_1z_2)=\arg z_1+\arg z_2=\varphi_1+\varphi_2$.

Dual sannıń argumenti erikli haqıyqıy san, sonday-aq z - haqıyqıy san bolsa ($y=0$) $\varphi=0$ boladı. Túyinles dual sanlardıń modulleri teń, argumentleri belgileri boyınsha qarama-qarsı.

Joqarıdaǵı (5) formula menen berilgen dual sanlar ústinde orınlanatuǵın arifmetikalıq ámellerdi kórip ótemz.

1. $z_1\pm z_2=r_1(1+\omega\varphi_1)\pm r_2(1+\omega\varphi_2)=(r_1\pm r_2)+\omega(\varphi_1\pm\varphi_2)$

2. $z_1z_2=r_1(1+\omega\varphi_1)r_2(1+\omega\varphi_2)= r_1r_2(1+\omega\varphi_2+\omega\varphi_1+\omega^2\varphi_1\varphi_2) = r_1r_2[1+\omega(\varphi_1+\varphi_2)]$.

3. $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1(1+\omega\varphi_1)}{r_2(1+\omega\varphi_2)} = \frac{r_1(1+\omega\varphi_1)(1-\omega\varphi_2)}{r_2(1+\omega\varphi_2)(1-\omega\varphi_2)} = \frac{r_1}{r_2}[1+\omega(\varphi_1-\varphi_2)]$.

4. $z^2=r(1+\omega\varphi)r(1+\omega\varphi)=r^2[1+\omega(\varphi+\varphi)]= r^2(1+2\omega\varphi)$, $z^3= r^3(1+3\omega\varphi)$, . . . , $z^n= r^n(1+\omega n\varphi)$.

5. $$\sqrt[n]{z} = \begin{cases} \sqrt[n]{r}(1+\omega\frac{\varphi}{n}), \ n=2k+1, \ r\neq 0, \\ \pm\sqrt[n]{r}(1+\omega\frac{\varphi}{n}), \ n=2k, \ r>0. \end{cases}$$

Solay etip, moduli nolge teń bolmaǵan taq sanlı túbirge iye dual san bir mánisli funkciya arqalı anıqlanadı, al jup sanlı dárejege iye bolǵan hám oń modulli dual sannıń túbiri eki mánisli funkciyaǵa iye bolıwı keyingi (5) formuladan kórinip turıptı. Moduli nolge teń bolǵan dual sannıń n dárejeli túbiri anıqlanbaǵan.

Endi dual sannıń ayrım funkciyalardaǵı mánisin qaraymız. Bunıń ushın

$$f(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(z_0)}{k!}(z-z_0)^k$$

formula menen berilgen Teylor qatarın kórip óteyik. Biziń jaǵdayımızda,

$$f(x+y\omega) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(x)}{k!}(x+y\omega-x)^k = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(x)}{k!}y^k\omega^k =$$

$$= f(x)+yf'(x)\omega+\omega^2\sum_{k=2}^{\infty}\frac{f^{(k)}(x)}{k!}y^k\omega^{k-2} = f(x)+yf'(x)\omega.$$

Demek, bir ózgegiwshili funkciyanıń dual sanlardaǵı mánisi (6) formula menen anıqlanatuǵın dual san boladı eken.

$$f(x+y\omega) = f(x)+yf'(x)\omega, \quad x,y\in R. \qquad (6)$$

Mısallar: 1. $f(x+y\omega) = e^{x+y\omega}$ funkciyanıń mánisin tabıń.

Sheshiliwi: $f(x)=e^x$, $f'(x)= e^x$ => $f(x+y\omega) = e^{x+y\omega} = e^x+ye^x\omega= e^x(1+y\omega)$.

2. $\ln(x+y\omega) = \ln x + y(\ln x)'\omega = \ln x + \omega y/x$.

3. $\sin(x+y\omega) =\sin x +y(\sin x)'\omega = \sin x +\omega y\cos x$.

4. $\cos(x+y\omega) =\cos x +y(\cos x)'\omega = \cos x - \omega y\sin x$.

5. $e^x(1+y\omega) = e^{x+y\omega} = e^xe^{y\omega} => e^{y\omega} = 1+y\omega$.

Juwmaq. Dual sanlar kópligi eki ólshemli algebra bolıp, onıń bazislik elementleri $\{1, \omega\}$ hám $\omega^2=0$ shártti qanaatlandıradı. Sonıń menen birge bul sanlar ústinde orınlanatuǵın arifmetikalıq ámeller bizlerge belgili bolǵan kompleks sanlarǵa uqsas. Dual sanlar algebrası da matematikanıń kóp bólimlerinde qollanılıwlarǵa iye.

Ádebiyatlar

1. Clifford W.K. Preliminary Scetch of Biquaternions. // Proc. London Math. Soc., s1-4(1), 1871. – P. 381-395.
2. Розенфельд Б.А. Неевклидова геометрия. – Москва: «Гостехиздат», 1955.
3. Рейнсберг Р. Квадратичные пространства над алгеброй дуальных чисел. – Москва: 1975.
4. Гордеев В.Н. Кватернионы и бикватернионы с приложениями в геометрии и механике. – Киев: «Сталь», 2016.

УДК: 628.35:66.081.3:661.183.2:678.742.2

РОЛЬ ОДНОВРЕМЕННОЙ АКТИВАЦИИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИХ ПОРИСТЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНОГО КАРБОНИЗАТА

Умматов Обиджон Олимжонович – *самостоятельный соискатель*
obidzonummatov@gmail.com
Очилов Голибжон Мамаюнусович – *кандидат химических наук, профессор*
Кокандский государственный университет

ЁҒОЧ КАРБОНИЗАТИ БАЗАСИДА МЕТАЛЛ САҚЛОВЧИ ҒОВАКЛИ КОМПОЗИТЛАР ОЛИШДА БИР ВАҚТДА ФАОЛЛАШТИРИШ ВА МОДИФИКАЦИЯЛАШНИНГ РОЛИ

Умматов Обиджон Олимжон ўғли – *мустақил тадқиқотчи*
Очилов Ғолибжон Мамаюнусович – *кимё фанлари доктори, профессор*
Қўқон давлат университети

ROLE OF SIMULTANEOUS ACTIVATION AND MODIFICATION IN OBTAINING METAL-CONTAINING POROUS COMPOSITES BASED ON WOOD CARBONIZATE

Ummatov Obidjon Olimjonovich – *independent researcher*
Ochilov Golibjon Mamayunusovich – *Candidate of Chemical Sciences, Professor*
Kokand State University

Таянч сўзлар: ёғоч карбонизати, металл сақловчи композитлар, бир вақтда фаолаштириш ва модификациялаш, темир (III) хлорид, мис (II) хлорид, рух хлорид, ғовакли структура, рентгенфаза таҳлили.

Резюме. Мақоланинг мақсади – ёғоч чиқиндилари карбонизати асосида темир (III), мис (II) ва рух хлоридлари иштирокида кимёвий фаоллаштириш ва модификациялашни бир вақтда, бир босқичда амалга ошириб, металл сақловчи ғовакли композит сорбентлар олиш қонуниятларини аниқлашдан иборат.

Ключевые слова: древесный карбонизат, металлсодержащие композиты, одновременная активация и модифицирование, хлорид железа (III), хлорид меди (II), хлорид цинка, пористая структура, рентгенофазовый анализ.

Резюме. Цель статьи – выявить закономерности получения металлсодержащих пористых композитных сорбентов на основе карбонизата древесных отходов в одну стадию путём одновременной химической активации и модифицирования хлоридами железа(III), меди (II) и цинка.

Key words: wood carbonizate, metal-containing composites, simultaneous activation and modification, iron(III) chloride, copper(II) chloride, zinc chloride, porous structure, X-ray phase analysis.

Summary. The aim of this work was to establish the regularities of one-step production of metal-containing porous composite sorbents from wood-waste carbonizate by simultaneous chemical activation and modification with iron(III), copper(II) and zinc chlorides.

Введение. Активные угли и другие углеродные сорбенты широко применяются для очистки сточных вод, однако даже при развитой пористой структуре исходная поверхность угля неодинаково эффективно извлекает разные загрязнители [1-3]. Одни органические и неорганические соединения хорошо адсорбируются на угольной поверхности, тогда как другие удерживаются слабо из-за несоответствия заряда поверхности или отсутствия комплементарных функциональных групп. Свойства получаемого угля зависят от природы сырья, условий карбонизации и способа активации [4, 5], поэтому для целенаправленного изменения химии поверхности и пористой структуры, а также для создания на основе углеродных материалов металлсодержащих пористых композитов применяют различные способы модифицирования [6, 7].

Основная цель модифицирования – создание на поверхности угля новых активных центров, изменение её заряда, гидрофильности и кислотно-основных свойств. Для этого используют кислоты, щёлочи, окислители, азот- и серосодержащие реагенты, полимеры и соединения металлов [6]. Выбор способа определяется природой адсорбата и задачей очистки. Обработка кислотами и солями металлов приводит к вскрытию части ранее закрытых пор, изменению химического состава поверхности и росту числа функциональных групп. При этом избыток модификатора может снижать удельную поверхность, но компенсировать это ростом числа химически активных центров [7].

Введение соединений металлов придаёт углю не только адсорбционные, но и каталитические и магнитные свойства. Магнитный активный уголь из отходов сосновых плодов эффективно удаляет тетрациклин и парацетамол из воды [8]; железосодержащие наночастицы изменяют поверхностные и поровые характеристики угля и создают дополнительные координационные центры [9]; ферроцен-модифицированный активный уголь показал более высокую ёмкость по фенолу, чем исходный [10]; углерод, инкапсулирующий оксид железа, обеспечивает одновременное фентоновское разложение и адсорбцию катионных и анионных красителей [11]. Для соединений меди важную роль играют кислородсодержащие функциональные группы поверхности, определяющие связывание ионов Cu(II) [12]. Хлорид цинка, в свою очередь, традиционно применяют как активирующий реагент при получении активных углей из древесины [3].

В качестве сырья для таких сорбентов всё чаще используют древесные и другие растительные отходы – опилки, кожуру цитрусовых, скорлупу арахиса, растительную биомассу [13-15], что снижает себестоимость и решает проблему их утилизации. Параметры химической активации, включая дозу активатора, существенно влияют на адсорбционные характеристики угля из древесных отходов [16]. Однако традиционные многостадийные способы (получение активного угля, последующая пропитка солью металла и высокотемпературное прокаливание) требуют больших затрат энергии, времени и реагентов. Поэтому актуально совмещение химической активации карбонизата и введения металлсодержащей фазы в одной технологической стадии и изучение влияния такого совмещения на свойства композитов.

Научная новизна работы состоит в комплексном сопоставлении влияния природы соли (Fe, Cu, Zn) и её дозы на выход, зольность, содержание металла, пористую структуру, элементный и фазовый состав композитов, получаемых из древесного карбонизата в одну стадию.

Цель исследования – изучить роль одновременной химической активации и модифицирования при получении металлсодержащих пористых композитов на основе древесного карбонизата и установить основные закономерности этого процесса.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1) получить серию композитов с использованием $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ и $ZnCl_2$ при трёх массовых соотношениях соль : карбонизат;

2) определить выход продукта, зольность и содержание металла в композитах;

3) для образцов с соотношением 1:1 охарактеризовать пористую структуру, адсорбционную активность, элементный и фазовый состав.

Материалы и методы.

Исходное сырьё и реагенты. *Исходным материалом служил карбонизат, полученный при 500°C из местных древесных отходов с ограничением кислорода. Карбонизат измельчали и рассеивали до однородной фракции. В качестве реагентов, одновременно выполняющих функции активатора и источника металла, использовали гексагидрат хлорида железа(III) ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$), дигидрат хлорида меди(II) ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$) и безводный хлорид цинка ($ZnCl_2$) аналитической чистоты. Для создания инертной атмосферы применяли аргон высокой чистоты, растворы готовили на дистиллированной воде.*

Методика синтеза композитов.

Пропитка. Массовые соотношения соль: сухой карбонизат составляли 0,5:1,0; 1,0:1,0 и 2,0:1,0. Навеску соли растворяли в минимальном объёме воды и смешивали с карбонизатом до получения однородной пасты. Для равномерного проникновения реагента в поры смесь выдерживали при комнатной температуре 12 ч.

Сушка и термическая активация. Пропитанные образцы сушили при 105 ± 2°C до постоянной массы, помещали в кварцевый трубчатый реактор и продували аргоном для удаления кислорода. Нагрев проводили в токе аргона со скоростью 10°C/мин до 600°C с выдержкой при этой температуре 60 мин.

Отмывка. После охлаждения в инертной атмосфере до температуры ниже 90°C композиты промывали кипящей дистиллированной водой для удаления свободных хлоридов и непрореагировавшей соли. Промывку продолжали до отсутствия хлорид-ионов в фильтрате (качественная проба с 0,1 М раствором $AgNO_3$ по отсутствию белого осадка AgCl). Затем образцы сушили при 105°C и хранили в герметичных стеклянных ёмкостях.

Образцы обозначены как М-х, где М – металл соли (Fe, Cu, Zn), х – массовое соотношение соль: карбонизат (0,5; 1,0; 2,0). Исходный карбонизат обозначен С-500.

Методы исследования.

Пористая структура. Удельную поверхность (S_{BET}) и суммарный объём пор (V_{total}) рассчитывали по изотермам низкотемпературной (77 K) адсорбции–десорбции азота.

Элементный состав (C, O, Cl, Fe, Cu, Zn) определяли JEOL JSM-IT200 серийным СЭМ.

Фазовый состав изучали методом порошковой рентгеновской дифракции на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600 с использованием монохроматического Cu-Kα-излучения (λ = 1,5406 Å) в интервале углов 2θ = 5–80°.

Результаты.

Влияние природы и дозы соли на выход, зольность и содержание металла. ***Основные показатели композитов, полученных при разных соотношениях соль: карбонизат, приведены в таблице 1.***

Таблица 1 – Показатели композитов, одновременно активированных и модифицированных солями металлов (600°C, 60 мин, Ar)

Образец	Соотношение соль: карбонизат	Выход продукта, %	Зольность, %	Содержание металла, %
Fe-0,5	0,5:1,0	72,8	2,9	1,35
Fe-1,0	1,0:1,0	66,1	4,4	2,55
Fe-2,0	2,0:1,0	57,9	6,6	4,15
Cu-0,5	0,5:1,0	74,1	3,1	1,55
Cu-1,0	1,0:1,0	68,3	4,9	2,85
Cu-2,0	2,0:1,0	61,0	7,0	4,60
Zn-0,5	0,5:1,0	76,5	3,5	1,80
Zn-1,0	1,0:1,0	71,2	5,5	3,25
Zn-2,0	2,0:1,0	65,4	7,9	5,10

С увеличением соотношения соль: карбонизат от 0,5:1,0 до 2,0:1,0 выход снижается во всех сериях: для Fe – с 72,8 до 57,9 % (на 14,9 п.п.), для Cu – с 74,1 до 61,0 % (на 13,1 п.п.), для Zn – с 76,5 до 65,4 % (на 11,1 п.п.). Одновременно растут зольность (с 2,9 до 7,9 %) и содержание связанного металла: для Fe – с 1,35 до 4,15 %, для Cu – с 1,55 до 4,60 %, для Zn – с 1,80 до 5,10 %. При любой дозе соли и выход, и зольность, и содержание металла убывают в одном ряду: Zn>Cu>Fe.

Рост содержания металла отстаёт от роста дозы соли: при увеличении соотношения с 0,5 до 1,0 содержание металла возрастает в 1,81-1,89 раза, а с 1,0 до 2,0 – лишь в 1,57-1,63 раза.

Пористая структура и адсорбционная активность. Текстурные характеристики и адсорбционная активность образцов, полученных при соотношении 1:1, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Пористая структура и адсорбционные свойства образцов (600°C, соотношение 1:1)

Образец	S_{BET}, $м^2/г$	V_{total}, $см^3/г$	Активность по йоду, %	Ёмкость по МГ, мг/г
C-500 (исходный карбонизат)	180	0,09	35	45
Zn-1,0	940	0,46	85	230
Fe-1,0	780	0,39	78	195
Cu-1,0	710	0,35	72	180

По сравнению с исходным карбонизатом удельная поверхность композитов возрастает в 3,9-5,2 раза (до 710-940 $м^2/г$), а суммарный объём пор – в 3,9-5,1 раза (до 0,35-0,46 $см^3/г$). Активность по йоду увеличивается с 35 до 72-85 %, ёмкость по метиленовому голубому – с 45 до 180-230 мг/г. Все показатели убывают в одном ряду: Zn > Fe > Cu.

Элементный состав.

Таблица 3 – Элементный состав исходного и модифицированных образцов (EDX), мас.%

Образец	C	O	Cl	Fe	Cu	Zn
C-500	90,842	7,913	–	–	–	–
Fe-1,0	86,028	9,733	0,084	3,215	–	–
Cu-1,0	85,556	10,077	0,093	–	3,386	–
Zn-1,0	84,823	10,304	0,078	–	–	3,932

Углерод остаётся основой всех образцов, однако после модифицирования его доля снижается с 90,842 до 84,823-86,028 мас.%, а содержание кислорода растёт с 7,913 до 9,733-10,304 мас.%. Присутствие металлов подтверждено во всех модифицированных образцах: Fe – 3,215, Cu – 3,386, Zn – 3,932 мас.%. Остаточное содержание хлора не превышает 0,093 мас.% (0,078-0,093 мас.%), что свидетельствует об эффективности отмывки. Значения содержания металла по данным EDX в 1,19-1,26 раза выше интегральных значений таблицы 1 для тех же образцов (2,55; 2,85 и 3,25 %), однако порядок Zn > Cu > Fe сохраняется в обоих случаях.

Фазовый состав (рентгеновская дифракция). На дифрактограмме исходного карбонизата C-500 наблюдаются широкие максимумы при $2\theta \approx 22\text{-}24°$ (плоскость (002)) и 44-46° (направления (100)/(101)), а узких отражений графита нет, т.е. материал имеет аморфно-турбостратную структуру. После модифицирования на фоне широкого углеродного максимума (20-25°) появляются узкие отражения кристаллических фаз, приведённые в таблице 4.

Таблица 4 – Кристаллические фазы в образцах по данным рентгеновской дифракции (интервал 2θ=5–80°)

Образец	Положение Отражений, 2θ, град.	Отнесённая фаза
Fe-1,0	30,2; 35,5; 43,2; 53,6; 57,1; 62,7	оксид железа типа Fe_3O_4
Cu-1,0	35,5; 38,7; 48,7; 53–54; 58–62	оксид меди CuO
Zn-1,0	31,8; 34,4; 36,3; 47,5; 56,6; 62,9; 67,9	оксид цинка ZnO (гексагональная структура)

Отражения отсутствуют на дифрактограммах C-500, поэтому их появление связано с обработкой хлоридами металлов. Среди приведённых отражений линий металлических Fe, Cu и Zn не зафиксировано.

Обсуждение. *Активирующее действие солей и выход продукта.* Снижение выхода при росте дозы соли объясняется усилением дегидратирующего и деструктивного действия хлоридов при 600°C: они ускоряют разрыв поперечных связей органической части, способствуют выделению летучих продуктов и формированию микропор; при большей концентрации реагента активация протекает глубже, а часть углерода уходит в виде газообразных продуктов [3, 5, 16]. Показательно, что при одинаковом массовом соотношении наименьший выход даёт $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, хотя в расчёте на 1 г он содержит наименьшее число молей металла (3,7 ммоль против 5,9 ммоль для $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ и 7,3 ммоль для $ZnCl_2$). Следовательно, потери массы определяются не только количеством катионов, но и природой соли (гидролиз и окислительные свойства Fe(III), наличие кристаллизационной воды). Это предположение требует проверки методами термического анализа.

Развитие пористой структуры. При соотношении 1:1 удельная поверхность возрастает в 3,9-5,2 раза, причём порядок Zn > Fe > Cu не совпадает с порядком выхода (Zn > Cu > Fe): образец Fe-1,0 имеет меньший выход, но большую S_{BET}, чем Cu-1,0, т.е. выход и пористость связаны неоднозначно. Ёмкость по метиленовому голубому, отнесённая к удельной поверхности, практически постоянна для всех образцов (0,24-0,25 $мг/м^2$: у C-500 – 0,25; Zn-1,0 – 0,24; Fe-1,0 – 0,25; Cu-1,0 – 0,25). Это означает, что в условиях испытания прирост ёмкости по катионному красителю определяется прежде всего развитием пористой структуры, а не специфическим вкладом металлических центров. Функциональную роль металлсодержащей фазы (комплексообразование, окислительно-восстановительные и каталитические свойства, магнитная сепарация [8, 9, 11]) в данной работе не оценивали; её необходимо проверить отдельно, в том числе на анионных адсорбатах и в каталитических тестах.

Состав и фазовое состояние металлов. Рост содержания кислорода (на 1,8–2,4 мас.%) согласуется с образованием оксидных фаз, выявленных методом рентгеновской дифракции (Fe_3O_4-тип, CuO, ZnO), и с развитием кислородсодержащих групп на поверхности. Широкий углеродный максимум сохраняется, следовательно, металлсодержащие фазы формируются как отдельные кристаллические частицы на поверхности и

в порах аморфной углеродной матрицы. По одним лишь данным рентгеновской дифракции нельзя утверждать, что катионы Fe^{3+}, Cu^{2+} и Zn^{2+} входят в углеродную решётку, а химическое состояние металлов после термообработки изменяется. Кроме того, магнетит и маггемит трудно различимы лабораторной дифракцией, поэтому железосодержащая фаза указана как «Fe_3O_4-типа». Для уточнения состояния железа целесообразны дополнительные методы (например, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия).

Баланс золы и оксидов; удержание металла. Чтобы проверить согласованность данных таблицы 1, содержание металла было пересчитано на оксиды Fe_3O_4, CuO и ZnO (фазы, выявленные для образцов 1:1) и сопоставлено с зольностью (таблица 5). Разность между зольностью и расчётным содержанием оксида составляет 0,86–1,55 % и не имеет выраженной зависимости от дозы соли; это порядка доли элементов, не учтённых в элементном составе С-500 (≈1,2 %). Это согласуется с тем, что зола композитов образована преимущественно оксидами металлов. Для строгой проверки необходимо определить зольность исходного карбонизата.

Таблица 5 – Сопоставление зольности с расчётным содержанием оксидов (расчёт по данным таблицы 1)

Образец	Содержание металла, %	Расчётное содержание оксида, %	Зольность, %	Зольность – оксид, %
Fe-0,5	1,35	1,87	2,9	1,03
Fe-1,0	2,55	3,52	4,4	0,88
Fe-2,0	4,15	5,74	6,6	0,86
Cu-0,5	1,55	1,94	3,1	1,16
Cu-1,0	2,85	3,57	4,9	1,33
Cu-2,0	4,60	5,76	7,0	1,24
Zn-0,5	1,80	2,24	3,5	1,26
Zn-1,0	3,25	4,05	5,5	1,45
Zn-2,0	5,10	6,35	7,9	1,55

Примечание. Пересчёт выполнен в предположении, что металл присутствует в виде Fe_3O_4 (72,4 % Fe), CuO (79,9 % Cu) и ZnO (80,3 % Zn).

Оценка удержания металла показывает, что при соотношении 1:1 в композите остаётся лишь около 5-8 % введённого металла (Fe ≈ 8 %, Cu ≈ 5 %, Zn ≈ 5 %, при расчёте выхода на массу карбонизата), а основная часть удаляется при отмывке в виде растворимых соединений. Это согласуется с тем, что рост содержания металла отстаёт от роста дозы соли (раздел 3.1): при высоких дозах часть введённой соли не удерживается в композите.

Ограничения работы и перспективы. Текстурные, адсорбционные, элементные и фазовые характеристики получены для образцов с соотношением 1:1, тогда как влияние соотношения 0,5:1,0 и 2,0:1,0 охарактеризовано по выходу, зольности и содержанию металла. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение пористой структуры всей серии, изотерм и кинетики адсорбции (в том числе анионных адсорбатов), морфологии (СЭМ), функциональных групп (ИК-спектроскопия), термического поведения, а также на оптимизацию температуры и времени активации.

Выводы:

1. Реализован одностадийный способ получения металлсодержащих пористых композитов из древесного карбонизата путём одновременной химической активации и модифицирования хлоридами Fe(III), Cu(II) и Zn (соотношение соль : карбонизат 0,5:1,0–2,0:1,0, 600 °C, 60 мин, аргон).

2. С ростом соотношения соль: карбонизат от 0,5:1,0 до 2,0:1,0 выход композитов снижается на 11,1-14,9 п.п. (до 57,9-65,4 %), зольность и содержание металла растут (до 6,6-7,9 % и 4,15-5,10 %); рост содержания металла отстаёт от роста дозы соли в 1,6-1,9 раза при её удвоении. Наибольшее содержание металла достигнуто в образцах Zn-2,0 (5,10 %), Cu-2,0 (4,60 %) и Fe-2,0 (4,15 %).

3. При соотношении 1:1 удельная поверхность увеличивается со 180 до 710–940 $м^2/г$, объём пор – с 0,09 до 0,35-0,46 $см^3/г$, активность по йоду – с 35 до 72-85 %, ёмкость по метиленовому голубому – с 45 до 180-230 мг/г; все показатели убывают в ряду Zn > Fe > Cu.

4. По данным EDX и рентгеновской дифракции металлы (3,2–3,9 мас.%) присутствуют в виде кристаллических фаз типа Fe_3O_4, CuO и гексагонального ZnO при сохранении аморфно-турбостратной углеродной матрицы; остаточное содержание хлора не превышает 0,093 мас.%.

5. Полученные композиты перспективны как основа многофункциональных сорбентов; соотношение 1:1 может использоваться как базовый режим для дальнейших испытаний. Функциональная роль металлсодержащей фазы в адсорбции и катализе требует отдельного подтверждения.

Литература

1. Muxammadiev B.Q. Technology of Activated Carbons. – Tashkent: «Fan va texnologiya», 2019.

2. Basharatov I.A. et al. Production and properties of carbon adsorbents. // Uzbek Chemical Journal, 2021, № 3. – P. 45-51.

3. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. – Ленинград: «Химия», 1984.

4. Spencer W., Senanayake G., Altarawneh M., Ibana D., Nikoloski A.N. Review of the effects of coal properties and activation parameters on activated carbon production and quality. // Minerals Engineering, 2024, Vol. 212. – Article 108712.

5. Siipola V., Tamminen T., Källi A., Lahti R., Romar H., Rasa K., Keskinen R., Hyväluoma J., Hannula M., Wikberg H. Effects of biomass type, carbonization process, and activation method on the properties of bio-based activated carbons. // BioResources, 2018, Vol. 13, № 3. – P. 5976-6002.

6. Wang B., Lan J., Bo C., Gong B., Ou J. Adsorption of heavy metal onto biomass-derived activated carbon: review. // RSC Advances, 2023, Vol. 13, № 7. – P. 4275-4302.

7. Kim W.K., Kim K.H., Vellingiri K., Younis S.A., Boukhvalov D.W. Tailoring the adsorption potential and selectivity of microporous carbon through a two-step chemical-thermal modification approach. // Chemical Engineering Journal, 2025, Vol. 518. – Article 164820.

8. Hashemzadeh F., Ariannezhad M., Derakhshandeh S.H. Sustainable removal of tetracycline and paracetamol from water using magnetic activated carbon derived from pine fruit waste. // Scientific Reports, 2024, Vol. 14. – Article 16346.

9. Lompe K.M. et al. The influence of iron oxide nanoparticles upon the adsorption of organic matter on magnetic powdered activated carbon. // Water Research, 2017, Vol. 123. – P. 30-39.

10. Mqehe-Nedzivhe K.C., Ojo B.O., Mabuba N. Tailoring mesoporous ferrocene-modified activated carbon for phenol removal in wastewater. // Adsorption, 2025, Vol. 31. – Article 49.

11. Haris M., Zavabeti A., Khan M.W., Murdoch B.J., Paz-Ferreiro J., Mahmood N., Eshtiaghi N. Carbon encapsulated iron oxide for simultaneous Fenton degradation and adsorption of cationic and anionic dyes from water. // Journal of Environmental Chemical Engineering, 2022, Vol. 10. – Article 108968.

12. Hotová G. et al. The role of the oxygen functional groups in adsorption of copper (II) on carbon surface. // Science of the Total Environment, 2020, Vol. 711. – Article 135436.

13. Dhorabe P.T., Lataye D.H., Ingole R.S. Adsorption of p-nitrophenol onto Acacia glauca sawdust and waste orange peels activated carbon: Application of Taguchi's design of experiment. // SN Applied Sciences, 2019, Vol. 1.

14. Wu H., Chen R., Du H., Zhang J., Shi L., Qin Y., Yue L., Wang J. Synthesis of activated carbon from peanut shell as dye adsorbents for wastewater treatment. // Adsorption Science & Technology, 2019, Vol. 37. – P. 74-85.

15. Moheb M., El-Wakil A.M., Awad F.S. Highly porous activated carbon derived from the papaya plant for superior adsorption of alizarin red S and methylene blue dyes from wastewater. // RSC Advances, 2025, Vol. 15. – P. 7957-7968.

16. Chang J., Lee J.-Y. Machine learning-based prediction of the adsorption characteristics of biochar from waste wood by chemical activation. // Materials, 2024, Vol. 17. – Article 5359.

17. ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый. Технические условия.

18. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ СВЯЗЬ ЗАПЫЛЁННОСТИ АТМОСФЕРЫ И ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ В КАРАКАЛПАКСТАНЕ

Уразымбетова Эльзура Пулатовна – *доктор философии по техническим наукам, доцент*
elzurau@gmail.com
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук
Тлеумуратова Бийбигуль Сарыбаевна – *доктор физико-математических наук, профессор*
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

QORAQALPOG‘ISTONDA ATMOSFERA ChANGLANIShI VA OVQAT HAZM QILISh A’ZOLARI KASALLIKLARI BILAN BIRLAMChI KASALLANIShNING FAZOVIY-VAQT BOG‘LIQLIGI

Urazimbetova Elzura Pulatovna – *texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti
Tleumuratova Biybigul Saribayevna – *fizika-matematika fanlari doktori, professor*
Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti

SPATIO-TEMPORAL ASSOCIATION BETWEEN ATMOSPHERIC DUST AND THE PRIMARY INCIDENCE OF DIGESTIVE DISEASES IN KARAKALPAKSTAN

Urazimbetova Elzura Pulatovna – *Doctor of philosophy in technical sciences (PhD), associate professor*
Karakalpak State University named after Berdakh, Karakalpak scientific research institute of natural sciences
Tleumuratova Biybigul Saribayevna – *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*
Karakalpak scientific research institute of natural sciences

Таянч сўзлар: атмосфера чангланиши, овқат ҳазм қилиш аъзолари касалликлари, бирламчи касалланиш, чанг аэрозоллари, корреляцион тахлил, панел регрессия.

Резюме. 2009-2024 йилларда Қорақалпоғистонда атмосфера чангланишининг овқат ҳазм қилиш аъзолари касалликлари билан бирламчи касалланиш даражаси билан фазовий-вақт боғлиқлиги ўрганилди. Чанг аэрозолларининг кўчишини моделлаштириш ва расмий статистик маълумотлар асосида корреляцион, панель, зонал таҳлил ва барқарорлик таҳлили қўлланилган. Кўрсаткичларнинг йиллик ўзгаришлари ўртасида сезиларли барқарор умумий боғлиқлик аниқланмаган, бироқ йиллик фарқ билан шимолий, марказий ва жанубий ҳудудлар ўртасида фазовий нотекислик белгилари аниқланган.

Ключевые слова: запылённость атмосферы, болезни органов пищеварения, первичная заболеваемость, пылевые аэрозоли, корреляционный анализ, панельная регрессия.

Резюме. Исследована пространственно-временная связь запылённости атмосферы с первичной заболеваемостью болезнями органов пищеварения в Каракалпакстане за 2009-2024 гг. На основе моделирования переноса пылевых аэрозолей и официальной статистики применены корреляционный, панельный, зональный анализ и анализ устойчивости. Значимая устойчивая общая связь между межгодовыми изменениями показателей не установлена, однако при годовом лаге выявлены признаки пространственной неоднородности между северной, центральной и южной зонами.

Key words: atmospheric dust, digestive diseases, primary morbidity, dust aerosols, correlation analysis, panel regression.

Summary. The spatio-temporal association between atmospheric dust and the primary incidence of digestive diseases in Karakalpakstan during 2009-2024 was investigated. Correlation, panel, zonal, and robustness analyses were performed using modelled dust aerosol transport data and official statistics. No significant robust overall association between year-to-year changes in the indicators was established; however, at a one-year lag, evidence of spatial heterogeneity was identified among the northern, central, and southern zones.

Введение. Влияние факторов окружающей среды на здоровье населения особенно важно в регионах с высокой природной пылевой нагрузкой. По данным Global Burden of Disease 2021, значительная часть бремени заболеваний пищеварительной системы связана с изученными факторами риска [1]. Исследования указывают на возможные ассоциации $PM_{2.5}$ и PM_{10} с заболеваниями желудочно-кишечного тракта [2, 3]; предполагаемые механизмы включают воспаление, окислительный стресс, нарушение кишечного барьера и микрофлоры [2, 4].

Для аридных территорий особое значение имеет пустынная пыль, содержащая минеральные частицы, соли, металлы и биологические компоненты [5]. В Каракалпакстане природная запылённость формируется переносом пыли с Аралкума, Устюрта, Кызылкума и Каракумов [6, 7]. При этом состояние здоровья зависит также от качества воды, социально-бытовых условий и доступности медицинской помощи [8]. Цель исследования – оценить пространственно-временную связь природной запылённости атмосферы с первичной заболеваемостью болезнями органов пищеварения в Каракалпакстане за 2009–2024 гг., включая межгодовые изменения и возможный годовой лаг.

Материалы и методы. Исследование охватывало 17 административных единиц Каракалпакстана. В статистический анализ включены 15 территорий с сопоставимыми экологическими и медицинскими рядами за 2009–2024 гг (рис.1). Тахиаташский и Бозатауский районы не включали в полный временной ряд. Для оценки пространственной неоднородности территории объединяли в северную, центральную и южную зоны.

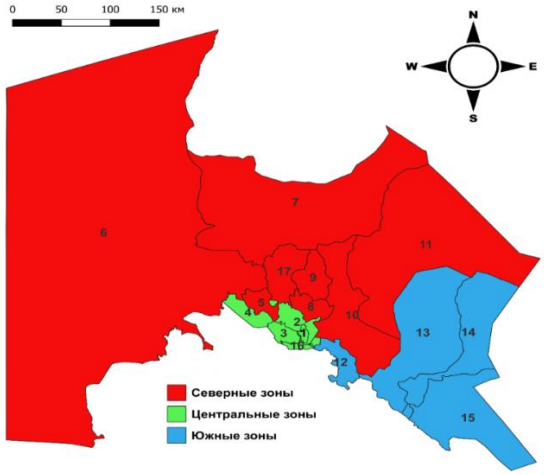


Рис. 1. *Территория исследования (1 – г. Нукус; 2 – Нукусский р-н; 3 – Ходжейли; 4 – Шуманай; 5 – Канлыкуль; 6 – Кунград; 7 – Муйнак; 8 – Кегейли; 9 – Чимбай; 10 – Караузяк; 11 – Тахтакупыр; 12 – Амударья; 13 – Беруний; 14 – Элликкала; 15 – Турткуль; 16 – Тахиаташ; 17 – Бозатау).*

Экологическим показателем служили расчётные среднегодовые концентрации природной пыли, обусловленные суммарным переносом от Аралкума, Устюрта, Кызылкума и Каракумов. Расчёты выполняли модифицированной гауссовой моделью Ермака [6, 7]. Показателем здоровья являлась первичная заболеваемость болезнями органов пищеварения (МКБ-10, K00–K93) на 100 тыс. населения по данным Министерства здравоохранения Республики Каракалпакстан.

Связь исходных рядов оценивали коэффициентами Пирсона и Спирмена. Для уменьшения влияния временного тренда анализировали первые разности. Основную оценку проводили панельной регрессией первых разностей с фиксированными эффектами лет [9]. Lag 0 отражал одновременную связь, Lag 1 – связь изменения запылённости с изменением заболеваемости в следующем году. Устойчивость результатов проверяли с использованием кластеризованных и HC3-стандартных ошибок, робастной регрессии Хьюбера и метода последовательного исключения одной территории [10]. Анализ выполняли в Python при α=0,05; пространственное сопоставление – в QGIS 3.32.

Результаты и обсуждение. Пространственное сопоставление показало отсутствие прямого территориального соответствия: районы с наиболее высокой средней запылённостью не совпадали с территориями максимальной первичной заболеваемости (рис. 2).

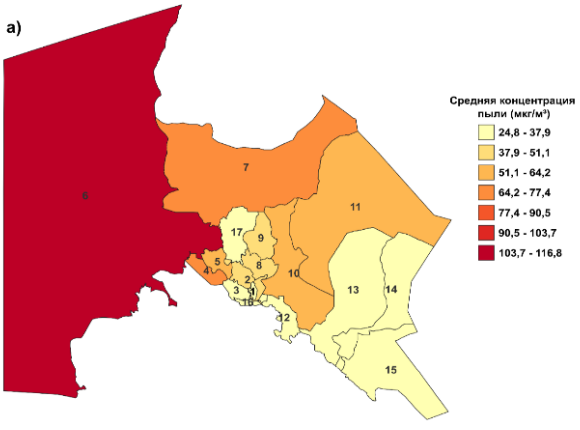


Рис. 2. *Средние значения запылённости атмосферы (а) и первичной заболеваемости болезнями органов пищеварения (б), 2009–2024 гг.*

Корреляции исходных рядов различались между районами и преимущественно не достигали статистической значимости. После перехода к первым разностям значимых связей не выявлено. Наиболее выраженная отрицательная связь отмечена в Кунградском районе (r=−0,49; p=0,06; ρ=−0,48; p=0,07).

Панельная регрессия также не выявила статистически значимой общей связи. Для Lag 0 увеличение запылённости на 10 мкг/м³ соответствовало изменению заболеваемости на −56,28 случая на 100 тыс. населения (95 % ДИ: −187,38; 74,83; p=0,40). Для Lag 1 коэффициент составил 24,12 (95 % ДИ: −106,21; 154,45; p=0,72). Доверительные интервалы включали ноль; R^2 составил 0,12 и 0,10.

Таблица 1. Основные результаты панельной регрессии

Модель	n	β на 10 мкг/м³	95 % ДИ	p	R^2
Lag 0	225	−56,28	−187,38; 74,83	0,40	0,12
Lag 1	210	24,12	−106,21; 154,45	0,72	0,10

Зональный анализ выявил различия в направлении коэффициентов (рис.3). Для Lag 0 они составили −72,65, 20,46 и 43,84 случая на 100 тыс. в северной, центральной и южной зонах соответственно; различия были незначимыми (p=0,31). Для Lag 1 коэффициенты составили 46,49, −81,63 и −106,90. Совместный тест зонального взаимодействия для Lag 1 был значимым при кластерных стандартных ошибках (p=0,001), поэтому результат дополнительно проверяли на устойчивость.

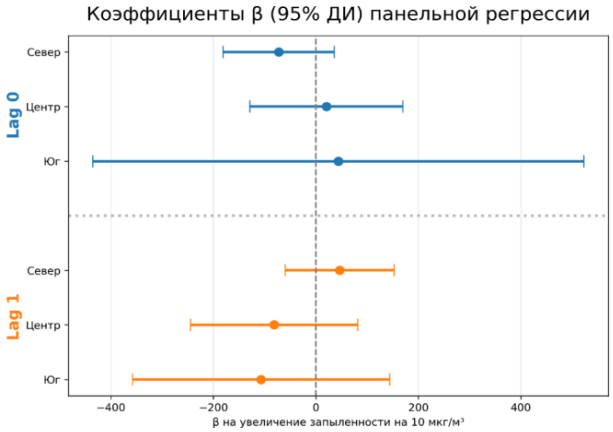


Рис. 3. *Коэффициенты β (95 % ДИ) панельной регрессии по зонам Каракалпакстана*

Проверки устойчивости не изменили основного результата. При HC3 β составил −56,28 (p=0,30) для Lag 0 и 24,12 (p=0,66) для Lag 1; робастная регрессия Хьюбера дала −36,92 (p=0,27) и 4,90 (p=0,88). Leave-one-out анализ также не приводил к статистической значимости общей модели.

Для Lag 1 зональное взаимодействие оставалось значимым при кластерных стандартных ошибках, но не подтверждалось при HC3 (p=0,26). При последовательном исключении территорий зональные различия сохраняли значимость в 13 из 15 моделей и исчезали при исключении Кунградского и Шуманайского районов. Это указывает на возможную пространственную неоднородность отсроченной связи, однако её статистическая устойчивость ограничена.

В целом анализ не подтвердил устойчивой общей связи между межгодовыми изменениями природной запылённости и первичной заболеваемостью болезнями органов пищеварения. Интерпретация должна учитывать влияние качества питьевой воды, питания, социально-экономических условий, доступности медицинской помощи и особенностей регистрации заболеваний.

Заключение. За 2009-2024 гг. прямого пространственного соответствия между средними уровнями природной запылённости и первичной заболеваемости болезнями органов пищеварения в Каракалпакстане не выявлено. Анализ первых разностей и панельная регрессия не подтвердили статистически значимой устойчивой общей связи ни для Lag 0, ни для Lag 1. Вместе с тем при годовом лаге обнаружены признаки различий между северной, центральной и южной зонами, чувствительные к способу оценки стандартных ошибок. Результат требует дальнейшего анализа с учётом других экологических и социально-демографических факторов.

Литература

1. Zhong P., et al. Persistent health inequality in the global burden of digestive diseases attributable to risk factors: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. // BMJ Public Health, 2026, Vol. 4, № 2.
2. Zhao H., et al. Effects of air pollution on the development and progression of digestive diseases: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. // BMC Public Health, 2025, Vol. 25, № 1. – P. 183.
3. Li J., et al. Air pollutants, genetic susceptibility, and the risk of incident gastrointestinal diseases: a large prospective cohort study. // Environmental Research, 2024, Vol. 247. – P. 118182.
4. Van Pee T., et al. Ambient particulate air pollution and the intestinal microbiome: a systematic review of epidemiological, in vivo and in vitro studies. // Science of the Total Environment, 2023, Vol. 878. – P. 162769.
5. Sanchez de la Campa A., et al. Chemical and microbiological characterization of atmospheric particulate matter during an intense African dust event in Southern Spain. // Environmental Science & Technology, 2013, Vol. 47, № 8. – P. 3630-3638.
6. Urazimbetova E. P. Modelling the dust content of the atmosphere of Karakalpakstan soil aerosol from deserts. // Universum: tekhnicheskie nauki, 2024, № 5(122). – P. 51-56.
7. Urazimbetova E., Tleumuratova B. Dust migration from expanding deserts near Amudarya: Modeling and assessment. // E3S Web of Conferences, 2025, Vol. 646. – P. 00013.
8. Crighton E. J., et al. What have we learned? A review of the literature on children's health and the environment in the Aral Sea area. // International Journal of Public Health, 2011, Vol. 56, № 2. – P. 125-138.
9. Baltagi B. H. Econometric analysis of panel data. – 6th ed. – Cham: Springer, 2021.
10. Huber P. J. Robust estimation of a location parameter. // The Annals of Mathematical Statistics, 1964, Vol. 35, № 1. – P. 73-101.

QORAQALPOQ TILI UChUN SUBWORD TOKENIZATSIYA ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI

Uteuliev Nietbay Uteulievich – *fizika-matematika fanlari doktori, professor*
utewlievn@mail.ru
Abdalieva Gulistan Rafikovna – *filologiya fanlari doktori (DSc)*
Asenbaev Nurbek Adilbaevich – *assistent o'qituvchi*
Orazbaev Jaqsilik Abdimuratovich – *assistent o'qituvchi*
Nukus davlat texnika universiteti
Asenbaeva Dalloris Adilbay qizi – *tayanch doktorant*
dallorisasenbaeva@gmail.com
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СУБСЛОВНОЙ ТОКЕНИЗАЦИИ ДЛЯ КАРАКАЛПАКСКОГО ЯЗЫКА

Утеулиев Ниетбай Утеулиевич – *доктор физико-математических наук, профессор*
Абдалиева Гулистан Рафиковна – *доктор филологических наук (DSc)*
Асенбаев Нурбек Адилбаевич – *ассистент преподаватель*
Оразбаев Жаксылык Абдимуратович – *ассистент преподаватель*
Нукусский государственный технический университет
Асенбаева Даллорис Адилбаевна – *базовый докторант*
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий

COMPARATIVE ANALYSIS OF SUBWORD TOKENIZATION ALGORITHMS FOR THE KARAKALPAK LANGUAGE

Uteuliev Nietbay Uteulievich – *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*
Abdalieva Gulistan Rafikovna – *Doctor of Philological Sciences (DSc)*
Asenbaev Nurbek Adilbaevich – *Assistant Lecturer*
Orazbaev Jaqsilik Abdimuratovich – *Assistant Lecturer*
Nukus State Technical University
Asenbaeva Dalloris Adilbayena – *PhD Student*
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Tayanch so'zlar: qoraqalpoq tili, tokenizatsiya, subword, BPE, WordPiece, Unigram, Byte-Level BPE.

Rezyume. Maqolada qoraqalpoq tili uchun BPE + Metaspace, WordPiece, Unigram + Metaspace va Byte-Level BPE algoritmlarining 12 konfiguratsiyasi taqqoslandi. Tokenizatorlar 22 913 ta train yozuvida o'qitilib, 234 validation hujjatida baholandi. 8K lug'atda Unigram 1,443 token/so'z, 16K va 24K lug'atlarda BPE 1,279 va 1,205 natija berdi. Ketma-ketlik uzunligi, lug'atdan foydalanish va embedding hajmi bo'yicha BPE + Metaspace 16K muvozanatli nomzod sifatida tanlandi.

Ключевые слова: каракалпакский язык, токенизация, субсловные единицы, BPE, WordPiece, Unigram, Byte-Level BPE.

Резюме. Сравнены 12 конфигураций BPE + Metaspace, WordPiece, Unigram + Metaspace и Byte-Level BPE для каракалпакского языка. Токенизаторы обучались на 22 913 записях и оценивались на 234 документах. Unigram показал 1,443 токена на слово при 8K, а BPE — 1,279 и 1,205 при 16K и 24K. С учётом длины последовательности, использования словаря и размера embedding-слоя BPE + Metaspace 16K выбран как сбалансированный кандидат.

Key words: Karakalpak language, tokenization, subword, BPE, WordPiece, Unigram, Byte-Level BPE.

Summary. Twelve BPE, WordPiece, Unigram, and Byte-Level BPE configurations were compared for Karakalpak. The tokenizers were trained on 22,913 records and evaluated on 234 documents. Unigram achieved 1.443 tokens per word at 8K; BPE achieved 1.279 and 1.205 at 16K and 24K. Considering sequence length, vocabulary utilization, and embedding size, BPE + Metaspace 16K was selected as the balanced candidate.

Kirish. Transformer modellarida matn token identifikatorlari ketma-ketligi sifatida qayta ishlanadi. Tokenizator tanlovi ketma-ketlik uzunligi, lug'at va embedding hajmi, noma'lum belgilarni qamrab olish hamda hisoblash xarajatlariga bevosita ta'sir qiladi. Subword yondashuv so'z darajasidagi ochiq lug'at muammosi bilan belgi darajasidagi uzun ketma-ketlik o'rtasida muvozanat yaratadi. Sennrich, Haddow va Birch BPE yordamida kam uchraydigan so'zlarni kichik birliklar orqali ifodalash samaradorligini ko'rsatgan [1]. Kudo Unigram modelini [2], Kudo va Richardson esa xom matndan o'qitiladigan SentencePiece tizimini taklif qilgan [3]. WordPiece BERT modellarida [4], Byte-Level BPE esa 31enerative modellar oilasida keng qo'llanadi [5].

Qoraqalpoq tili 31enerative31ve bo'lgani sababli negizga qo'shimchalar ketma-ket qo'shilib, ko'plab so'z shakllarini hosil qiladi. Cheklangan lug'atda ularning barchasini alohida token sifatida saqlash samarasiz, haddan tashqari mayda segmentatsiya esa kontekst oynasidan foydalanishni pasaytiradi. Lotin yozuvidagi Á, Ǵ, Í, Ń, Ó, Ú va I kabi belgilar matnni yo'qotishsiz qayta tiklash talabini ham kuchaytiradi. Kam resursli tillarning NLPda yetarli namoyon bo'lmasligi [6] hamda maxsus monolingual tokenizatorning model natijalariga ta'siri [7] qoraqalpoq tili uchun alohida tajriba zarurligini ko'rsatadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi qoraqalpoq tilidagi yangiliklar korpusi asosida BPE + Metaspace, WordPiece, Unigram + Metaspace va Byte-Level BPE algoritmlarini 8 000, 16 000 va 24 000 birlikli lug'atlarda bir xil sharoitda taqqoslash hamda 31enera 31enerative til modeli uchun dastlabki nomzodlarni aniqlashdan iborat. O'rganilgan ilmiy manbalarda qoraqalpoq tili uchun aynan shu to'rtta

algoritm va uchta lug‘at hajmini yagona protokolda baholagan ish aniqlanmadi. Shu sababli tadqiqot qoraqalpoq tili tokenizatorlari uchun qayta tiklanadigan boshlang‘ich benchmarkni taqdim etadi.

Metodologiya. Tajribalarda Dalloris/karakalpak-news-corpus-private-v1 korpusining 1aed9f88432139e66f46f470948f7ab0ea60f70e commit versiyasi ishlatildi. Lug‘at faqat 22 913 ta train yozuvida o‘rganildi; 234 hujjat va 70 179 so‘zdan iborat validation qismi baholash uchun qo‘llandi. Test qismi ishlatilmadi. Matnlar NFC shakliga normallashtirildi, katta-kichik harflar saqlandi. Minimal chastota 2, maksimal token uzunligi 32, maxsus tokenlar <pad>, <unk>, <bos> va <eos> etib belgilandi.

Baholashda bir so‘zga to‘g‘ri keladigan tokenlar soni, noma’lum tokenlar, exact round-trip, lug‘atdan foydalanish, hujjat tokenlarining 95-foizli chegarasi, kodlash tezligi va 512 o‘lchamli embedding parametrlari hisoblandi. Generativ model uchun UNK = 0 va exact round-trip kamida 99,9 foiz qat’iy filtr sifatida olindi. Keyin lug‘at hajmi va token/so‘z bo‘yicha Pareto chegarasi aniqlandi. Yashirin vaznlangan umumiy ball qo‘llanmadi, chunki uning og‘irliklari subyektiv bo‘lishi mumkin.

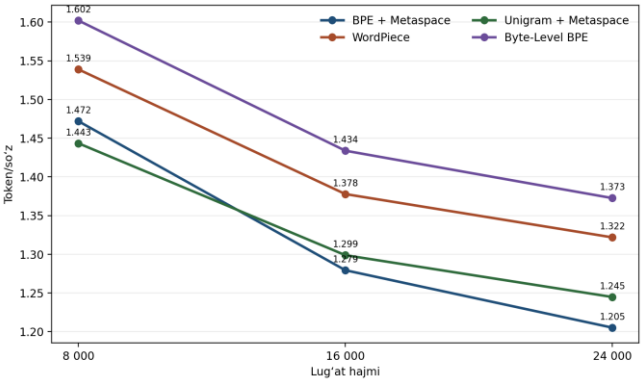
Natijalar va muhokama. To‘rtta algoritm va uchta lug‘at hajmi bo‘yicha jami 12 ta tajriba bajarildi. Barcha konfiguratsiyalarda noma’lum tokenlar soni nol bo‘ldi. BPE + Metaspace, Unigram + Metaspace va Byte-Level BPE matnni 100 foiz aynan tikladi. WordPiece uchun round-trip 0,427 foiz bo‘lib, bu noma’lum token emas, BertPreTokenizer va decoderning bo‘shliq hamda tinish belgilarini normallashtirish xususiyati bilan izohlanadi. Shu bois WordPiece masked model uchun rad etilmaydi, lekin qo‘shimcha sozlashsiz causal modelning asosiy nomzodi sifatida olinmadi.

1-jadval. Tokenizatorlarni validation qismida taqqoslash natijalari

Usul	Vocab	O‘qitish, s	Token/so‘z	Round-trip, %	Vocab, %	p95 token	Matn/s
BPE + Metaspace	8K	39.85	1.472	100.000	89.61	1643.3	1122.5
WordPiece	8K	23.75	1.539	0.427	83.77	1695.7	959.1
Unigram + Metaspace	8K	250.56	1.443	100.000	87.91	1591.0	905.8
Byte-Level BPE	8K	27.04	1.602	100.000	88.41	1720.3	807.3
BPE + Metaspace	16K	22.76	1.279	100.000	75.08	1428.7	1106.4
WordPiece	16K	20.89	1.378	0.427	67.70	1510.0	1037.5
Unigram + Metaspace	16K	204.28	1.299	100.000	67.97	1451.4	854.6
Byte-Level BPE	16K	25.98	1.434	100.000	71.02	1544.6	797.2
BPE + Metaspace	24K	22.46	1.205	100.000	60.51	1340.7	1130.6
WordPiece	24K	22.22	1.322	0.427	53.08	1449.1	1025.3
Unigram + Metaspace	24K	199.21	1.245	100.000	53.04	1387.1	832.7
Byte-Level BPE	24K	25.97	1.373	100.000	55.80	1474.3	774.9

8K lug‘atda eng kam fragmentatsiya Unigram + Metaspace’da kuzatildi: 1,443 token/so‘z. BPE + Metaspace 1,472, WordPiece 1,539 va Byte-Level BPE 1,602 natija berdi. Unigramning o‘qitish vaqti 250,56 soniya bo‘lib, BPEdan 6,3 marta uzoq davom etdi. 16K lug‘atda BPE + Metaspace 1,279 token/so‘z bilan birinchi o‘rinni oldi; Unigram 1,299, WordPiece 1,378 va Byte-Level BPE 1,434 natija ko‘rsatdi. BPE 16K uchun lug‘atdan foydalanish 75,08 foiz, p95 hujjat uzunligi 1 428,7 token va embedding hajmi 8,192 million parametrni tashkil etdi.

24K lug‘atda BPE + Metaspace 1,205 token/so‘z bilan eng qisqa ketma-ketlikni yaratdi. Biroq 16K dan 24K ga o‘tish fragmentatsiyani faqat 5,80 foiz kamaytirdi, embedding parametrlarini 50 foiz oshirdi va lug‘atdan foydalanishni 75,08 foizdan 60,51 foizga tushirdi. Demak, eng past token/so‘z qiymati umumiy jihatdan eng maqbul konfiguratsiyani avtomatik belgilamaydi.



1-rasm. Lug‘at hajmi va bir so‘zga to‘g‘ri keladigan tokenlar soni

Lug‘at kattalashgan sari barcha algoritmlarda fragmentatsiya kamaydi. 8K dan 24K ga o‘tishda token/so‘z BPE uchun 18,12 foiz, Byte-Level BPE uchun 14,32 foiz, WordPiece uchun 14,11 foiz va Unigram uchun 13,76 foiz qisqardi. Shu bilan birga 24K konfiguratsiyalarida validationda lug‘atdan foydalanish 53,04–60,51 foizgacha pasaydi. BPE mazkur korpusda ketma-ketlikni qisqartirish bo‘yicha eng katta foydani berdi.

Generativ filtr va Pareto tahlili uchta nomzodni ajratdi: Unigram + Metaspace 8K, BPE + Metaspace 16K va BPE + Metaspace 24K. Unigram 8K 4,096 million embedding parametri bilan eng tejamkor; BPE 24K eng qisqa ketma-ketlikni berdi; BPE 16K esa ular orasidagi muvozanatni ta’minladi. BPE 16K 24K variantga qaraganda 4,096 million kam embedding parametrini talab qiladi, token/so‘z farqi esa 0,074 ni tashkil etadi. Shu sababli BPE + Metaspace 16K keyingi causal Transformer tajribasi uchun asosiy nomzod sifatida tavsiya qilindi.

2-jadval. Pareto chegarasidagi dastlabki nomzodlar

Konfigu-ratsiya	Token/so‘z	Vocab, %	p95 token	Embedding, mln	Asosiy afzallik
Unigram + Metaspace 8K	1,443	87,91	1 591,0	4,096	Kichik embedding
BPE + Metaspace 16K	1,279	75,08	1 428,7	8,192	Muvozanatli
BPE + Metaspace 24K	1,205	60,51	1 340,7	12,288	Eng qisqa ketma-ketlik

Olingan natijalar maxsus til tokenizatori va lug‘at qamrovi muhimligi haqidagi Rust va hammualliflar xulosasiga mos keladi [7]. BPEning 16K va 24K lug‘atlarda kichikroq fragmentatsiya berishi uning kam uchraydigan birliklarni korpus chastotasiga ko‘ra bosqichma-bosqich birlashtirish xususiyati bilan bog‘liq. Unigram 8Kning tejamkor natijasi esa kichik hisoblash budjetida muqobil konfiguratsiya sifatida ahamiyatli. Biroq bu taqqoslash algoritmlarning til modeli sifatidagi ustunligini emas, faqat keyingi nazoratli tajriba uchun asoslangan nomzodlarni ko‘rsatadi.

Tadqiqot faqat ichki tokenizer metrikalariga va yangiliklar domeniga tayangan. Morfema chegaralari, kirill yozuvi, badiiy matnlar hamda til modeli sifati tekshirilmadi. Ichki fragmentatsiya downstream sifatni har doim to‘liq bashorat qilmasligi sababli [8], yakuniy tanlov uchun Pareto nomzodlari bilan bir xil arxitekturali til modelini o‘qitish zarur.

Xulosa. Qoraqalpoq tili uchun to‘rtta subword algoritmining 12 konfiguratsiyasi bir xil protokolda baholandi. Barcha tajribalarda UNK nol bo‘ldi. 8K lug‘atda Unigram + Metaspace, 16K va 24K lug‘atlarda BPE + Metaspace eng kam fragmentatsiyani ko‘rsatdi. 24K BPE eng qisqa ketma-ketlikni bergan bo‘lsa-da, embedding hajmi va lug‘atdan foydalanish hisobga olinganda BPE + Metaspace 16K muvozanatli tanlov bo‘ldi. Keyingi bosqichda Unigram 8K, BPE 16K va BPE 24K bir xil kichik Transformer modelida loss, bits per character va generatsiya sifati bo‘yicha tekshirilishi lozim.

Adabiyotlar

1. Sennrich R., Haddow B., Birch A. Neural Machine Translation of Rare Words with Subword Units. // Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). – Berlin, Germany: Association for Computational Linguistics, 2016. – P. 1715-1725.

2. Kudo T. Subword Regularization: Improving Neural Network Translation Models with Multiple Subword Candidates. // Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). – Melbourne, Australia: Association for Computational Linguistics, 2018. – P. 66-75.

3. Kudo T., Richardson, J. SentencePiece: A Simple and Language Independent Subword Tokenizer and Detokenizer for Neural Text Processing. // Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations. – Brussels, Belgium: Association for Computational Linguistics, 2018. – P. 66-71.

4. Devlin J., Chang, M.-W., Lee, K., Toutanova, K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. // Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1. – Minneapolis, Minnesota: Association for Computational Linguistics, 2019. – P. 4171-4186.

5. Radford A., Wu J., Child R., Luan D., Amodei D., Sutskever I. Language Models are Unsupervised Multitask Learners. – OpenAI Technical Report. – OpenAI, 2019.

6. Joshi P., Santy S., Budhiraja A., Bali K., Choudhury M. The State and Fate of Linguistic Diversity and Inclusion in the NLP World. // Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. – Association for Computational Linguistics, 2020. – P. 6282-6293.

7. Rust P., Pfeiffer J., Vulić I., Ruder S., Gurevych I. How Good is Your Tokenizer? On the Monolingual Performance of Multilingual Language Models. // Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers). – Association for Computational Linguistics, 2021. – P. 3118-3135.

8. Ali M., Fromm M., Thellmann K., et al. Tokenizer Choice For LLM Training: Negligible or Crucial? // Findings of the Association for Computational Linguistics: NAACL 2024. – Mexico City, Mexico: Association for Computational Linguistics, 2024. – P. 3907-3924.

SOLIQ TIZIMIDA BOShQARUV QARORLARINI QABUL QILIShNI MATEMATIK MODELLAShTIRISh VA TAHLIL QILISh

Yakubov Sabir Xalmuradovich – *texnika fanlari doktori, professor*
O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti
Harbiy aviatsiya instituti aviatsiya mutaxassislarining bilim va ko‘nikmalarini baholash markazi
Jamalova Gulchexra Babakulovna – *katta o‘qituvchi*
gulchexrajamalova7@gmail.com
Qarshi davlat texnika universiteti

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В НАЛОГОВОЙ СИСТЕМЕ

Якубов Сабир Халмурадович – *доктор технических наук, профессор*
Центр оценки знаний и навыков специалистов авиации Института военной авиации
Университет военной безопасности и обороны Республики Узбекистан
Жамалова Гульчехра Бабакуловна – *старший преподаватель*
Каршинский государственный технический университет

MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF MANAGEMENT DECISION-MAKING IN THE TAX SYSTEM

Yakubov Sabir Khamuradovich – *Doctor of Technical Sciences, Professor*
Center for Assessment of Knowledge and Skills of Aviation Specialists of the Institute of Military Aviation of the University of Military Security and Defense of the Republic of Uzbekistan
Jamalova Gulchekhra Babakulovna – *Senior Lecturer*
Karshi State Technical University

Tayanch so‘zlar: matematik model, bir mahsulotli korxona, soliqqa tortish, soliqdan bo‘yin tovlash, fiskal funksiya, soliq yuki, Laffer nuqtasi.

Rezyume. Maqolada soliqqa tortiladigan bir maqsadli ishlab chiqarish tizimining matematik modeli ko‘rib chiqilib, soliq yukining ortishi sharoitida belgilangan fiskal to‘lovlardan og‘ish hisobga olinadi. Yalpi daromad, soliqqacha bo‘lgan foyda, sof foyda, fiskal funksiya va soliq yukini ifodalovchi funksiyalar o‘rtacha soliq stavkasiga bog‘liq holda quriladi. Model ishlab chiqarish hajmi, tadbirkor foydasi va davlat budjeti daromadlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni tahlil qilish imkonini beradi. Hisob-kitoblar soliq majburiyatlari to‘liq bajarilganda fiskal funksiya maksimumga ega bo‘lishi, ya’ni Laffer effekti namoyon bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Ключевые слова: математическая модель, однопродуктовое предприятие, налогообложение, уклонение от уплаты налогов, фискальная функция, налоговая нагрузка, точка Лаффера.

Резюме. В статье рассматривается математическая модель одноцелевой производственной системы с налогообложением, в которой учитывается отклонение от установленных фискальных платежей в условиях увеличения налоговой нагрузки. Построены функции валового дохода, прибыли до налогообложения, чистой прибыли, фискальная функция и функция налоговой нагрузки в зависимости от средней налоговой ставки. Модель позволяет анализировать взаимосвязь между объёмом производства, прибылью предпринимателя и доходами государственного бюджета. Расчёты показывают, что при полном выполнении налоговых обязательств фискальная функция может иметь максимум, то есть может проявляться эффект Лаффера.

Key words: mathematical model, single-product enterprise, taxation, tax evasion, fiscal function, tax burden, Laffer point.

Summary. The article examines a mathematical model of a single-purpose production system with taxation, taking into account deviations from established fiscal payments under conditions of increasing tax burden. Functions of gross income, pre-tax profit, net profit, the fiscal function, and the tax burden are constructed as functions of the average tax rate. The model makes it possible to analyze the relationship between production volume, the entrepreneur’s profit, and government budget revenues. The calculations show that, when tax obligations are fully met, the fiscal function may reach a maximum, indicating the possible manifestation of the Laffer effect.

Введение. Совершенствование налоговой системы в Узбекистане – одна из ключевых задач экономической политики. Вопросам анализа разнообразных проблем, связанных с решением этой задачи, посвящено огромное количество работ [1, 2]. К числу важнейших проблем налогообложения относится установление критических параметров налоговой нагрузки, которые способствуют нахождению баланса между финансовыми интересами государства и бизнеса: издавна известно, что при слишком высоких ставках налога деловая активность и уровень производства могут снизиться настолько, что в результате этого отчисления в бюджет существенно упадут.

Для анализа этой зависимости применяется математическое моделирование. Концепция Лаффера связывает налоговые доходы государства T со средней налоговой ставкой t и предполагает возможность существования точки максимума фискальной функции. В модели важен не только уровень ставки, но и поведение налогоплательщика при росте налогового бремени.

Идея кривой Лаффера была «очевидной», когда поступления в бюджет отсутствуют как при нулевой, так и при стопроцентной ставке налога. В первом случае сборы налогов не осуществляются, а во втором – отсутствие поступлений в бюджет связано со

снижением до нуля производственной активности. Поэтому существует некоторое пороговое значение («точка Лаффера»), при котором налоговые доходы государства максимальны. Важно отметить, что снижение налоговых доходов государства при высоких налоговых ставках связано не только с падением трудовой активности, но и с частичным переходом предприятия из легальной экономики в теневую, поскольку рост налогового бремени усиливает мотивации экономических агентов к уклонению от уплаты налогов (tax evasion) [3, 7, 8].

Следует отметить, были известно о теоретической зависимости денежных доходов государства *T* от средней ставки налога *t* знали и до Лаффера [1]. Поэтому, по-видимому, правильнее бы назвать не «кривой Лаффера», а «эффект Лаффера» или «концепции Лаффера», учитывая под этим нелинейную особенность фискальной функции *T*(*t*), согласно которой эта зависимость имеет точку максимума. Концепция кривой Лаффера лежит в основе экономической теории предложения, согласно которой для стимулирования экономического роста необходимо сокращать предельные налоговые ставки.

Исследования эффекта Лаффера можно разделить на математическое моделирование производственных и фискальных процессов и эконометрическую оценку соответствующих зависимостей по статистическим данным. В данной работе используется микроуровневый подход, позволяющий связать параметры отдельного предприятия с бюджетными поступлениями.

Функцию налоговой нагрузки на макроуровне можно представить как совокупность отраслевых и частных функций. Поэтому исследование отдельного производственного комплекса позволяет выявлять механизмы, которые затем могут учитываться при анализе более крупных налоговых систем.

Методы исследования. В модели предприятие рассматривается как единственный производитель определённого вида продукции. Спрос задаётся линейной функцией, затраты – квадратичной функцией, а средняя налоговая ставка t включает совокупность налоговых изъятий. Доля декларируемой выручки ε зависит от ставки налога и отражает возможное сокрытие части доходов. Оптимальный объём производства определяется из максимизации чистой прибыли при ограничении минимальной рентабельности.

Предприятие рассматривается как единственный производитель определённого вида продукции. Затраты описываются квадратичной функцией, спрос – линейной функцией, а цена устанавливается так, чтобы спрос соответствовал предложению. Средняя налоговая ставка t включает совокупность налоговых изъятий и задаётся как экзогенный параметр. Одновременно учитывается возможность занижения декларируемой выручки: доля ε изменяется от 0 до 1 и может уменьшаться при росте налоговой нагрузки.

Следовательно, чистая прибыль предпринимателя и доходы бюджета зависят от объёма выпуска x, средней налоговой ставки t и доли декларируемой выручки ε. Объём производства определяется из задачи максимизации чистой прибыли при выполнении ограничения по минимальной рентабельности. Полученная система уравнений позволяет оценивать влияние налоговой политики на выпуск, прибыль и бюджетные поступления.

Функция издержек:

$$C(x) = c + nx = mx^2 \quad (1)$$

где x объем выпуска продукции ($x \geq 0$) , фиксированные издержки, m, n – постоянные положительные параметры.

1. Цена товара:

$$p(x) = a - bx, \quad (2)$$

где a, b – положительные параметры.

2. Выручка от продажи товара:

$$R(x) = xp(x) \quad (3)$$

4. Прибыль предпринимателя до налогообложения:

$$W(x) = R(x) - C(x). \quad (4)$$

5. База налогообложения:

$$G(x, \varepsilon) = \varepsilon R(x), \quad (5)$$

где ε – доля декларируемой выручки ($0 \leq \varepsilon \leq 1$).

6. Налоговые поступления в бюджет:

$$T(x, t, \varepsilon) = tG(x, \varepsilon), \quad (6)$$

где t – налоговая ставка (доля всех налогов в цене товара, процент от декларируемой выручки от продажи).

7. Чистая прибыль предпринимателя:

$$\pi(x, t, \varepsilon) = W(x) - T(x, t, \varepsilon). \quad (7)$$

8. Ограничение на рентабельность:

$$\frac{100\pi(x,t,\varepsilon)}{C(x)} \geq \gamma, \quad (8)$$

где γ – значение нижнего уровня рентабельности в процентах. Если условие (8) не выполняется, то предприятие прекращает функционирование (в этом случае $x = 0$).

9. Налоговая нагрузка (отношение налоговых отчислений к прибыли предпринимателя до налогообложения в процентах):

$$S(x, t, \varepsilon) = \frac{100G(x,t,\varepsilon)}{W(x)} \quad (9)$$

10. Доля декларируемой выручки:

$$\varepsilon = \varepsilon(t, \varepsilon_0, \varepsilon_1, t_*, \lambda) \quad (10)$$

где ε_0, ε_1, t_*, λ – параметры, $\varepsilon(t, \varepsilon_0, \varepsilon_1, t_*, \lambda)$ четырехпараметрическая невозрастающая функция, которая удовлетворяет условиям $\varepsilon(0, \varepsilon_0, \varepsilon_1, t_*, \lambda)=\varepsilon_0$, $\varepsilon(_1, \varepsilon_0, \varepsilon_1, t_*, \lambda)=\varepsilon_1$ В случае $\varepsilon_0=\varepsilon_1=1$ функция (10) отражает поведение

законопослушного предпринимателя ($\varepsilon=1$ при любом t).

Итак, предприниматель принимает решение об объеме производства и его цене при заданных значениях параметров t и ε на основе решения задачи:

$$\pi(x, t, \varepsilon) \rightarrow \max \quad (11)$$

При этом должно выполняться условие (8). Здесь, в силу уравнений (1)-(7), для функций чистой прибыли $\pi(x, t, \varepsilon)$ и налоговых отчислений $T(x, t, \varepsilon)$ получаем соответственно:

$$\pi(x, t, \varepsilon) = (1 - t\varepsilon)(a - bx)x - c - nx - mx^2, \quad (12)$$

$$T(x, t, \varepsilon) = t\varepsilon(a - bx)x, \quad (13)$$

где ε вычисляется по формуле (10).

Функцию (12) можно переписать так:

$$\pi(x, t, \varepsilon) = [(1 - t\varepsilon)b + m][x_0^2 - (x - x_0)^2] - c. \quad (14)$$

Здесь $x_0=x_0(t, \varepsilon)$ объем выпуска продукции, который вычисляется по формуле

$$x_0(t,\varepsilon) = \frac{a(1-t\varepsilon)-n}{2(b(1-t\varepsilon)+m)}. \quad (15)$$

Из формулы (14) следует, что максимум функции прибыли достигается при $x=x_0(t, \varepsilon)$.

Оптимальный объем производства (15) монотонно уменьшается при увеличении налоговой ставки t при фиксированном значении параметра ε. Оптимальный объем производства монотонно увеличивается в случае уменьшения доли декларируемого объёма производства при фиксированном значении налоговой ставки t (т. е. при уменьшении значения параметра ε).

Для оптимального значения прибыли предпринимателя, соответствующих налоговых поступлений в бюджет и налоговой нагрузки при фиксированных значениях параметров ε и t получаем:
$\pi(x_0(t, \varepsilon), t, \varepsilon) = h(t, \varepsilon)$; $T(x_0(t, \varepsilon), t, \varepsilon) = w(t, \varepsilon)$; $S(x_0(t, \varepsilon), t, \varepsilon) = g(t, \varepsilon)$,

где $h(t, \varepsilon) = (b(1-t\varepsilon) + m)x_0^2 - c$; $w(t, \varepsilon) = t\varepsilon x_0 (a - bx_0)$; $g(t, \varepsilon) = 100w(t, \varepsilon) / (w(t, \varepsilon) + h(t, \varepsilon))$; а x_0 вычисляется по формуле (15). Поэтому:

$$h(t,\varepsilon) = \frac{[a(1-t\varepsilon)-n]^2}{4(b(1-t\varepsilon)+m} - c, \quad (16)$$

$$w(t,\varepsilon) = t\varepsilon\frac{a(1-t\varepsilon)-n}{4(b(1-t\varepsilon)+m)^2}[b(a(1-t\varepsilon)+n)+2ma], \quad (17)$$

а прибыль монополиста до налогообложения равна $r(t, \varepsilon)=h(t, \varepsilon)+w(t, \varepsilon)$.

Результаты и обсуждение. В обоих случаях прибыль до налогообложения и чистая прибыль снижаются при увеличении ставки t. Налоговые поступления сначала растут, затем достигают максимума и уменьшаются, что соответствует проявлению эффекта Лаффера. В модели максимум достигается примерно при t*=0,60 для ε=1 и t*=0,75 для ε=0,8.

Минимальный уровень рентабельности принят равным 15 % (γ=0,15). С ростом налоговой ставки рентабельность уменьшается. Для ε=1 порог 15 % достигается примерно при t=0,76, а для ε=0,8 – примерно при t=0,95; после этого предприятие в рамках модели прекращает функционирование.

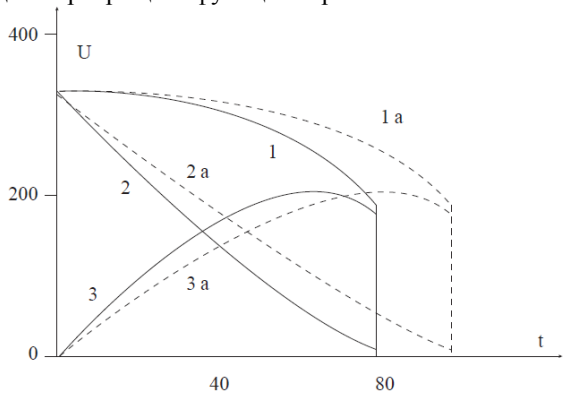


Рис.1. Графики зависимостей прибыли предпринимателя до налогообложения $U=r(t, \varepsilon)$ (линии 1 и 1a), оптимальной чистой прибыли предпринимателя $U=h(t, \varepsilon)$ (линии 2 и 2a) и налоговых поступлений в бюджет $U=w(t, \varepsilon)$ (линии 3 и 3a) от величины налоговой ставки для двух случаев: при ε=1 и ε=0,8 соответственно.

При рассмотрении фискальной кривой уровень налогообложения, при котором налоговые поступления максимальны, часто называют оптимальным [1]. Однако при увеличении налогового бремени не только снижаются стимулы предпринимателей к инициативе, но и усиливается их переход из легальной экономики в теневую. Это подтверждают проведённые выборочные расчёты, согласно которым увеличение налоговой ставки сопровождается ростом налоговой нагрузки в обоих случаях. Так, в первом случае при налоговой ставке 60% налоговая нагрузка составляет 80%. Поэтому при больших параметрах налоговой нагрузки адекватность модели снижается: в реальности в такой ситуации предприниматель пытается уйти от налогов.

Если предприниматель не уклоняется от уплаты налогов (ε=1), оптимальную ставку целесообразно определять как максимум бюджетных поступлений при ограничениях на предельно допустимую налоговую нагрузку и рентабельность. При максимально допустимой нагрузке 30 % модель даёт ставку около 20 %, а при ограничении 80 % – около 60 %. Это показывает, что сама точка максимума фискальной функции не должна автоматически рассматриваться как практически приемлемая ставка.

При усилении уклонения от налогов предположим, что декларируемая доля снижается от ε=0,8 до ε=0,55 по мере роста ставки. В этом случае фискальная функция может не иметь выраженного максимума: увеличение ставки в диапазоне 35–50 % почти не увеличивает бюджетные поступления, а их уровень сопоставим с поступлениями при ставке около 25 % при добросовестном исполнении обязательств.

Заключение. Предложенная модель учитывает влияние средней налоговой ставки, производственного объёма и доли декларируемой выручки на прибыль предприятия и доходы бюджета. Расчёты показывают, что при полном исполнении налоговых обязательств фискальная функция может иметь максимум, однако практическая налоговая ставка должна определяться с учётом допустимой налоговой нагрузки и минимальной рентабельности. При росте уклонения от уплаты налогов увеличение ставки может перестать приводить к заметному росту бюджетных поступлений. Модель тем самым позволяет обосновывать управленческие решения с учётом компромисса между фискальными интересами государства и устойчивостью деятельности предприятия.

Литература

1. Ананиашвили Ю.Ш., Папава В.Г. Налоги и макроэкономическое равновесие: лафферо-кейнсианский синтез. – Стокгольм: Издательский дом CA&CC Press, 2010.

2. Антипов В.И. Компьютерное моделирование влияния гипотетической налоговой реформы на динамику ВВП. // Вестник Университета (Государственный университет управления), 2018, № 1. – С. 5-13.

3. Балацкий Е.В. Точки Лаффера и их количественная оценка. // Мировая экономика и международные отношения, 1997, № 12. – С. 85-94.

4. Cremer H., Firouz G. Tax evasion and optimal commodity taxation. // Journal of Public Economics, 1993, I. 50. – C. 261-275.

5. Laffer A. The Laffer curve: Past, Present, and Future [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.heritage.org/taxes/report/the-laffer-curve-past-present-and-future/ (дата обращения: 15.11.2018).

6. Trabandt M., Uhlig H. The Laffer Curve Revisited. // Journal of Monetary Economics, 2011, V. 58. – P. 305-327.

7. Якубов М.С., Жамалова Г.Б. Интеллектуальные модели и методы поддержки принятия управленческих решений в налоговой службе. Современные концепции научных исследований. 72- я Международная научная конференция. – Москва: «Евразийское Научное Объединение», 2021, № 2 (72) Февраль.

8. Жамалова Г.Б. Информационное моделирование с применением искусственных нейронных сетей. // Academic research in educational sciences, Vol. 1, ISSUE 3, 2020.

KREMNIY NAMUNALARINI OLMOS SIMLI KESISh QURILMASIDA TAYYORLASh VA MARGANETS, TEMIR, NIKEL KIRISHMA ATOMLARI O‘ZARO TA’SIRINI O‘RGANISh UChUN METODIK YONDAShUV

Zikrillayev Xayrulla Fatxullayevich – *fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent*
zikrillayev_khayrulla@tdtu.uz
Hamroqulov Shahzodbek Ixtiyor o‘g‘li – *tayanch doktorant*
hamroqulovsh1993@gmail.com
Toshkent davlat texnika universiteti

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ КРЕМНИЯ МЕТОДОМ АЛМАЗНОЙ ПРОВОЛОЧНОЙ РЕЗКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ МАРГАНЦА, ЖЕЛЕЗА И НИКЕЛЯ

Зикриллаев Хайрулла Фатхуллаевич – *кандидат физико-математических наук, доцент*
Хамрокулов Шахзодбек Ихтиёрович – *базовый докторант*
Ташкентский государственный технический университет

METHODOLOGY FOR THE PREPARATION OF SILICON SAMPLES BY DIAMOND WIRE SAWING FOR THE INVESTIGATION OF INTERACTIONS AMONG MANGANESE, IRON, AND NICKEL IMPURITY ATOMS

Zikrillaev Khayrulla Fatkhullaevich – *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*
Hamrokulov Shahzodbek Ikhtiyorovich – *Doctoral student*
Tashkent State Technical University

Tayanch so‘zlar: kremniy, STX-402 namunalarni kesish uchun olmos simli kesish qurilma, namuna tayyorlash, marganets, temir, nikel, diffuziya, klaster, kirishma atomlar

Rezyume. Maqolada kremniy namunalarini ilmiy tajribaga tayyorlashning muhim bosqichi – olmos simli kesish usuli ko‘rib chiqilgan. STX-402 olmos simli kristall kesish qurilmasining tuzilishi, ishlash prinsipi va texnik imkoniyatlari taqdim etilgan. Ushbu imkoniyatlardan foydalangan holda 1mm×5mm×10mm o‘lchamdagi kremniy namunalari tayyorlangan. Kremniy asosidagi marganets (Mn), temir (Fe) va nikel (Ni) kirishma atomlari hamda ularning klasterlararo o‘zaro ta’sirini tadqiq etish uchun takrorlanuvchan o‘lchamga ega namunalarni tayyorlash metodik asos sifatida qaraladi.

Ключевые слова: кремний, STX-402 алмазная проволочная установка для резки образцов, подготовка образцов, марганец, железо, никель, диффузия, кластеры, примесные атомы.

Резюме. В статье рассмотрен важный этап подготовки образцов кремния к научному эксперименту – метод алмазной проволочной резки. Представлены конструкция, принцип работы и технические возможности установки для алмазной проволочной резки кристаллов STX-402. С использованием данной установки были подготовлены образцы кремния размером 1мм×5мм×10мм. Подготовка образцов с воспроизводимыми геометрическими размерами рассматривается как методическая основа для исследования примесных атомов марганца (Mn), железа (Fe) и никеля (Ni) в кремнии, а также их межкластерного взаимодействия.

Key words: silicon, STX-402 diamond wire sawing machine, sample preparation, manganese, iron, nickel, diffusion, clusters, impurity atoms.

Summary. The article considers an important stage in the preparation of silicon samples for scientific experiments, namely, the diamond wire sawing method. The design, operating principle, and technical capabilities of the STX-402 diamond wire sawing machine for crystal cutting are presented. Using this equipment, silicon samples with dimensions of 1mm×5mm×10mm were prepared. The preparation of samples with reproducible geometric dimensions is considered a methodological basis for investigating manganese (Mn), iron (Fe), and nickel (Ni) impurity atoms in silicon, as well as their intercluster interactions.

Kirish. Kremniyda marganets kirishma atomlari klasterlarining temir va nikel kirishma atomlari bilan o‘zaro ta’sirini eksperimental o‘rganishda namunaning boshlang‘ich geometrik o‘lchamlari, kesish sifati va yuzalarning holati muhim metodik omillardir. Ayniqsa, diffuziya tajribalarida bir xil o‘lchamdagi namunalar bilan ishlash tajriba sharoitlarini taqqoslash va natijalarni qayta ishlashni yengillashtiradi. Shu sababli kremniy kristallini tajriba talab qiladigan o‘lchamlarga ajratish muhim texnologik bosqichi hisoblanadi [1, 2, 3].

STX-402 olmos simli kesish qurilmasi katta kristallarni, jumladan kremniy (Si) ni, olmosli sim yordamida kesish uchun mo‘ljallangan. Qurilmada namuna ushlagichining burchagi sozlanishi mumkin. Bu xususiyat kremniy namunasi yuzasini kerakli yo‘nalishda joylashtirish imkonini beradi [4].



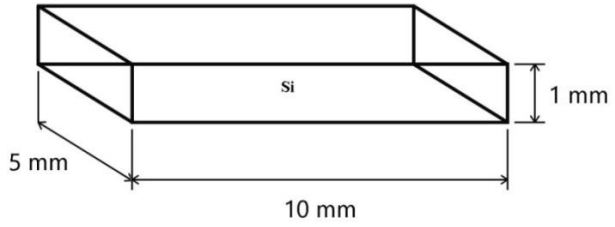
1-rasm. STX-402 olmos simli kristall kesish qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Adabiyotlar tahlili va tadqiqot metodologiyasi. Kremniy namunalarning o‘lchami bir xil bo‘lishi, kesishdan keyingi geometrik holat qayd etilishi va har bir namuna identifikatsiya qilinishi maqsadga muvofiq [5]. Bunda STX-402 olmos simli kesish qurilmaning raqamli boshqariladigan o‘qlaridan foydalanish namuna joylashuvini takroriy tarzda sozlash imkonini beradi. Qurilmaning texnologik imkoniyati faol ish yuzasi X o‘qi bo‘yicha 1 dan 110mm gacha, Y o‘qi bo‘yicha 0,01 dan 110mm gacha bo‘lib, Y yo‘nalishidagi aniqlik ±0,01 mm sifatida ko‘rsatilgan. Namuna yuzasini yo‘naltirish uchun vertikal va gorizontal ravishda qo‘lda burish imkoniyati mavjud. Kesish rejimida uzatish tezligi 0,05–40 mm/min, qaytish tezligi 1–100 mm/min oralig‘ida sozlanadi. Chiqib ketish chuqurligi 0,1–100 mm va joylashuv aniqligi ±0,01 mm deb ko‘rsatilgan. Kesish rejimi avtomatik tarzda bajariladi. Mazkur parametrlar namuna tayyorlash jarayonida kesish tezligi va geometriyasini tajriba maqsadiga mos tanlash uchun texnik asos bo‘lib xizmat qiladi.Qurilmaning kesuvchi elementi diametri 0,45 mm dan kichik va uzunligi 80 m bo‘lgan olmosli sim sifatida berilgan. Simlarni qayta almashish harakat tezligi 0–2 m/s diapazonida ko‘rsatilgan [6,7].

1-jadval. STX-402 olmos simli kesish qurilmaning texnik parametrlari.

Parametr	Qiymat	Izoh
X o‘qi ish sohasi	1–110 mm	Avtomatik, raqamli panel orqali boshqariladi
Y o‘qi ish sohasi	0,01–110 mm	Aniqlik ±0,01 mm
Joylashuv aniqligi	±0,01 mm	Namuna yo‘nalishini aniq sozlash
Uzatish tezligi	0,05–40 mm/min	Kesish rejimida sozlanadi
Qaytish tezligi	1–100 mm/min	Oldinga-orqaga harakat
Chiqib ketish chuqurligi	0,1–100 mm	Avtomatik kesish rejimi
Olmosli sim diametri	<0,45 mm	Uzunligi 80 m

Mazkur ishning tajriba qismi uchun namuna o‘lchamining qalinligi 1 mm, eni 5 mm va uzunligi 10 mm etib qabul qilingan. Shu sababli ushbu o‘lcham keyingi diffuziya va Mn, Fe, Ni o‘zaro ta’siri tajribalari uchun qabul qilinadigan namuna o‘lchami sifatida berilgan.



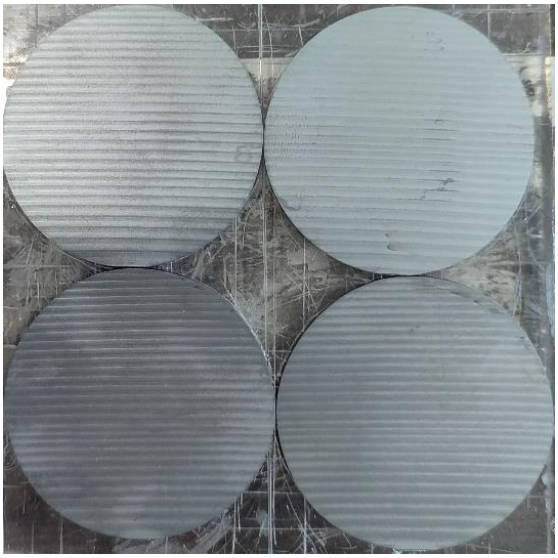
2-rasm. Kremniy namunasini 1mm×5mm×10mm o‘lchamli kesishning metodik sxemasi.

2-rasmda namunani kesishga tayyorlashning metodik sxemasi berilgan. Namuna STX-402 olmos simli kesish qurilmaning maxsus joyida barqaror mahkamlanadi, kerakli yo‘nalish bo‘yicha tekislanadi va olmos simning harakat trayektoriyasiga mos ravishda kesiladi. Shu nuqtayi nazaridan kesish bosqichining asosiy vazifasi – Mn, Fe va Ni bilan bog‘liq diffuziya tajribalarida bir xil boshlang‘ich o‘lchamga ega Si namunalarini olishdir. Bunday standartlashtirish keyingi bosqichlarda diffuziya sharoitlarini o‘zaro taqqoslash, namunalar bo‘yicha natijalarni jadval va grafiklarda bir xil birliklarda ifodalash hamda Mn–Fe va Mn–Ni o‘zaro ta’sirini tahlil qilishni qulaylashtiradi.

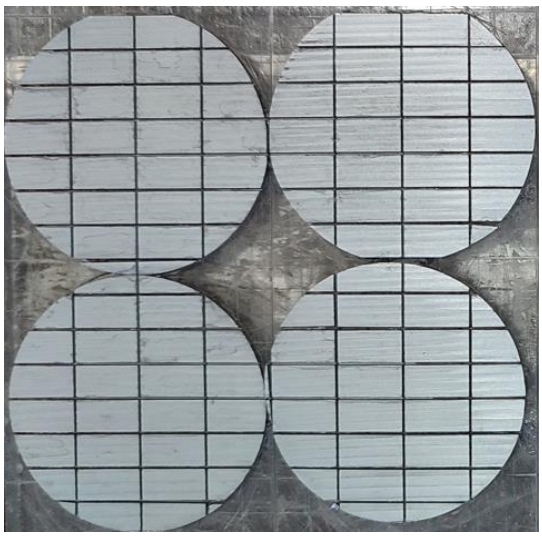
Muhokama va natijalar. Kremniy namunalari tayyorlangandan so‘ng ularni Mn, Fe va Ni kirishma atomlari bilan bog‘liq tajribalarda ishlatish mumkin. Mazkur maqolaning asosiy qismi – “Kremniydagi marganets kirishma atomlari klasterlarining temir va nikel kirishma atomlari bilan o‘zaro ta’siri” mavzusiga mos holda namuna tayyorlash bosqichini eksperimental zanjirning boshlang‘ich qismi sifatida asoslashdir. Ushbu metodik yondashuv natijasida ilmiy tadqiqotda ishlatiladigan kremniy namunalarini tayyorlashning izchil tartibi shakllanadi. Bir xil o‘lchamdagi namunalar Mn, Fe va Ni diffuziyasi bo‘yicha tajribalarni bir-biri bilan solishtirish imkonini beradi. Keyinchalik olingan tajriba natijalari bo‘yicha Mn atomlari klasterlarining Fe va Ni atomlari bilan o‘zaro ta’siri, diffuziya jarayonining namuna bo‘ylab taqsimlanishi va kirishma atomlarining konsentratsion o‘zgarishlari tahlil qilinishi mumkin. 2-jadvalda namuna tayyorlashning bosqichlar keltirilgan.

2-jadval. Kremniy namunalarini tajribaga tayyorlash bosqichlari

№	Bosqich	Tavsif
1	Boshlang‘ich Si kristalli tanlash	Namuna holatini tekshirish
2	O‘lcham va yo‘nalishni belgilash	1mm×5mm×10mm o‘lcham
3	STX-402 olmos simli kesish qurilmada mahkamlash	Namuna yuzasini aniq yo‘naltirish
4	Olmos sim bilan kesish	Avtomatik oldinga-orqaga harakat
5	Kesilgan namunani ajratish	Keyingi diffuziya tajribasiga tayyorlash



3-rasm. Kremniy plastinkalarining tasviri



4-rasm. Kremniy namunasining 1 mm (qalinlik) × 5 mm (eni) × 10 mm (uzunlik) o‘lchamda kesilgandagi tasviri

Xulosa. STX-402 olmos simli kristall qirqish qurilmasi asosida kremniy namunalarini tajribalariga tayyorlash metodikasi ishlab chiqildi. Qurilmaning olmos simli kesish prinsipi, avtomatik oldinga-orqaga harakati, sozlanadigan uzatish tezligi, ±0,01 mm joylashuv aniqligi va taxminan ±10 mkm kesish aniqligi namuna tayyorlash bosqichini nazorat qilish uchun muhim texnik parametrlar sifatida ajratilgan. 1mm×5mm×10mm o‘lchamli kremniy namunasi ko‘rsatildi va ilmiy tadqiqot tajribalarining metodik namunasi sifatida qabul qilindi. Natijada kremniy namunalarini kesish bosqichi “Kremniydagi marganets kirishma atomlari klasterlarining temir va nikel kirishma atomlari bilan o‘zaro ta’siri” mavzusidagi tadqiqotning tajribaviy tayyorgarlik qismi bilan bevosita bog‘landi. Tayyorlangan namunalar asosida Mn, Fe va Ni diffuziyasini amalga oshirish mumkin.

Adabiyotlar

1. Bakhadyrkhanov M.K., Iliev Kh.M., Tursunov M.O., Isamov S.B., Koveshnikov S.V., Majitov M.Kh. Electrical Properties of Silicon Doped with Manganese via High-Temperature Diffusion. // Inorganic Materials, 2021, Vol. 57, № 7. – P. 655-662.

2. Ismailov K.A., Iliev Kh.M., Tursunov M.O., Ismaylov B.K. Formation of complexes consisting of impurity Mn atoms and group VI elements in the crystal lattice of silicon. // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics, 2021, Vol. 24, № 3. – P. 255-260.

3. Zikrillaev N.F., Kurbonova U.Kh., Mavlonov G.Kh., Kenjaev Z.T., Ismaylov B.K., Ismailov T.B. Магнитные свойства кремния, легированного примесными атомами марганца. // Муқобил энергетика, 2024, Т. 1, № 12.

4. Würzner S., Herms M., Kaden T., Möller H.J., Wagner M. Characterization of the Diamond Wire Sawing Process for Monocrystalline Silicon by Raman Spectroscopy and SIREX Polarimetry. // Energies, 2017, Vol. 10, № 4. – P. 414.

5. Zikrillaev N.F., Koveshnikov S.V., Trabzon L., Mavlonov G.Kh., Ismaylov B.K., Ismailov T.B., Urakova F.E. Ферромагнитные свойства кремния, легированного атомами марганца. // Электронная обработка материалов, 2024, Т. 60, № 3. – С. 28-33.

6. Pala U., Kuster F., Wegener K. Characterization of electroplated diamond wires and the resulting workpiece quality in silicon sawing. // Journal of Materials Processing Technology, 2020, Vol. 276. – 116390.

7. Gao Y., Ge P., Zhang L., Bi W. Material removal and surface generation mechanisms in diamond wire sawing of silicon crystal. // Materials Science in Semiconductor Processing, 2019, Vol. 103. – 104642.

ВЛИЯНИЕ γ-ОБЛУЧЕНИИ НА ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА КВАНТОВЫХ ЯМАХ CdZnSe/ZnSe

Шарибаев Муратбай Борибаевич – *кандидат физико-математических наук*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха
Юсупов Оралбай Наурызбаевич – *старший преподаватель*
yuon2072@gmail.com
Каландарова Шахноза Кувандиковна – *докторант*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
Абдикамалова Динара – *студент*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

CdZnSe/ZnSe KVANT O‘RALARINING FOTOLYUMINESSENT XUSUSIYATLARIGA γ-NURLANIShNING TA’SIRI

Sharibayev Muratbay Bo‘ribayevich – *fizika-matematika fanlari nomzodi*
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti
Yusupov Oralbay Naurizbayevich – *katta oqituvchi*
Qalandarova Shahnoza Quvondiqovna – *doktorant*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
Abdikamalova Dinara – *talaba*
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti

INFLUENCE OF γ-RADIATION ON THE PHOTOLUMINESCENCE PROPERTIES OF CdZnSe/ZnSe QUANTUM WELLS

Sharibaev Muratbay Boribaevich – *Candidate of Physical and Mathematical Sciences*
Karakalpak State University named after Berdakh
Yusupov Oralbay Nauryzbaevich – *senior teacher*
Kalandarova Shakhnoza Kuvandikovna – *doctoral student*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz
Abdikamalova Dinara – *student*
Karakalpak State University named after Berdakh

Таянч сўзлар: квант ўралари, CdZnSe/ZnSe, фотолюминессенция, γ-нурланиш, радиацион нуқсонлар, ҳароратга боғлиқлик, иўғотиш қуввати, ташувчилар рекомбинацияси, квант ўлчамли тузилмалар.

Резюме. Мақолада γ-нурланишнинг CdZnSe/ZnSe квант ўраларининг фотолюминессент хусусиятларига таъсири ўрганилган. Тадқиқотлар турли оптик қўзғатиш даражалари ва ҳароратларда турли тузилиш параметрларига эга намуналар учун ўтказилди. Дастлабки ва γ-нурлантирилган намуналарнинг фотолюминесценция спектрлари қиёсий таҳлил қилинди. Заряд ташувчилар ҳолатининг ўзгариши ва квант ўлчамли структурада радиацион-индуцирланган нуқсонли ҳолатларнинг шаклланиши билан боғлиқ фотолюминесценция чизиқлари ҳолати, интенсивлиги ва шаклининг ўзгариши аниқланди.

Ключевые слова: квантовые ямы, CdZnSe/ZnSe, фотолюминесценция, γ-облучение, радиационные дефекты, температурная зависимость, мощность возбуждения, рекомбинация носителей, квантово-размерные структуры.

Резюме. В статье исследовано влияние γ-облучения на фотолюминесцентные свойства квантовых ям CdZnSe/ZnSe. Исследования выполнены для образцов с различными параметрами структуры при различных уровнях оптического возбуждения и температурах. Проведен сравнительный анализ спектров фотолюминесценции исходных и γ-облучённых образцов. Установлены изменения положения, интенсивности и формы полос фотолюминесценции, связанные с изменением состояния носителей заряда и формированием радиационно-индуцированных дефектных состояний в квантово-размерной структуре.

Key words: quantum wells, CdZnSe/ZnSe, photoluminescence, γ-irradiation, radiation defects, temperature dependence, excitation power, carrier recombination, quantum-dimensional structures.

Summary. The article investigates the effect of γ-irradiation on the photoluminescence properties of CdZnSe/ZnSe quantum wells. The investigations were carried out on samples with different structural parameters at various levels of optical excitation and temperatures. A comparative analysis of the photoluminescence spectra of the initial and γ-irradiated samples was carried out. Changes in the position, intensity and shape of the photoluminescence bands were identified, associated with alterations in the state of charge carriers and the formation of radiation-induced defect states in the quantum-sized structure.

Введение. В последнее время, в связи с быстрым развитием технологий эпитаксиального роста полупроводниковых пленок и изготовление новых типов напряженных гетероструктур привлекло большое внимание как по научным, так и по технологическим причинам. Полупроводниковые эпитаксиальные пленки выращенные на основе полупроводниковых соединений A_2B_6 применяется в оптических модуляторах, светоизлучающих диодах, СВЧ приборах и их область применения постоянно расширяется по мере усовершенствования их технологии. Одна из проблем, которая сдерживает создание и коммерческое использование лазеров для видимого диапазона на основе гетероструктуры ZnSe/CdSe и его твёрдых растворов (с квантовыми

ямами, КЯ, в качестве активных элементов [1]) связана с процессами деградации, вызываемыми как лазерной генерацией, электронной или оптической накачкой [2]. При быстрой деградации лазеров происходит процесс образования, распространения и размножения протяжённых дефектов (дислокаций) в активной области и вне её, а о процессе постепенной деградации доминируют рекомбинационно-ускоренные реакции дефектов в активной зоне.

Экспериментальные результаты. На Рис. 1 приведены типичные спектры ФЛ (T=4,2 K) для гетероструктур с одиночными КЯ (образцы 1-3) до и после облучения. Интенсивность излучения КЯ, (полоса I_{QW}), существенно превышала интенсивность излучения барьерного и буферного слоя ZnSe. Полоса I_{QW} обусловлена излучением свободного экситона, образованного электроном и тяжёлой дыркой (тяжёлый экситон), а более слабая полоса, расположенная с высокоэнергетической стороны, обусловлена излучением свободного экситона, образованного электроном и лёгкой дыркой (лёгкий экситон). Энергетическое положение I_{QW} зависело от параметров КЯ и смещалось от I_1=2.602 эВ (476.5 нм) (кривая *a*) до I_2=2.436 эВ (509.0 нм) (кривая *c*) и далее I_x = 2.398 эВ (517 нм) (кривая d) по мере увеличения содержания Cd в ямах одинаковой ширины 5 нм. Для КЯ шириной 9 нм с x=0.24 наблюдалось полоса с максимумом I_2=2.591 эВ (478.6 нм) (кривая b). При возбуждении азотным лазером (λ_{exc}=337.1 нм) носители преимущественно генерировались в покровном и барьерных слоях ZnSe, на глубине $1/\alpha+L_d\approx0.6$ мкм [3], где α-коэффициент поглощения, L_d диффузионная длина неосновных носителей, равная ≈0.5 мкм. Спектры ФЛ образцов 1-3 в экситонной области ZnSe содержали набор линий обусловленных излучением свободных и связанных экситонов. Для сравнения на этом же рисунке представлен спектр ФЛ эпитаксиального ZnSe слоя, ЭС, толщиной 1.5 мкм, нанесённый на полуизолирующую подложку GaAs по технологии, описанной в [4] (кривая c). Спектр ФЛ от ZnSe ЭС содержал полосу I_{FX}^{lh}=2.802 эВ (442.6 нм), соответствующую экситону, расщеплённому напряжениями растяжения на две компоненты (компонента I_{FX}^{hh} отчётливо не разрешалась и проявлялась при большем усилении в виде плеча с высокоэнергетической стороны) и полосу I_2^{Ga}=2.796 эВ (443,5 нм), соответствующую экситону, связанному на нейтральном доноре. Наблюдалась также интенсивная полоса I_V=2.773 эВ (447.1 нм), соответствующая протяжённым дефектам [5] и Y_0-полоса с I_{Y0}=2.602 эВ (476.5 нм).

С коротковолновой стороны полосы I_V^0 наблюдалось полоса I_X, вероятно также обусловленная протяжёнными дефектами. В спектрах ФЛ от покровного и барьерного ZnSe слоев на образцах с КЯ описанная выше серия полос в околокраевой области сохранялась. По мере увеличения содержания Cd в КЯ (одновременно и величины рассогласования параметров решёток ZnSe и $Cd_xZn_{1-x}Se$) увеличивалось энергетическое расщеплённое между полосами I_{FX}^{lh}, и I_{FX}^{hh}, чему соответствовало смещение полосы I_{FX}^{lh} в сторону больших энергий. Т.о. с ростом содержания Cd величина упругих деформации в слое ZnSe вблизи КЯ увеличивалась. На некоторых образцах полоса I_2^{Ga} выглядела в виде дублета, что связано наличием двух типов доноров в преднамеренно нелегированных слоях. В ряде случаев проявлялась также полоса I_x=2.789 эВ (446 нм), положение которой не изменялось от образца к образцу (т.е. практически не зависело от напряжений) и не зависело от температуры .

Это свидетельствует в пользу связи полосы I_x с протяжёнными дефектами. После облучения происходило изменение вида спектров ФЛ как от ям, так и от ZnSe буферного слоя. В спектрах НТ ФЛ от КЯ после облучения происходило смещение положения максимума полосы I_{QW} (тяжёлый экситон) на образцах 1 и 2 в сторону меньших энергий , а на других в сторону больших энергий (кривые c,).

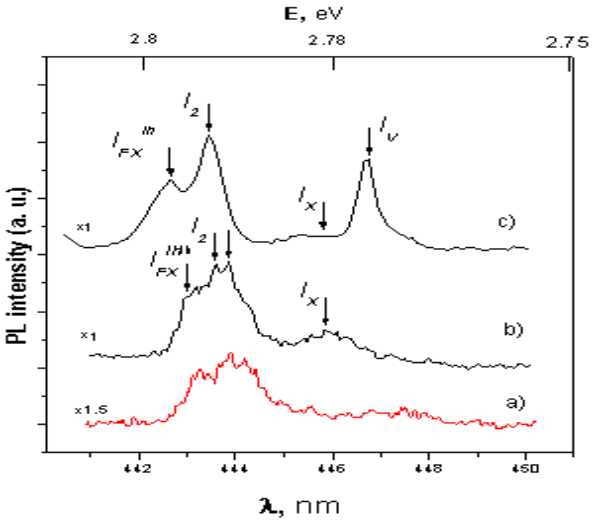


Рис-1. Низкотемпературные ФЛ спектры ZnSe буферного слоя образца единичной квантовой ямы CdZnSe/ZnSe КЯ (N3) до (b) и после облучения (a). Для сравнения приведен спектр ФЛ эпитаксиального ZnSe слоя, толщиной 1.3 мкм.

Интегральная интенсивность излучения, как правило, уменьшалась слабо (на образце 3 она практически не изменилась), а полуширина несколько возрастала. При этом максимум излучения легкого экситона менее интенсивной полосы, (переход 1elh) также смещался в область меньших энергий, для образов 1, 2; практически не смещался для образца 3. Величина смещения I_{QW}^{lh}, как правило, превышала величину смещения основной полосы I_{QW}. Спектры ФЛ в экситонной области буферного ZnSe слоев вблизи КЯ после облучения также трансформировались. На Рис. 2 приведены типичные спектры ФЛ (T=4,2 K) для гетероструктур с одиночными КЯ (образцы 1-4) до и после облучения. Интенсивность излучения КЯ, (полоса I_{QW}), существенно превышала интенсивность излучения барьерного и буферного слоя ZnSe. Полоса I_{QW} обусловлена излучением свободного экситона, образованного электроном и тяжёлой дыркой (тяжёлый экситон), а более слабая полоса, расположенная с высокоэнергетической стороны (см. вставки на Рис.2), обусловлена излучением свободного экситона, образованного электроном и лёгкой дыркой (лёгкий экситон).

Энергетическое положение I_{QW} зависело от параметров КЯ и смещалось от I_1=2.602 эВ (476.5 нм) (кривая *a*) до I_2=2.436 эВ (509.0 нм) (кривая *c*) и далее I_4 = 2.398 эВ (517 нм) (кривая d) по мере увеличения содержания Cd в ямах одинаковой ширины 5 нм. Для КЯ шириной 9нм с x=0.24 наблюдалось полоса с

максимумом I_2=2.591 эВ (478.6 нм) (кривая b). При возбуждении азотным лазером (λ_{exc}=337.1 нм) носители преимущественно генерировались в покровном и барьерных слоях ZnSe, на глубине $1/\alpha+L_d\approx0.6$ мкм, где α-коэффициент поглощения, L_d диффузионная длина неосновных носителей, равная ≈0.5 мкм. Спектры ФЛ образцов 1-4 в экситонной области ZnSe содержали набор линий обусловленных излучением свободных и связанных экситонов.

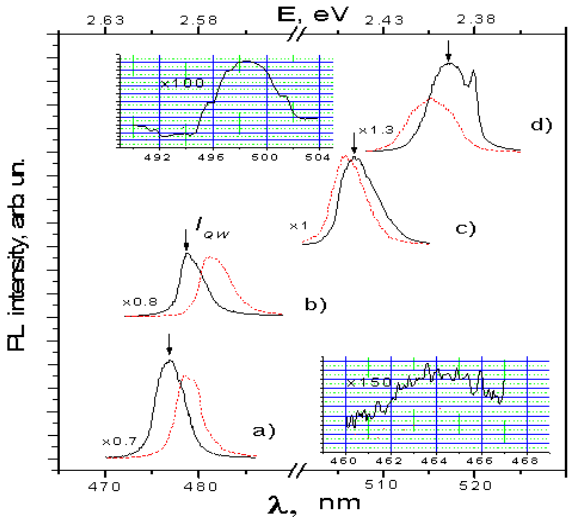


Рис. 2 Фотолюминесцентные свойства ФЛ гетероструктур с одиночными КЯ (образцы 1-4) до и после облучения (T=4,2 K). a) Cd(x=0,23), b) Cd(x=0,24), c) Cd(x=0,38), d) Cd(x=0,41)

Спектр ФЛ от ZnSe ЭС содержал полосу I_{FX}^{lh}=2.802 эВ (442.6 нм), соответствующую экситону, расщеплённому напряжениями растяжения на две компоненты (компонента I_{FX}^{hh} отчётливо не разрешалась и проявлялась при большем усилении в виде плеча с высокоэнергетической стороны) и полосу I_2^{Ga}=2.796 эВ (443,5 нм), соответствующую экситону, связанному на нейтральном доноре. Наблюдалась также интенсивная полоса I_V^0=2.773 эВ (447.1 нм), соответствующая протяжённым дефектам [5-6] и Y_0-полоса с I_{Y0}=2.602 эВ (476.5 нм). С коротковолновой стороны полосы I_V^0 наблюдалось полоса I_X, вероятно также обусловленная протяжёнными дефектами. В спектрах ФЛ от покровного и барьерного ZnSe слоев на образцах с КЯ описанная выше серия полос в околокраевой области сохранялась. По мере увеличения содержания Cd в КЯ (одновременно и величины рассогласования параметров решёток ZnSe и $Cd_xZn_{1-x}Se$) увеличивалось энергетическое расщеплённое между полосами I_{FX}^{lh}, и I_{FX}^{hh}, чему соответствовало смещение полосы I_{FX}^{lh} в сторону больших энергий. В ямах ростом содержания Cd величина упругих деформации в слое ZnSe вблизи КЯ увеличивалась.

Заключение. Механизм радиационной ускоренной деградации CdZnSe/ZnSe КЯ был объяснён с учётом (i) существенного влияния знакопеременных полей и их релаксации;

(ii) ускоренной деформационными и концентрационными градиентами вблизи ГР диффузии более подвижного элемента катионной подрешётки Cd;

(ii) неоднородной по глубине исходной дефектной структурой образцов-скоплением V_{Zn} вблизи ГР-КЯ барьер. Предложен радиационно-ускоренный микромеханизм диффузии элемента катионной подрешётки с учётом вакансий этой же подрешётки.

Литература

1. Корсунская Н.Е., Борковская Л.В., Джумаев Б.Р., Процессы деградации сине-зелёных лазерных диодов на основе соA2B6. // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника, 1999, Вып. 34. – С. 29.

2. Toda A., Nakano K., Ishibashi A. Cathodoluminescence study of degradation in ZnSe-based semiconductor laser diodes. // Appl. Phys.Lett, 1998, Vol. 73, №11. – P. 1523-1525.

3. Басов Н.Г., Дианов Е.М., Козловский В.И., Крыса А.К., Насибов А.С., Попов Ю.М., Прохоров А.М., Трубенко П.А., Щербаков Е.А. Лазерная электронн-лучевая трубка на основе сверхрешетки ZnCdSe/ZnSe, работающая при T=300 K. // Квантовая электроника, 1995, Vol. 22, № 8. – P.756-758.

4. Шарибаев М., Исмайлов Қ., Каримов И. Оптическое исследование релаксации деформаций и интердиффузии в квантовых ямах ZnSe/ZnCdSe, модифицированных γ-облучением. // «Илмий хаборнома» Андижан давлат университети, 2020, №2. – С. 102-105.

5. Шарибаев М. Определение методом фотолюминесценции протяженных дефектов в эпитаксиальных пленах ZnTe/GaAs. // Журнал Физика полупроводников и микроэлектроника, 2020, №4. – С. 214-216.

6. Sharibaev M. Determination by the method of photoluminescence of extended defects in ZnTe / GaAs epitaxial captures. // Journal. Physics of semiconductors and microelectronics, 2020, № 4. – P. 214-216.

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya

ВЛИЯНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ВСХОЖЕСТЬ И ПРИЖИВАЕМОСТЬ СЕМЯН ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГАЛОФИТОВ В УСЛОВИЯХ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Алламбергенова Нуржайна Бектургановна – *самостоятельный соискатель*
Ажиев Алишер Бахтыбаевич – *доктор биологических наук (DSc)*
alishiev@mail.ru
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
Мамарахимов Ойбек Мурадович – *кандидат биологических наук, доцент*
oybekmamarahimov74@gmail.com
Национальный Университет Узбекистана

OROL DENGIZI QURIGAN TUBI ShAROITIDA GIDROGELLAR VA O‘SISh STIMULYATORLARINING ISTIQBOLLI GALOFITLAR URUG‘LARINING UNIB ChIQIShI VA O‘SIShIGA TA’SIRI

Allambergenova Nurjayna Bekturganovna – *mustaqil tadqiqotchi*
Ajiev Alisher Baxtibaevich – *biologiya fanlari doktori (DSc)*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
Mamaraximov Oybek Muradovich – *biologiya fanlari nomzodi, dotsent*
O‘zbekiston Milliy universiteti

INFLUENCE OF HYDROGELS AND GROWTH STIMULANTS ON THE GERMINATION AND ESTABLISHMENT OF SEEDS OF PROMISING HALOPHYTES UNDER THE CONDITIONS OF THE DRIED BOTTOM OF THE ARAL SEA

Allambergenova Nurzhayna Bekturganovna – *independent researcher*
Ajiev Alisher Baxtibaevich – *Doctor of Biological Sciences (DSc)*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz
Mamaraximov Oybek Muradovich – *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor*
National University of Uzbekistan

Таянч сўзлар: галофитлар, гидрогель, ўсиш стимуляторлари, униб чиқиш, *Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, Орол денгизи қуриган туби, Қорақалпоғистон, фитомелиорация.

Резюме. 2022-2023 йилларда лаборатор ва дала шароитларида био стимуляторлар (Изабион ва бошқа препаратлар) ҳамда гидрогелларнинг истиқболли галофитлар (Haloxylon persicum, Climacoptera lanata, Atriplex tatarica, Atriplex dimorphostegia, Halostachys caspica, Eurotia ceratoides, Halothamnus subaphylla ва Ammodendron karelinii) уруғларининг униб чиқиши ва дастлабки ўсишига таъсири ўрганилди. Лаборатория тажрибаларида уруғларни Изабион билан ишлов бериш (1 мг/л, 24 соат) униб чиқишни 7,1-7,8 % гача оширди. Дала шароитида гидрогель қўлланилиши Haloxylon persicum униб чиқишини 17 % гача, Climacoptera lanata ни эса 8-14 % гача оширди. СА-14600 А сеялкаси ёрдамида кузги экиш баҳорги экишга нисбатан анча юқори натижалар берди. Орол денгизи қуриган тубида галофитлар экиш технологияси бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилди.

Ключевые слова: галофиты, гидрогель, стимуляторы роста, всхожесть, *Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, осушенное дно Аральского моря, Каракалпакстан, фитомелиорация.

Резюме. В лабораторных и полевых условиях 2022-2023 гг. изучено влияние биостимуляторов (Изабион и другие препараты) и гидрогелей на всхожесть и начальный рост семян перспективных галофитов: *Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, *Atriplex tatarica*, *Atriplex dimorphostegia*, *Halostachys caspica*, *Eurotia ceratoides*, *Halothamnus subaphylla* и *Ammodendron karelinii*. В лабораторных опытах обработка семян Изабионом (1 мг/л, экспозиция 24 часа) повысила всхожесть до 7,1-7,8 %. В полевых условиях применение гидрогеля увеличило всхожесть *Haloxylon persicum* до 17 %, *Climacoptera lanata* – до 8-14 %. Осенний посев сеялкой SA-14600 A показал существенно более высокие результаты по сравнению с весенним посевом. Разработаны практические рекомендации по технологии посева галофитов на осушенном дне Аральского моря.

Key words: halvophytes, hydrogel, growth stimulants, germination, *Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, dried Aral Sea bottom, Karakalpakstan, phytomelioration.

Summary. In laboratory and field conditions of 2022–2023, the effect of biostimulants (Isabion and other preparations) and hydrogels on the germination and initial growth of seeds of promising halvophytes was studied: *Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, *Atriplex tatarica*, *Atriplex dimorphostegia*, *Halostachys caspica*, *Eurotia ceratoides*, *Halothamnus subaphylla* and *Ammodendron karelinii*. In laboratory experiments, seed treatment with Isabion (1 mg/l, exposure 24 hours) increased germination to 7.1-7.8 %. In field conditions, the use of hydrogel increased the germination of *Haloxylon persicum* to 17 %, *Climacoptera lanata* – to 8-14 %. Autumn sowing with the SA-14600 A seeder showed significantly higher results compared to spring sowing. Practical recommendations on the technology of sowing halvophytes on the dried bottom of the Aral Sea have been developed.

Введение. Одной из главных проблем при создании зелёных покрытий и кормовых угодий на осушенном дне Аральского моря является крайне низкая всхожесть и приживаемость семян галофитов. Основные причины – сильное засоление почв, быстрое иссушение верхнего слоя, интенсивная ветровая эрозия и острый недостаток доступной влаги [1:53-60; 2:70-72].

Флора Каракалпакстана богата галофитами и псаммофитами, многие из которых имеют важное хозяйственное значение. По данным многолетних

исследований А.Б.Ажиева и соавторов, среди дикорастущих растений региона значительную долю составляют кормовые и почвозащитные виды семейств Chenopodiaceae и Fabaceae [3:31-39; 4:14-16; 5:74-78]. Использование этих видов в фитомелиорации требует разработки эффективных приёмов повышения всхожести семян.

Цель настоящей работы – оценить эффективность применения гидрогелей и стимуляторов роста для повышения всхожести и приживаемости семян перспективных галофитов в условиях осушенного дна Аральского моря.

Обзор литературы. Проблема повышения всхожести семян галофитов в аридных условиях изучалась рядом исследователей. Работы по использованию сильно набухающих гидрогелей показали положительный эффект на влагообеспеченность семян и всходов [6:310-311]. Исследования А.Б.Ажиева подтверждают наличие в регионе ценных кормовых и фитомелиоративных видов, которые могут быть успешно введены в культуру при правильной агротехнике [3:31-39; 4:14-16; 5:74-78]. Данные о биоэкологии галофитов Южного Приаралья приведены в работах местных авторов [7, 8].

Материалы и методы исследований. Лабораторные опыты по определению влияния стимуляторов на всхожесть семян проводили в условиях лаборатории. Семена замачивали в растворах препаратов (Изабион в концентрации 1 мг/л и другие стимуляторы) в течение 2, 6, 12 и 24 часов. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. Проращивание проводили в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 20-25 °С. Учёт всхожести проводили на 7-е, 10-е и 14-е сутки.

Полевые опыты закладывали на экспериментальном участке «0-точка» в Муйнакском районе. Посев семян осуществляли сеялкой турецкого производства SA-14600 A. Изучали два срока посева: осенний (октябрь-ноябрь 2022 г.) и весенний (март-апрель 2023 г.). Гидрогель вносили в посевную борозду одновременно с высевом семян. Варианты опыта: 1) контроль (без гидрогеля и стимуляторов); 2) обработка семян стимулятором; 3) внесение гидрогеля; 4) совместное применение стимулятора и гидрогеля. Повторность опыта трёхкратная. Учёт всхожести и приживаемости растений проводили в динамике (через 15, 30, 45 и 60 дней после посева). Статистическую обработку данных выполняли по Б.А.Доспехову [9].

Результаты исследований.

Лабораторные опыты. Наибольшую отзывчивость на обработку Изабионом (1 мг/л, 24 часа) показали семена следующих видов:

Таблица 1. Лабораторная всхожесть семян галофитов при обработке Изабионом, %

Вид	Контроль	Изабион 1 мг/л (24 ч)
Eurotia ceratoides	3–4	7,8
Amaranthus albus	3–4	7,5
Halothamnus subaphylla	3–4	7,3
Ammodendron karelinii	3–4	7,1

Увеличение экспозиции замачивания с 2 до 24 часов способствовало повышению всхожести [1:53-60].

Полевые опыты. При осеннем посеве 2022 года без применения гидрогеля всхожесть составила:

- *Climacoptera lanata* – 14 %;
- *Haloxylon persicum* – 5 %.

При внесении гидрогеля всхожесть повысилась до:

- *Haloxylon persicum* – 17 %;
- *Climacoptera lanata* – 8–14 %;
- *Atriplex dimorphostegia* – 9 %;
- *Atriplex tatarica* – 5 %;
- саженцы тамарикса – 5 % [1:61-68].

Таблица 2. Полевая всхожесть при осеннем посеве 2022 г., %

Вид	Без гидрогеля	С гидрогелем
Haloxylon persicum	5	17
Climacoptera lanata	14	8–14
Atriplex dimorphostegia	–	9
Atriplex tatarica	–	5

При весеннем посеве 2023 года всхожесть была значительно ниже: *Climacoptera lanata* – 5 %, *Haloxylon persicum* – 2 %. Это связано с быстрым иссушением верхнего слоя почвы и сильной ветровой эрозией в весенний период [1:70-74].

Обсуждение результатов. Полученные результаты подтверждают данные других исследователей о положительном влиянии гидрогелей на влагообеспеченность семян в условиях острого дефицита влаги [6:310-311]. Осенний посев оказался предпочтительнее весеннего, поскольку семена используют зимне-весеннюю влагу и в меньшей степени подвергаются иссушению и выдуванию.

Работы А.Б.Ажиева указывают на высокий потенциал хозяйственного использования изученных нами видов в условиях Каракалпакстана [3:31-39; 4:14-16]. Сочетание осеннего срока посева, современной сеялки и гидрогеля позволяет существенно повысить эффективность создания зелёных покрытий.

Выводы:

1. Обработка семян биостимуляторами (Изабион) и применение гидрогелей существенно повышают всхожесть семян перспективных галофитов.
2. Наиболее отзывчивыми видами в условиях опыта оказались *Haloxylon persicum* и *Climacoptera lanata*.
3. Осенний посев сеялкой SA-14600 A в сочетании с внесением гидрогеля обеспечивает более высокую всхожесть по сравнению с весенним посевом.
4. Рекомендуется применять комплексную технологию: осенний (или зимний) посев без обработки почвы + гидрогель + обработка семян стимуляторами.
5. Разработанные приёмы могут быть рекомендованы для широкого внедрения при создании зелёных покрытий и кормовых угодий на осушенном дне Аральского моря.

Литература

1. Ажиев А.Б., Баходирова Д.Б., Назарбаева Г.А. Анализ распределения хозяйственно-ценных видов дикорастущих сородичей культурных растений Республики Каракалпакстан. // Проблемы современной науки и образования, 2021. – С. 31-39.

2. Ажиев А., Назарбаев Г., Бахадырова Д. Анализ распределения хозяйственных видов… // Проблемы современной науки и образования, 2021. – С. 14-16.

3. Ажиев А.Б., Хожиматов О.Х., Алменова Г.П. Распределение родственных культурным диких растений… // Международный научно-исследовательский журнал, 2019, № 2 (80). – С. 74-78.

4. Хомидов А.О. Кучли шишувчан гидрогелни қўллаб саксовул кўчатларини етиштириш технологияси. // Материалы конференции. – Тошкент, 2019. – С. 310-311.

Кошкаров Б.П. Экологическая характеристика галофитных растений Республики Каракалпакстан. // Экономика и социум, 2025, № 1-1 (128). – С. 936-940.

5. Растения-галофиты… в Каракалпакстане // Universum.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: «Колос», 1985.

7. Schulz R.C., Eizer P. Macromol. // Chem., 1989, № 13. – P. 1027-1040.

8. Досжанов К., Алписбаева А. Technology of growing saxaul seedlings… // EPRA Journal, 2023, Vol. 9, Issue 3. – P. 61-62.

9. Отенова Ф.Т., Кошмаганбетова Ш.А., Нурмахашева Г.С. Экологическое изучение эндемичных растений Каракалпакстана для сохранения их генофонда. // Academy, 2018, № 5 (32). – С. 11-13.

ЧИЯБЎРИЛАР ПОПУЛЯЦИЯСИ СОНИНИНГ ПРОГНОЗ МОДЕЛИ

Атаджанов Хакимбай Латипович – *физика-математика фанлари номзоди, катта илмий ҳодим*
hakimatadjanov@mail.ru
ЎзР ФА Қорақалпоғистон бўлими Қорақалпоқ табиий фанлар илмий тадқиқот институти
Шакарбоев Эркинжон Бердикулович – *биология фанлари доктори, профессор*
shakarboev@rambler.ru
ЎзР ФА Зоология институти
Бердибаев Абат Султамуратович – *биология фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент*
abat.berdibaev@bk.ru
Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ ШАКАЛОВ

Атаджанов Хакимбай Латипович – *кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник*
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения АН РУз
Шакарбоев Эркинжон Бердикулович – *доктор биологических наук, профессор*
Институт зоологии АН РУз
Бердибаев Абат Султамуратович – *доктор философии по биологическим наукам*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

PREDICTIVE MODEL OF JACKAL POPULATION SIZE

Atadjanov Khakimbay Latipovich – *candidate of physical and mathematical sciences, Senior Researcher*
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences,
Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Shakarboyev Erkinjon Berdikulovich – *Doctor of Biological Sciences, Professor*
Institute of Zoology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Berdibaev Abat Sultamuratovich – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Таянч сўзлар: популяция динамикаси, математик моделлаштириш, гуруҳланган популяция, матрицали тенглама, Лесли матрицаси, C#.

Резюме. Ушбу тадқиқот ишида гуруҳларга ажратилган Чиябўрилар популяцияси сони ва таркиби динамикасининг математик модели яратилади. Популяция жинсий таркиби ва кўпайишда қатнашишини ҳисобга олган холда гуруҳларга ажратилган. Чиябўриларнинг омон қолиш, кўпайиш ва бошқа гуруҳга ўтиш қонуниятлари аниқланган ва шу кўрсаткичларга асосланган математик модель тузилган. Моделнинг дискрет аналоги яратилиб, матрицали тенглама кўринишида ифодаланган. Тенглама матрицасининг Лесли матрицасидан фарқи кўрсатилган.

Ключевые слова: динамика популяции, математическое моделирование, сгруппированная популяция, матричное уравнение, матрица Лесли, C#.

Резюме. В данной исследовательской работе создана математическая модель динамики численности и состава популяции шакалов, разделенных на группы. Популяция разделена на группы с учетом полового состава и участия в размножении. Определены закономерности выживания, размножения и перехода шакалов в другую группу и построена математическая модель, основанная на этих показателях. Создан дискретный аналог модели, который представлен в виде матричного уравнения. Показано отличие матрицы уравнения от матрицы Лесли.

Key words: population dynamics, mathematical modeling, grouped population, matrix equation, Leslie matrix, C#.

Summary. In this research work, a mathematical model of the dynamics of the population size and composition of jackals divided into groups is created. The population is divided into groups based on its sexual composition and participation in reproduction. The patterns of survival, reproduction, and migration of jackals have been determined, and a mathematical model based on these indicators has been constructed. A discrete analogue of the model has been created and expressed in the form of a matrix equation. The difference is shown between the equation matrix and the Leslie matrix.

Кириш. Табиатда турли тирик организмлар популяцияси динамикасини кузатиш, таҳлил қилиш, уларни сақлаш, биоресурслардан оқилона фойдаланиш экологик барқарорликни таъминлашда муҳим аҳамиятга эга. Хусусан, чиябўрилар экосистемада алоҳида ўринни эгаллайди, чунки уларнинг озуқа занжирларидаги иштироки, биологик кўрсаткичлари ҳамда табиатдаги санитар вазифаси билан ажралиб туради.

Сўнгги йилларда иқлим ўзгаришлари, инсон фаолиятининг таъсири чиябўрилар яшаш муҳитларининг ўзгаришига, уларнинг популяциясига сезиларли таъсир кўрсатмоқда. Шу боис, уларнинг сонини ва келажакдаги ҳолатларини аниқ ва ишончли прогноз қилиш бугунги куннинг муҳим вазифалардан биридир.

Чиябўрилар Қорақалпоғистоннинг тўртта табиий ҳудудлари Устюрт платоси, Шимоли-ғарбий Қизилқум, Амударёнинг қуйи оқими ва Орол денгизининг қуриган тубида ҳам популяцияси энг кенг тарқалган ёввойи йиртқич сут эмизувчи ҳайвонлардан саналади [1, 2].

Чиябўриларнинг яшаш жойлари мавсумга қараб ўзгарувчан бўлиб, улар бола туғиш ва тарбиялаш даврида 2-2,5 ой инида яшайди ва йилнинг бошқа вақтларида улар тўқайларда, қалин бутазорларда, қамишликларда вақтинча инлардан фойдаланади.

Чиябўриларнинг жуфтлашиши январь ойининг ярмидан бошланиб, февраль ойининг ўртасигача давом этади ҳамда улар йилига бир марта кўпаяди. Чиябўрилар 63 кунлик ҳомиладорлик давридан кейин вазни 200-250 г атрофидаги 6-9 бола туғади ва уларни онаси уч ҳафтагача ёнидан чиқмай кунига беш марта эмизади. Чиябўриларнинг болалари ўн кунда кўзини очади ва икки ҳафтада улар инидан чиқиб атрофни кузата бошлайди ҳамда 4 ойда сўнг сут билан озиқлантириш тўхтатилади ва ёш чиябўрилар ота-оналарига эргашиб, мустақил ов қилишни ўргана бошлайди. Урғочилари 11 ойда, эркаклари 2 йилда жинсий вояга етади.

Чиябўрилар популяцияси динамикасини математик моделлаш экологик ва биологик тадқиқотларда муҳим ўрин эгаллайди. Популяциянинг ўсиши ва камайиши жараёнлари туғилиш, ўлим ва индивидуалларнинг турли гуруҳлар орасида ўтиши билан белгиланади. Шу сабабли замонавий тадқиқотларда популяцияни структурали кўринишда ўрганиш кенг тарқалган [3].

Структурали популяция моделлари ичида энг машҳури – Лесли матрицаси бўлиб, у биринчи марта Patrick H. Leslie томонидан 1945 йилда таклиф қилинган. Бу модел популяцияни ёш гуруҳларга ажратиб, ҳар бир гуруҳ учун туғилиш ва омон қолиш коэффициентларини ҳисобга олади [4].

Лесли модели дискрет вақтли динамик тизим бўлиб, популяция вектори вақт бўйича матрица орқали итератив равишда ўзгаради. Ушбу ёндашув популяция ўсиш коэффициенти, барқарор тақсимот ва сезгирлик таҳлилини аниқлаш имконини беради.

Кейинчалик ушбу модел асосида босқичли (stage-structured) моделлар, масалан, Lefkovitch моделлари ишлаб чиқилган бўлиб, уларда индивидуаллар ёшдан ташқари белгилар (ўлчам, ривожланиш босқичи) бўйича ҳам гуруҳланади [5].

Матрицали популяция моделлари ҳозирги кунда экология, эволюция ва биологик ресурсларни бошқаришда кенг қўлланилмоқда. Улар турли организмлар - ўсимликлар, ҳайвонлар ва ҳатто микроорганизмлар учун самарали таҳлил воситаси ҳисобланади [6].

Замонавий тадқиқотларда ушбу моделлар дискрет ва стохастик кўринишларда ривожлантирилиб, ташқи муҳит таъсири, ресурс чекловлари ва тасодифий омиллар ҳам ҳисобга олинмоқда.

Ушбу ишда чиябўри популяцияси жинси ва балоғат ёшга етган – етмаганлиги бўйича гуруҳларга ажратилиб, туғилиш, омон қолиш ва гуруҳлараро ўтишларини ҳисобга олган ҳолда математик модель тузилди. Модель дискрет кўринишга келтирилиб, матрицали тенглама шаклида ифодаланди ва компьютер дастурида моделлаштириш орқали таҳлил қилинди.

Классик Лесли модели популяцияни фақат ёшга асосланган, вақт шкаласи йилларда берилган модели бўлиб, таклиф қилинаётган модель ҳам ёш, ҳам жинс тузилишини ўз ичига олади ва кунлик вақт шкаласида ишлаб чиқилган. Бу популяциянинг кўпайиши, омон қолиши ва гуруҳлар ўртасидаги ўтиш каби биологик жараёнларни батафсилроқ акс эттириб, популяция динамикасининг янада аниқроқ тавсифини беради.

Математик модель. Математик модель чиябўри популяциясида кузатилган биологик жараёнлар, шу жумладан кўпайиш, ўлиш ва гуруҳлар орасидаги ўтиш асосида қурилган.

Чиябўрилар популяциясини балоғат ёшига етмаган ва балоғат ёшидаги гуруҳларга ажратамиз. Бунда уларнинг жинсий таркибини ҳисобга оламиз. Демак чиябўрилар популяцияси 4 та гуруҳга ажралади.

1. Балоғат ёшига етмаган урғочи чиябўрилар гуруҳи;
2. Балоғат ёшидаги урғочи чиябўрилар гуруҳи;
3. Балоғат ёшига етмаган эркак чиябўрилар гуруҳи;
4. Балоғат ёшидаги эркак чиябўрилар гуруҳи.

Бу гуруҳлардаги чиябўриларнинг t вақт моментидаги сонини мос равишда $X_1(t)$, $X_2(t)$, $X_3(t)$, $X_4(t)$ - орқали белгилаймиз.

Агар чиябўриларнинг ҳар бир гуруҳдаги ўлиш қонуниятлари - $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$, $S_4(t)$; туғиш қонунияти - $R(t)$, урғочи ва эркак чиябўриларнинг балоғат ёшига ўтиш қонуниятлари $P_{12}(t)$ ва $P_{34}(t)$ маълум бўлса, уҳолда чиябўри популяцияси гуруҳларидаги чиябўрилар сонининг ўзгариши

$$\begin{cases} X_1(t+h) = X_1(t) - X_1(t)S_1(t)h - X_1(t)P_{12}(t)h + p_0\xi X_2(t)R(t)h + o(h) \\ X_2(t+h) = X_2(t) - X_2(t)S_2(t)h + X_1(t)P_{12}(t)h + o(h) \\ X_3(t+h) = X_3(t) - X_3(t)S_3(t)h - X_3(t)P_{34}(t)h + p_1\xi X_2(t)R(t)h + o(h) \\ X_4(t+h) = X_4(t) - X_4(t)S_4(t)h + X_3(t)P_{34}(t)h + o(h) \end{cases} \tag{1}$$

тенгламалари билан ифодаланади.

$h \to 0$ да дифференциал тенгламалар тизимига эга бўламиз (2).

$$\begin{cases} \dfrac{dX_1(t)}{dt} = -X_1(t)S_1(t) - X_1(t)P_{12}(t) + p_0\xi X_2(t)R(t) \\ \dfrac{dX_2(t)}{dt} = -X_2(t)S_2(t) + X_1(t)P_{12}(t) \\ \dfrac{dX_3(t)}{dt} = -X_3(t)S_3(t) - X_3(t)P_{34}(t) + p_1\xi X_2(t)R(t) \\ \dfrac{dX_4(t)}{dt} = -X_4(t)S_4(t) + X_3(t)P_{34}(t) \end{cases} \tag{2}$$

Бу ерда ξ ҳар бир урғочи чиябўрининг туққан болаларининг сони, тасоддифий миқдор бўлиб 6, 7, 8, 9 қийматларни қабул қилиши мумкин. Туғилган болаларнинг жинсий таркиби $0 < p_0 < 1$ ва $0 < p_1 < 1$ эҳтимолликлар билан аниқланади $p_0 + p_1 = 1$.

Узлуксиз моделни ечими мураккаб ва амалда қўллаш қийин бўлганликдан, йил кунлари бўйича ифодаланган дискрет моделни фойдаланамиз. Йил кунларини $k = \overline{1,365}$ деб белгилаймиз ва қуйидаги дискрет моделга эга бўламиз:

$$\begin{cases} X_1(k+1) = X_1(k) - X_1(k)S_1(k) - X_1(k)P_{12}(k) + p_0\xi X_2(k)R(k) \\ X_2(k+1) = X_2(k) - X_2(k)S_2(k) + X_1(k)P_{12}(k) \\ X_3(k+1) = X_3(k) - X_3(k)S_3(k) - X_3(k)P_{34}(k) + p_1\xi X_2(k)R(k) \\ X_4(k+1) = X_4(k) - X_4(k)S_4(k) + X_3(k)P_{34}(k) \end{cases} \tag{3}$$

Агар $X(k)$ орқали координаталари гуруҳлардаги чиябўриларнинг сонига тенг бўлган

$$X(k) = (X_1(k), X_2(k), X_3(k), X_4(k))^{'},$$

устун-векторни белгиласак, у ҳолда (3) тенгламалар тизимини матрица кўринишида ёзиш мумкин:

$$X(k+1)=L(k)X(k), \qquad (4)$$

бу ерда $L(k)$ – 4×4 тартибли квадрат матрица қуйидаги кўринишга эга

$$L(k)=\begin{bmatrix} 1-S_1(k)-P_{12}(k) & p_0\xi R(k) & 0 & 0 \\ P_{12}(k) & 1-S_2(k) & 0 & 0 \\ 0 & p_1\xi R(k) & 1-S_3(k)-P_{34}(k) & 0 \\ 0 & 0 & P_{34}(k) & 1-S_4(k) \end{bmatrix}. \qquad (5)$$

Бу матрицанинг тўртта хусусий сонларга эга ва улар қуйидаги шартларни қоноатлантиради:

$$0 \le 1-S_1(k)-P_{12}(k) < \lambda_1 \le 1;$$
$$0 \le \lambda_2 < 1-S_2(k) \le 1;$$
$$0 \le \lambda_3 = 1-S_3(k)-P_{34}(k) \le 1;$$
$$0 \le \lambda_4 = 1-S_4(k) \le 1.$$

Матрицани хусусий сонлари популяция гуруҳларидаги аъзоларни шу гуруҳда қолишини кунлик кўрсаткичини аниқлайди. Бу кўрсаткич қайси гуруҳда катта бўлса, шу гурудагилар сони ортиб боради.

Чиябўрилар популяциясини на фақат туғиш ва омон қолиш қонуниятини, унга қўшимча популяциянинг жинсий таркиби ва кейинги гуруҳга ўтиш қонуниятларини ҳам ҳисобга олинганлиги сабабли (5) матрица Лесли матрицасидан фарқ қилади. Бундан ташқари, модель дискрет кунлик вақт доирасида қурилган бўлиб, бу мавсумий кўпайиш ва гуруҳлар ўртасида ўтиш динамикасини аниқроқ характерлайди.

Биологик кузатишлар Чиябўриларнинг жуфтлашиши январнинг ярмидан бошланиб, февралнинг ўртасигача ва ҳомиладорлик 63 кун давом этишини ва шунга асосан чиябўриларнинг туғиш даври 19-мартдан ($k=78$) 19-апрелгача ($k=109$) давом этишини кўрсатади. Туғиш даврини бошида туғишлар сони кам бўлиб, кун ўтган сайин туғишлар сони ортиб боради. Туғиш даврининг ўртасида туғишлар сони максимал даражага етади ва секин аста камайиб боради. Бу чиябўриларнинг туғиш қонуниятини парабола кўринишида аниқлаш ҳақиқатга яқинроқ бўлишини кўрсатади.

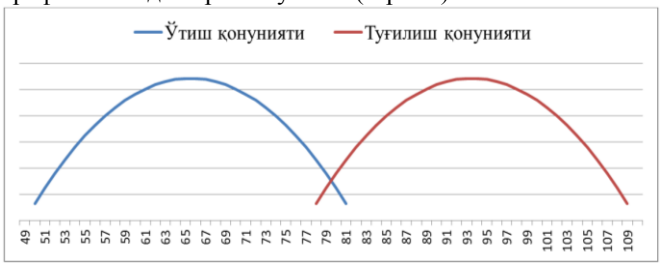
$$R(k)=\begin{cases} 0, & агар \quad 1 \le k \le 77; \\ -\dfrac{1-Y}{5984}(k-77)(k-110), & агар \quad 78 \le k \le 109; \\ 0, & агар \quad 110 \le k \le 365; \end{cases} \qquad (7)$$

Бу ерда $0 \le Y \le 1$ урғочи чиябўриларнинг бепуштлик даражаси.

Янги туғилган урғочи чиябўрилар 11 ойда, эркак чиябўрилар эса 2 йилда жинсий вояга етади. Шу сабабли урғочи чиябўриларнинг 1-гуруҳдан 2-гуруҳга ўтиш қонунияти туғилиш қонуниятини 336 кунга (11 ойга) ўнг тамонга силжитган билан бир хил бўлади. Туғилган чиябўрилар баъзилари балоғат ёшига етмасдан ўлиб кетиши мумкин. Тирик қолганларининг барчаси кейинги гуруҳга ўтади. Шу сабабли ўтиш қонуниятида $Y=0$ деп олиш керак.

$$P_{12}(k)=\begin{cases} 0, & агар \quad 1 \le k \le 49; \\ -\dfrac{1}{5984}(k-49)(k-82), & агар \quad 50 \le k \le 81; \\ 0, & агар \quad 82 \le k \le 365; \end{cases} \qquad (8)$$

Туғилиш ва кейинги гуруҳга ўтиш қонуниятини график шаклда бериш мумкин (1-расм).



1-расм. Урғочи чиябўриларнинг туғилиш ва балоғат ёшига ўтиш қонуниятлари

Эркак чиябўрилар учун 3-гуруҳдан 4-гуруҳга ўтиш қонунияти туғилиш қонуниятини 730 кунга (24 ойга) ўнг тамонга силжитишдан келиб чиқишини кўриш қийин эмас. Натижада янги туғилган эркак чиябўриларни 4-гуруҳга ўтиш қонуниятига эга бўламиз:

$$P_{34}(k)=\begin{cases} 0, & агар \quad 1 \le k \le 77; \\ -\dfrac{1}{5984}(k-77)(k-110), & агар \quad 78 \le k \le 109; \\ 0, & агар \quad 110 \le k \le 365; \end{cases} \qquad (9)$$

Гуруҳдаги чиябўриларнинг омон қолиши, уларнинг шу гуруҳда максимал қанча вақт бўлишига боғлиқ бўлиб, фоизларда берилади. Шу фоизлар орқали ўлиш қонуниятини, яъни кунлик ўлиш фоизини аниқлаш талаб этилади.

j - груҳдаги чиябўриларнинг омон қолиш кўрсаткичи v_j бўлсин. Гуруҳда кунлик омон қолиш кўрсаткичини d_j деб белгиласак, у ҳолда $d_j^{T_j}=v_j$ ёки $d_j=\sqrt[T_j]{v_j}$ бўлади. Бу ерда T_j чиябўриларнинг j - груҳда бўлиш вақти. $T_1=336$ кун эканлиги юқорида ҳисобланди. Бошқа гуруҳлар учун йиллик омон қолиш кўрсаткичи ишлатилади. Шу сабабли улар учун $T_j=365, j=2,3,4$. Ўлимчилик кунлар бўйича тенг тақсимланган деб ҳисобласак, қуйидаги тенгликларга эга бўламиз:

$$S_1(k)=1-d_1=1-\sqrt[336]{v_1},\ S_j(k)=$$
$$=1-d_j=1-\sqrt[365]{v_j},\ j=2,3,4. \qquad (10)$$

Шундай қилиб, (3) тенгламалар тизими ёки (4) матрицали тенглама (7)-(10) формулалар билан биргаликда чиябўрилар популяцияси сони ва таркиби динамикасининг дискрет математик модели бўлади.

Сонли таҳлил. (3) модель ёрдамида прогноз қилиш жуда кўп сондаги ҳисоблашларни талаб этади. Шу сабабли ҳисоблашлар C# тилида яратилган компьютер дастури ёрдамида амалга оширилди.

Дастурда ҳар бир урғочи чиябўрининг туққан болаларининг сони - ξ тасодифий миқдори ва у тенг ўлчамли тақсимланган деб фараз қилинди.

Чиябўрилар популяциясини дастлабки холати $X(0)=(10,16,10,14)^T$ кўринишда, янги туғилган чиябўри болаларнинг 48% эркак ва 52% урғочи (кўп йиллик кузатувлар натижаси бўйича) бўлсин деб олдик. Омон қолиш кўрсаткичи барча гуруҳларда бир хил ва 60% га, бепуштликни 20% тенг деб олиб, йил давомида

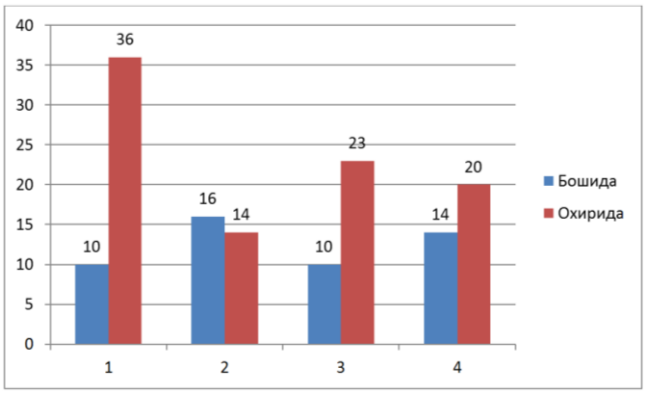
чиябўрилар популяцияси сонини ўзгаришини моделлаштирамиз (1- жадвалда).

1-жадвал. Моделлаштириш натижалари

Гуруҳлар	Бошида	Ўлганлар	Туғилганлар	Ўтишлар	Охирида
1	10	18	47	-6	36
2	16	8	0	6	14
3	10	12	44	-16	23
4	14	10	0	16	20
Жами:	50	48	91	0	93

Йил бошида чиябўриларнинг сони 50 та эди, йил давомида уларнинг 48 таси ўлган, 91 таси туғилган ва йил сўнгида 50-48+91 =93 таси қолган. Уларнинг 43 таси эркак ва 50 таси урғочи. Йил давомида 22 та чиябўри вояга етиб кейинги катта ёшли гуруҳга ўтган.

Йил давомида чиябўрилар популяцияси таркибининг ўзгариши 2-расмда берилган.



2-расм. Йил давомида чиябўрилар популяцияси таркибининг ўзгариши.

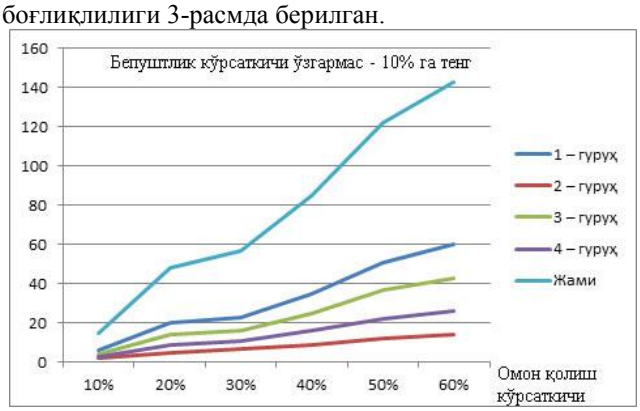
Дастур ёрдамида чиябўрилар популяцияси сони ва таркибини бир неча йилга прогноз ўсиш мумкин. Бу учун йил охирида олинган моделлаштириш маълумотларини дастлабки маълумотлар сифатида дастурга киритиб, дастурни ишга тушириш керак бўлади. Натижада келаси йил учун дастлабки маълумотларга эга бўламиз.

Омон қолиш – 60% ва бепуштлик – 20% кўрсаткичлари ўзгармаган холда чиябўрилар популяцияси сонини 5 йилга прогнози 2-жадвалда берилган.

2-жадвал. Чиябўрилар популяцияси сонининг 5 йилга прогнози

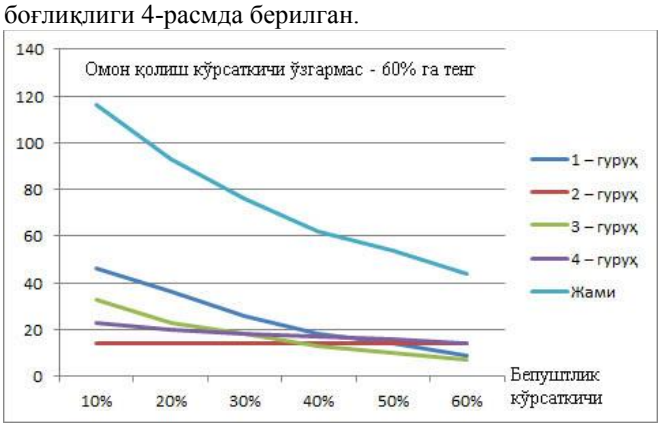
Чиябўрилар гуруҳи	**Йил бошида**	**Бир неча йилга прогноз**				
		1	2	3	4	5
1 – гуруҳ	10	36	98	306	982	2769
2 – гуруҳ	16	14	22	51	148	463
3 – гуруҳ	10	23	70	206	666	1850
4 – гуруҳ	14	20	45	129	392	1164
Жами	50	93	235	692	2188	6246

Дастур ёрдамида чиябўрилар сони ва таркибининг айрим параметрга боғлиқлигини ўрганишга бўлади. Бунда бошқа параметрларни ўзгаришсиз қолдириш керак бўлади. Масалан чиябўрилар сонининг омон қолиш кўрсаткичига боғлиқлигини ўрганмоқчимиз. Бепуштлик кўрсаткичи ўзгармас ва 10% га тенг бўлганда чиябўрилар сонини омон қолиш кўрсаткичидан боғлиқлилиги 3-расмда берилган.



3-расм. Популяция сонининг омон қолиш кўрсаткичига боғлиқлиги

Омон қолиш кўрсаткичи ўзгармас хам 60% га тенг бўлганда чиябўрилар сонини бепуштлик кўрсаткичига боғлиқлиги 4-расмда берилган.



4-расм. Популяция сонини бепуштлик кўрсаткичига боғлиқлиги

Натижалар ва муҳокамалар. Яратилган математик модель Чиябўрилар популяциясини дастлабки холати $X(0)$, янги туғиладиган чиябўри болаларнинг жинсий таркиби, омон қолиш ва бепуштлик кўрсаткичлари ёрдамида популяциянинг кейинги ҳолатини йил кунлари бўйича аниқлаш имкониятини беради.

Прогноз тажрибалари натижаларидан чиябўрилар популяцияси сонини камаймаслиги учун бепуштлик 20% тенг бўлганда уларнинг омон қолиш кўрсаткичи 40% дан кам бўлмаслигини, бепуштлик 10% тенг бўлганда уларнинг омон қолиш кўрсаткичи 30% дан кам бўлмаслигини кўрсатади.

Модель популяция омон қолиши учун гуруҳларни вақт бўйича қандай тақсимланиши кераклигини аниқлайди.

Сезувчанликни таҳлили, бепуштлик ва омон қолиш кўрсаткичлари популяцияни умумий ўсишига катта таъсир этишини кўрсатади. Омон қолиш кўрсаткичи 60% бўлиб, бепуштлик кўрсаткичи 50% дан юқори бўлса популяция сони камайиб боради. Худди шунга ўхшаган жараённи бепуштлик 10% бўлиб, омон қолиш кўрсаткичи 30% дан паст бўлганда ҳам кузатилади.

Олинган натижалар таклиф этилган дискрет модель Чиябўрилар популяцияси динамикасини натижали ифодалашини кўрсатади.

Таклиф этилаётган модель классик Лесли моделидан сезиларли фарқларни намойиш этади. Хусусан, жинсий таркибни ўз ичига олиш кўпайиш жараёнларини

аниқроқ акс эттиришга имкон беради, чунки насл қолдиришга асосан урғочи чиябўрилар бевосита ҳисса қўшадилар. Бундан ташқари, кунлик вақт ўлчовидан фойдаланиш моделнинг ўлчамларини яхшилайди ва мавсумий эффектларни таҳлил қилишга имкон беради, стандарт йиллик шкалали моделларда эса бунга эришиш мумкин эмас. Ушбу хусусиятлар моделни ҳақиқий экологик дастурлар учун кўпроқ мослаштиради.

Хулоса. Шундай қилиб прогноз тажрибалари натижаларидан чиябўрилар популяцияси сонини камаймаслиги учун уларнинг омон қолиш кўрсаткичи 40% дан кам бўлмаслиги керак экан. Омон қолиш кўрсаткичи 30% дан ошмаса бу тур йўқ бўлиб кетади.

Таклиф этилаётган моделнинг асосий янгилиги классик Лесли моделни жинсий таркиб ва кунлик вақт динамикасини ҳисобга олган ҳолда кенгайтириши бўлди. Бу популяция жараёнларини янада аниқроқ тавсифлаш имконини беради.

Чиябўрилар популяциясининг келажак тенденцияларини аниқ прогноз қилиш учун мунтазам мониторинг ишларини олиб бориш ва кенг қамровли экологик маълумотларни тўплаш ҳамда масъул бошқарув стратегияларини ривожлантириш зарур. Шу йўналишда олиб бориладиган ишлар табиий муҳитни муҳофаза қилиш ва биологик хилма-хилликни сақлашда муҳим ўрин тутади.

Адабиётлар

1. Бердибаев А.С. Қорақалпоғистон йиртқич сут эмизувчилари (Mammalia: Carnivora) гельминтлари.: Дисс. … био. фан. фалсафа. докт. (PhD). – Нукус, 2021.

2. Палваниязов М. Хищные звери пустынь средней Азии. – Нукус, 1974.

3. Timothy E. Essington. Introduction to Quantitative Ecology. // Mathematical and Statistical Modelling for Beginners. – P 47-60.

4. Nicolas Grosjean. On simple age-structured population models. // Applied Mathematical Modelling. Volume 41, January 2017. – P. 68-82.

5. Fujiwara M, Diaz-Lopez J. Constructing stage-structured matrix population models from life tables: comparison of methods. PeerJ 5: e3971. 2017.

6. Dmitrii O. Logofet, Roberto Salguero-Gómez. Novel challenges and opportunities in the theory and practice of matrix population modelling: An editorial for the special feature -“Theory and Practice in Matrix Population Modelling” of Ecological Modelling. // Ecological Modelling. Volume 443, 1 March 2021. – P. 109457.

QARAQALPAQSTAN ShARAYATÍNDA SARÍ *C.FULVUS* HÁM KIShKENE *C.PYGMAEUS* BALPAQLAR GELMINTOFAUNASÍ

Berdibaev Abat Sultamuratovich – *biologiya ilimleri boyınsha filosofiya doktorı, docent*
abat.berdibaev@bk.ru
Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

ГЕЛЬМИНТОФАУНА *C.FULVUS И C.PYGMAEUS* В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

Бердибаев Абат Султамуратович – *доктор философии по биологическим наукам, доцент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

YELLOW *C. FULVUS* AND SMALL *C. PYGMAEUS* IN THE CONDITIONS OF KARAKALPAKSTAN

Berdibayev Abat Sultamuratovich – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: *C.fulvus, C.pygmaeus,* cestoda, akantosefalla, nematoda, trematoda, gelmint.

Rezyume. Tadqiqot ishlari natijalariga ko‘ra, akademik K.I.Skryabinning to‘liq va to‘liq bo‘lmagan gelmintologik yorib ko‘rish usuli bilan tekshirilgan 57 bosh sariq va kichik boldirlarning 23 boshida gelmintlar aniqlandi 40,3%. Shundan 39 bosh sariq balpaqdan 17 boshi 43,5%, 18 bosh kichik balpaqdan 6 boshida 33,3% gelmintlar zararlanganligi kuzatildi. *C.fulvus, C.pygmaeus* kemiruvchilarida 18 turdagi gelmintlar ro‘yxatga olinib, ular 3 tip, 3 sinf, 7 turkum, 10 oila va 12 avlodga mansub ekanligi ma’lum bo‘ldi. Ular 8 tur tsestodalar, 1 tur akantotsefalalar va 9 tur nematodalar sinfiga mansub ekanligi aniqlandi, trematodalar sinfiga mansub gelmintlar kuzatilmadi.

Ключевые слова: *C.fulvus, C.pygmaeus,* cestoda, акантоцефалла, нематода, трематода, гельминт.

Резюме. Согласно результатам исследования, гельминты были обнаружены на 23 головах из 57 желтых и малых головок, исследованных полным и неполным гельминтологическим методом академика К.И.Скрябина. Из них из 39 голов желтой мотыльки 43,5% были заражены гельминтами, из 18 голов желтой мотыльки 33,3% были заражены гельминтами. У грызунов *C.fulvus* и *C.pygmaeus* зарегистрировано 18 видов гельминтов, принадлежащих к 3 типам, 3 классам, 7 отрядам, 10 семействам и 12 родам. Установлено, что 8 видов относятся к классу цестод, 1 вид – к классу акантоцефалов и 9 видов – к классу нематод, гельминтов, относящихся к классу трематод, не наблюдалось.

Key words: *C.fulvus, C.pygmaeus,* cestoda, acanthocephaly, nematode, trematode, helminth.

Summary. According to the research results, helminths were detected in 23.3% of the 57 yellow and small heads examined using Academician K.I.Skryabin's complete and incomplete helminthological dissection method. Of these, 43.5% of helminths were observed in 17 out of 39 head yellow feathers, and 33.3% in 6 out of 18 head small feathers. In rodents *C.fulvus* and *C.pygmaeus*, 18 species of helminths were identified, belonging to 3 types, 3 classes, 7 orders, 10 families, and 12 genera. It was established that they belong to the class of cestodes – 8 species, acanthocephalans – 1 species, and nematodes – 9 species; helminths belonging to the class of trematodes were not observed.

Kirisiw. Búgingi kúnde hár túrli ekosistemalarda jasawshı kemiriwshilerdiń gelmintofaunasın úyreniw, olardıń tarqalıw nızamlılıqların hám biocenotikalıq baylanısların bahalaw áhmiyetli wazıypalardan biri. Ásirese, awıl xojalıǵı hám tábiyǵıy oshaqlı keselliklerdiń tarqalıwında kemiriwshiler úlken orındı iyeleydi, sol sebepli kemiriwshiler gelmintofaunasın úyreniw úlken ámeliy hám teoriyalıq áhmiyetke iye [7:123; 9:104].

Qaraqalpaqstannıń shól-qumlı aymaqlarında keń tarqalǵan sarı balpaq *Citellus fulvus* Lichtenstein, 1823 hám *Citellus pygmaeus* P., 1778 kishi balpaq jergilikli landshaftlarda jetekshi sút emiziwshi haywanlardan biri bolıp esaplanadı. Bul túr shól ekosistemalarınıń trofikalıq shınjırında áhmiyetli orın iyelep, bir qatar qáwipli infekciyalıq hám invazion qozdırıwshılarınıń tábiyǵıy rezervuarı wazıypasında atqarıwı múmkin. Sol sebepli *C.fulvus, C.pygmaeus* organizmlerinde gelmintofaunanıń qáliplesiwi, gelmintlerdiń túr quramı, ekologo-epizootologiyalıq ózgesheliklerin úyreniw búgingi kúnniń áhmiyetli máselelerden biri esaplanadı [1:118; 7:123; 9:104].

Ilimiy ádebiyatlardaǵı maǵlıwmatlarǵa qaraǵanda, sarı hám kishkene balpaqlar gelmintofaunası olardıń jasaw shárayatları, máwsimlik belsendiligi hám azıqlanıw spektrine qaray ózgerip turadı. Biraq, sońǵı jıllarda júz berip atırǵan antropogen hám klimat ózgerisleri tásirinde *C.fulvus, C.pygmaeus* populyaciyalarındaǵı gelmintofaunanıń hár túrliligin qayta izertlewdi talap etedi [1:118; 7:123; 9:104].

C.fulvus, C.pygmaeus sarı hám kishkene balpaq túrleri gelmintofaunası quramın úyreniw, gelmintlerdiń invaziya kórsetkishlerin hám de olardıń tarqalıwına tásir etiwshi ekologiyalıq faktorlardı anıqlawdan ibarat.

Izertlewdiń materialı hám usılları. Izertlew jumısları 2017-2026-jıllar dawamında Qaraqalpaqstannıń 4 tábiyǵıy geografiyalıq aymaqlarında jónelisli usıllar járdeminde alıp barıldı. Hám de alıp barılǵan izertlew jumısları dawamında akademik K.I.Skryabinniń (1928) tolıq hám tolıq bolmaǵan gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı menen 57 bas sarı hám kishi balpaqlar tekserildi, sonnan 23 bası gelmintler menen zıyanlanǵanı gúzetildi 40,3%. Izertlew jumısları nátiyjelerinde anıqlanǵan trematoda, cestoda, akantocefalla klasına tiyisli gelmintler 70%, 96% spirtte, nematoda klasına tiyisli gelmintler bolsa Barbagallo suyıqlıqlarında fiksaciya qılındı hám etiketkalar jabıstırıldı [2:274; 3:352; 4:232; 5:272; 6:45].

Gelmintlerdiń túrlerin anıqlaw jumısları ÓzR IA Zoologiya institutı «Ulıwma parazitologiya» laboratoriyası hám Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı «Eksperimental biologiyalıq izertlewler» laboratoriyasında ámelge asırılıp, belgilengen usıllar hám

ádebiyat maǵlıwmatları járdeminde gelmintlerdiń túrleri anıqlandı [2:274; 3:352; 4:232; 5:272; 6:45].

Kemiriwshilerdiń gelmintler menen zıyanlanıwınıń muǵdarlıq kórsetkishleri hám parazitlerdiń xojayın organizminde tarqalıwınıń invaziya ekstensivligi (IE), invaziya intensivligi (II) hám muǵdar indeksi (MI) sıyaqlı parazitologiyalıq kórsetkishleri úyrenildi [2:274; 3:352; 4:232; 5:272; 6:45].

Barlıq sanlı maǵlıwmatlar matematikalıq hám statistikalıq qayta islendi (Lakin, 1990). Ayırım statistikalıq analizler ushın Excell programması hám OriginPro 7,5 programmasınan (OriginLab Corporation, USA) paydalanıldı.

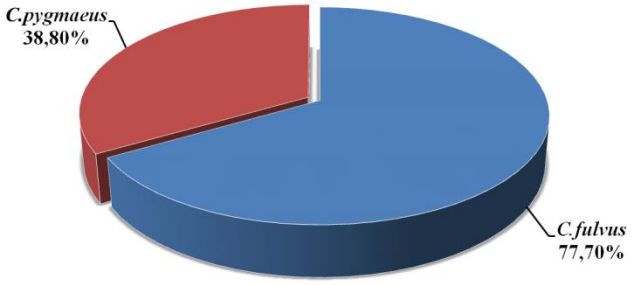
Nátiyjeler hám olardıń talqılawı. Izertlew jumısları nátiyjelerine kóre, akademik K.I.Skryabinniń tolıq hám tolıq bolmaǵan gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı menen tekserilgen 57 bas sarı hám kishi balpaqlardıń 23 basında gelmintler anıqlandı 40,3%. Sonnan 39 bas sarı balpaqtan 17 bası 43,5%, 18 bassqa kishi balpaqtan 6 basında 33,3% gelmintler zıyanlanǵanı gúzetildi [2:274; 3:352; 4:232; 5:272; 6:45].

C.fulvus, C.pygmaeus kemiriwshilerinde 18 túrdegi gelmintler dizimge alınıp, olar 3 tip, 3 klass, 7 otryad, 10 tuqımlas hám 12 tuwısqa tiyisli ekenligi belgili boldı (1-keste). Olar 8 túr cestodalar, 1 túr akantosefalalar hám 9 túr nematodalar klasına tiyisli ekeni anıqlandı, trematodalar klasına tiyisli gelmintler gúzetilmedi (2-keste).

1-keste. Qaraqalpaqstan kemiriwshileri gelmintleriniń taksonomik quramı

Klass	Otryad	Tuqımlas	Túrler sanı	
			Sarı balpaq	Kishi balpaq
Cestoda	Cyclophyllida	Catenotaeniidae	1	-
	Cyclophyllida	Taeniidae	4	3
			-	1
		Mesocestoididae	1	-
Acanthocephala	Oligacanthorynchida	Moniliformidae	1	-
Nematoda	Trichocephalida	Capillariidae	1	-
		Trichocephalidae	2	2
	Rhabditida	Trichostrongylidae	1	-
	Ascaridida	Syphacidae	1	-
	Spirurida	Physolopteridae	1	-
			-	1
		Spiruridae	1	-
3	**7**	**10**	**14**	**7**

1-kestedegi maǵlıwmatlarǵa qaraǵanda sarı balpaqlardıń gelmintler menen zıyanlanıw dárejesi kishi balpaqqa salıstırǵanda bir qansha joqarı ekenin kóriw múmkin 14 túr ulıwma túrlerdiń 77,7% quradı. Kishi balpaq bolsa 7 túr menen zıyanlanǵanı gúzetildi 38,8% (1-súwret). Ulıwma alǵanda *C.fulvus* sarı balpaqlardıń gelmintler menen zıyanlanıwınıń joqarı dárejede bolıwı olardıń tarqalıw arealınıń keńligi hámde hár qanday ekologiyalıq faktorlar tásirinde jasaw ornılarınıń hám azıq quramınıń ózgerip turıwı menen baylanıslı bolıwı múmkin. *C.pygmaeus* kishi balpaqlardıń gelmintler menen zıyanlanıw kórsetkishi sarı balpaqlarǵa qaraǵanda bir qansha tómen bolıwı olardıń tarqalıw arealınıń kemligi hám gelmintologiyalıq tekserilgen balpaqlar sanınıń azlıǵı menen xarakterlenedi.



1-súwret. Sarı hám kishi balpaqlardıń gelmintler menen zıyanlanıw kórsetkishleri %.

Gelmintler menen zıyanlanǵan kemiriwshiler arasında monoinvaziya jaǵdayı baqlanbadı. Kemiriwshilerdiń associativ invaziya jaǵdayında ekeni gúzetildi. Associativ invaziya jaǵdayında bir kemiriwshide 2 den 3 ke shekem gelmint túrleriniń ushırasıwı dizimge alındı. Invaziyanıń associativ tárizde ótiwi túrler aralıq hám túrler ishindegi óz ara qatnasıqlardı keltirip shıǵaradı.

Kemiriwshiler gelmintofaunası quramında muǵdarlıq parametrler analizinde gelmintlerdiń ayırım túrleriniń bir qıylı bolmaǵan normaları dizimge alındı. K.P.Fedorov (1986) klassifikaciyası boyınsha gelmintlerdiń invaziya ekstensivligi hám muǵdar indeksi kórsetkishlerin esapqa alıp, eki toparǵa ajıratıldı: Birinshi dárejeli hám ekinshi dárejeli túrler. Birinshi dárejeli túrler quramına dominantlar, subdominantlar hám olarǵa jaqın aralıq túrler toparları kiredi; ekinshi dárejeli túrlerge siyrek ushırasatuǵın, tosattan hám jaqın túrlerdi kirgiziw múmkin [8:256].

C.fulvus sarı balpaqlar gelmintofaunasınıń quramında dominant túrler – 3, subdominant túrler – 2, jaqın aralıq túrler – 4, siyrek ushırasatuǵın túrler 5 ten ibarat boldı. Dominant hám subdominant túrlerdiń úlesi 35,7% ti quradı (2-keste).

2-keste. *C.fulvus* sarı balpaqlar gelmintleriniń dominantlıq dárejesi boyınsha bólistiriliwi

№	Gelmintler kategoriyası	Gelmint túrleri	Lokalizacıyası	Zıyanlanıw kórsetkishleri	
				IE, %	MI, nusxa
1	dominant túrler	*Taenia pisiformis*	qarın boslıǵı	20,5 %	13,6± 1,3
2		*Taenia crassiceps*	qarın boslıǵı	12,8 %	8,5± 1,1
3		*Taenia hydatigena*	qarın boslıǵı	12,8 %	9,7± 1,3
4	Subdominant túrler	*Mesocestoides lineatus*	qarın boslıǵı, bawır	10,2 %	9,4± 1,1
5		*Hydatigera taeniaeformes*	bawır	10,2 %	7,6± 1,1
6	jaqın aralıq túrler	*Catenotaenia rhombomydis*	jińishke ishek	7,6 %	4,2± 0,2
7		*Capillaria armenica*	jińishke ishek	7,6 %	4,6± 0,3
8		*Nematodirus mugosaricus*	jińishke ishek	7,6 %	4,4± 0,2
9		*Abbreviata leiperi*	asqazan	7,6 %	4,7± 0,2

10	Kem sanlı túrler	*Trichocephalus rhombomidis*	juwan ishek hám soqır ishek	5,1 %	4,1± 0,2
11		*Moniliformis moniliformis*	ishek boslıqları	5,1 %	3,4± 0,2
12		*Syphacia obvelata*	juwan ishek	5,1 %	3,4± 0,2
13		*Trichocephalus muris*	juwan ishek hám soqır ishek	5,1 %	3,4± 0,2
14		*Streptopharagus kutassi*	asqazan	5,1 %	3,7± 0,2
5	Kem sanlı túrler	*Trichocephalus muris*	juwan hám soqır ishek	5,1 %	3,9± 0,2
6		*Taenia macro-cystis*	bawır	5,1 %	3,1± 0,1
7		*Physaloptera massino*	asqazan	5,1 %	2,3± 0,1

C.pygmaeus kishi balpaqlar gelmintofaunasınıń quramında dominant túrler - 1, subdominant túrler - 1, jaqın aralıq túrler - 2, siyrek ushırasatuǵın túrler 3 ten ibarat boldı. Dominant hám subdominant túrlerdiń úlesi 33,3% ti quradı (3-keste).

3-keste. *C.pygmaeus* kishi balpaqlar gelmintleriniń dominantlıq dárejesi boyınsha bólistiriliwi

№	Gelmintler kategoriyası	Gelmint túrleri	Lokalizatsiyası	Zıyanlanıw kórsetkishleri	
				IE, %	MI, nusxa
1	Dominant túrler	*Hydatigera krepkogorski*	qarın hám kókirek boslıqları	12,8 %	8,1± 1,1
2	Subdominant túrler	*Taenia hydatigena*	qarın boslıǵı	10,2 %	6,6± 1,1
3	Jaqın aralıq túrler	*Trichocephalus spalacis*	Juwan hám soqır ishek	7,6 %	4,2± 0,2
4		*Taenia crassiceps*	qarın boslıǵı	7,6 %	4,4± 0,2

Juwmaq. Gelmintologiyalıq izertlewler nátiyjesinde Qaraqalpaqstan sharayatında sarı balpaq *C.fulvus* hám kishi balpaq *C.pygmaeus* túrleriniń gelmintofaunası úyrenildi. Bul eki túrde gelmintlerdiń túr quramı, zıyanlanıw dárejesindegi ekologiyalıq faktorlardıń ornı, xojayınnıń azıqlanıw ózgeshelikleri hám jasaw ortalıǵı menen tıǵız baylanıslı ekenligin kórsetti [1:118; 7:123; 8:104].

Izertlew dawamında alınǵan maǵlıwmatlar *C.fulvus* hám *C.pygmaeus* túrleriniń gelmintofaunası arasında ulıwma hám ózine tán ózgeshelikler bar ekenligin kórsetti. Gelmintlerdiń túr quramı ekstensiv hám intensiv invaziya kórsetkishlerindegi ayırmashılıqlar bul xojayın túrleriniń ekologiyalıq ózgeshelikleri hám jasaw ortalıǵına beyimlesiwi menen qáliplesiwi múmkin [1:118; 7:123; 8:104].

Solay etip, Qaraqalpaqstan aymaǵında sarı hám kishi balpaqlardıń gelmintofaunasın úyreniw tek ǵana usı kemiriwshiler gelmintleriniń bioekologiyasın anıqlaw emes, bálkim sol aymaqtaǵı ekosistemalardıń sanitariyalıq-parazitologiyalıq jaǵdayın bahalawda da úlken áhmietke iye. Alınǵan nátiyjeler usı aymaqtaǵı haywanat dúnyası gelmintleriniń tarqalıw nızamlılıqların anıqlaw hám keleshekte olardıń xojayın-parazit qatnasıqların jáne de tereń úyreniw ushın tiykar bolıp xızmet etedi. Hámde bul alınǵan ilimiy nátiyjeler Qaraqalpaqstan aymaǵında kemiriwshiler arqalı tarqalatuǵın parazitar keselliklerdiń aldın alıw, tábiyǵıy oshaqlı infekciyalar hám invaziyalarǵa qarsı gúresiw jáne profilaktikalıq ilajlardı islep shıǵıwda teoriyalıq hám ámeliy derek bolıp xızımet qıladı [1:118; 7:123; 8:104].

Ádebiyatlar

1. Бердибаев А.С. Қорақалпоғистон йиртқич сут эмизувчилари (Mammalia: Carnivora) гельминтлари.: Дисс. … био. фан. фалсафа. докт. (PhD). – Нукус, 2021.

2. Козлов Д.П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР. – Москва: «Наука», 1977.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – Москва: 1990.

4. Рыжиков К.М., Гвоздев Е.В., Токобаев М.М., Шалдырин Л.С., Мацаберидзе Г.В., Меркушева И.В., Надточий Е.В., Хохлова И.Г., Шарпило Л.Д. Определитель гельминтов грызунов фауны СССР. Цестоды и трематоды. – Москва: «Наука», 1978.

5. Рыжиков К.М., Гвоздев Е.В., Токобаев М.М., Шалдыбин Л.С., Мацаберидзе Г.В., Меркушева И.В., Надточий Е.В., Хохлова И.Г., Шарпило Л.Д. Определитель гельминтов грызунов фауны СССР. Нематоды и акантоцефалы. – Москва: «Наука», 1979.

6. Скрябин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая и человека.: – Ленинград: 1-го МГУ, 1928.

7. Токобаев М.М. Гельминты диких млекопитающих Средней Азии. – Фрунзе: «Илим», 1976.

8. Федоров К.П. Закономерности пространственного распределения паразитических червей. – Новосибирск: «Наука», 1986.

9. Хамроқулова З.Х. Ўзбекистоннинг шимоли-шарқий минтақаси кемирувчилар (Rodentia) туркумининг гельминтофаунаси, экологияси ва аҳамияти.: Дисс. … био. фан. фалсафа. докт. (PhD). – Нукус, 2020.

IVANOV USULI YORDAMIDA ARBEKINA NAVLI ZAYTUN (OLEA EUROPAEA L.) BARG SATHINI ANIQLASh VA TAHLIL QILISh

Bozorova Ashurgul Xudoyberdi qizi – *tayanch doktorant*
ashirgul29@gmail.com
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННОГО СОРТА ОЛИВЫ АРБЕКИНА (OLEA EUROPAEA L.) МЕТОДОМ ИВАНОВА

Бозорова Ашургул Худойбердиевна – *базовый докторант*
Денауский институт предпринимательства и педагогики

DETERMINATION AND ANALYSIS OF LEAF SURFACE OF ARBEQUINA OLIVE (OLEA EUROPAEA L.) VARIETY USING IVANOV'S METHOD

Bozorova Ashurgul Khudoyberdievna – *doctoral student*
Denov Institute of Entrepreneurship and Pedagogy

Tayanch sozlar: zaytun, barg sathi, Arbekina, Ivanov usuli, kesik ogʻirligi, barg ogʻirligi, fotosintez, assimulyatsiya, fiziologik jarayon.

Rezyume. Maqolada janubiy hududlarda introduksiya qilingan Ispaniya seleksiyasiga mansub Arbekina zaytun navining barg sathi koʻrsatkichlari tadqiq etilgan. Biologik oʻlchovlar anʼanaviy va aniq hisoblangan Ivanov kesiklar ogʻirligi usuli yordamida amalga oshirilgan. Laboratoriya sharoitida olingan 10 ta namuna tahlili asosida Arbekina navi bargining oʻrtacha morfologik parametrlari va fotosintetik yuzasi baholangan.

Ключевые слова: олива, площадь листа, Арбекина, метод Иванова, метод высечек (вес высечки), фотосинтез, ассимиляция, физиологический процесс.

Резюме. В статье определены и проанализированы показатели площади листьев оливкового дерева сорта Арбекина испанской селекции, интродуцированного в южных регионах. Биологические измерения проводились с использованием традиционного и точного весового метода (метода высечек) Иванова. На основе выборочного анализа 10 листьев, полученных в лабораторных условиях, оценены средние морфологические параметры и фотосинтетическая поверхность листьев сорта Арбекина.

Key words: olive, leaf surface, Arbequina, Ivanov method, cut weight, photosynthesis, assimilation, physiological process.

Summary. The article determines and analyzes the leaf surface indicators of the Arbequina olive variety, which belongs to Spanish selection and is introduced in southern regions. Biological measurements were carried out using the traditional and precise Ivanov cut-weight method. Based on a sample analysis of 10 leaves obtained under laboratory conditions, the average morphological parameters and photosynthetic surface of the Arbequina variety were evaluated.

Kirish. Bugungi kunda jahon boʻylab iqtisodiy tizimda globallashuv jarayonlari jadallashgan sharoitda iqtisodiy xavfsizlik, shu jumladan, oziq-ovqat xavfsizligini taʼminlash muammolarini insoniyat tomonidan ilmiy asosda yechimini izlash masalalari kun tartibida turibdi. Va oziq-ovqat xavfsizligi masalalariga eʼtibor berish kuchaydi.

Respublikada keyingi yillarda oʻsimlik moyiga boʻlgan talab oshib bormoqda, bunga birinchi sabab paxta chigitining kamayishi boʻlsa, ikkinchi sabab odamlar sonining uzluksiz oshib borishidir. Hisoblarga koʻra 2030-yilga borib, Oʻzbekistonda aholi soni 40 mln. kishidan oshib ketishi, aholining oʻsimlik moyiga boʻlgan talabini qondirish asosiy muammolardan biri boʻlib qolmoqda.

Dunyoda isteʼmol qilinadigan oʻsimlik moylari ichida eng foydali va sifatli deb tan olingan moy – zaytun moyi boʻlib xisoblanadi. Ushbu moyning tarkibida sogʻlik uchun foydali boʻlgan 104 xil element bor. Zaytun moyi oson hazm boʻlishi, oʻta shifobaxshligi bilan alohida ajralib turadi. Qolaversa aholi orasida uchrayotgan saraton (rak) kasalliklarini oldini olishda ham xizmat qiladi. Bunday kasalliklar ayniqsa ayollar orasida koʻkrak saratoni kasalligi koʻplab uchramoqda.

Bizning mamlakatimiz shifobaxsh zaytunni yetishtirish imkoni boʻlgan eng shimoliy xududdagi regionlardan biri boʻlib xisoblanadi. Birinchi marta 2002-yilda Surxondaryo viloyatining Oltinsoy tumani zaytun subtropik hisoblangan hududlariga ekildi va tarixda birinchi marta 2006-yilda moy beruvchi mevalarni biz koʻrdik hamda mevalari yashil tusdan qoraga aylanib pishib yetildi. Olingan ushbu natijalarga koʻra, zaytunni Oʻzbekistonda ekish mumkin degan xulosalar qilindi. Shunday ekan zaytun oʻsimligini oʻrganib, uni koʻpaytirish asosiy masalalardan biridir [1].

Oʻsimliklar biologiyasi va fiziologiyasida barg sathi eng muhim parametrlardan biri boʻlib, u transpiratsiya, fotosintez jadalligi va umumiy biomassa toʻplanishini belgilab beradi. Bugungi kunda Oʻzbekiston sharoitida zaytun plantatsiyalarini, xususan, past boʻyli va serhosil Arbekina navini keng maydonlarda iqlimlashtirish ishlari olib borilmoqda. Ushbu navning mahalliy tuproq-iqlim sharoitidagi

fiziologik holatini baholash uchun uning barg yuzasi shakllanish qonuniyatlarini oʻrganish dolzarb hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, oʻsimliklarning fotosintetik mahsuldorligi va biomassa toʻplashi bevosita ularning barg sathi yuzasiga bogʻliq. Akademik L.A.Ivanov va A.A.Cilina oʻz tadqiqotlarida yogʻochsimon oʻsimliklar barg sathini aniqlashning turli usullarini, jumladan,kesiklar ogʻirligi (gravimetrik) usulini ilmiy jihatdan aniqlab berdi [2].

Oʻzbekiston sharoitida zaytun oʻsimligini introduksiya qilish, uning bioekologiyasi, agrotexnikasini oʻrganish va mahalliy sharoitga moslashtirishda qishloq xoʻjalik fanlari doktori, professor D.Yo.Yormatova xizmatlari beqiyosdir [3]. Olima oʻzining zaytun yetishtirishga bagʻishlangan

fundamental ishlarida o‘simlik barg apparati shakllanishi, barglarning morfologik tuzilishi hamda ularning fotosintetik potensiali to‘g‘ridan-to‘g‘ri hududning gidrotermik koeffitsiyenti va agrotexnik tadbirlarga bog’liqligini ko‘rsatib o‘tgan [4]. Shuningdek, mahalliy olimlardan A.Mavlonov ham zaytun barg apparatining rivojlanishi sug‘orish va oziqlantirish rejimiga uzviy bog‘liqligini ta’kidlaydi [5].

P.Soyunovning (2011) yilda Turkmaniston hududida zaytunlar sovuqqa moslashib sanoat asosida mahsulot bermoqda degan ma’lumotlarini ko‘rish mumkin va aslida bu davlatda zaytunchilik harakatlari akademik N.I.Vavilov tavsiyasi bilan 1933-yildan boshlab ekilgan va nihoyat mamlakat iqlimiga moslashib bugungi kunda sanoat asosida rivojlanayotganligi ma’lumdir [6].

Tadqiqot materiallari va metodologiyasi. Tadqiqot obyekti sifatida Arbekina navli zaytun daraxtlaridan olingan barg namunalari xizmat qildi. Barg sathini aniqlash biologiya fani va o‘simliklar fiziologiyasida keng qo‘llaniladigan Ivanov usuli (kesiklar og‘irligi) bo‘yicha yordamida amalga oshirildi.

Ushbu usulda quyidagi bosqichlar amalga oshirildi.

1. Daraxtning turli qismlaridan 10 ta xarakterli barg namunalari olindi.

2. Ma’lum birlikdagi qog‘oz sathi olinadi. Masalan, 100 sm yoki 1dm (10 x 10 sm).

3. Qog‘ozni qirqib, shu sathni aniq tarozida tortib, og‘irligi belgilanadi.

4. Xuddi shunday ikkinchi qog‘ozga barg sathini aniqlash lozim bo‘lgan barg yaxshilab qo‘yilib, o‘tkir qalam bilan atrofdagi qirralarning ustidan chizib rasmi tushiriladi.

5. Qog‘ozga tushirilgan bargning rasmi ehtiyotkorlik bilan qaychida qirqib olinadi.

6. So‘ng qog‘ozdagi bargning rasmi tortilib, og‘irligi aniqlanadi. Olingan raqamlar asosida tenglama tuzilib, bargning umumiy sathi aniqlanadi.

Masalan, 100 sm2 qog‘ozning og‘irligi 750 mg. Bargning rasmi chizilgan qog‘ozning og‘irligi 650 mg bo‘lsa, tenglama quyidagicha tuziladi:

$$100 \text{ sm2} - 750 \text{ mg}, \quad x - 650 \text{ mg}, \quad x = \frac{100 \cdot 650}{750} = 86,6 \text{ sm2}$$

Natijalar va ularning muhokamasi. Tadqiqot natijalaridan ma’lumki barg sonini o‘rganish o‘simlikning rivojlanishi, yaxshi o‘sishi va hosildorligining yuqori bo‘lishini tasdiqlaydigan asosiy ko‘rsatkichlardan biri bo‘lib hisoblanadi. Mana shularni e’tiborga olib biz Arbekina zaytun navining barglar sonini sanab bordik va bu ishlar o‘z navbatida barg sathini aniqlashga olib keldi. O‘simlikning barg sathini bir necha usullar bilan aniqlash mumkin bo‘ladi. Zaytunning rivojlanish fazalarida barglarning o‘sishi jarayonida bir qator fiziologik va murakkab biokimyoviy holatlar sodir bo‘ladi. Binobarin, quyosh nuri yordamida boradigan assimilyatsiyaning kuchi o‘simlikning hayot faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Ammo o‘simlikda boradigan jarayonlar faqatgina quyosh nuri emas, balki har xil tashqi omillar (masalan, suv holati, mineral o‘g‘itlar va shu kabilar assimilyatsiyaning o‘zgarishiga) ta’sir ko‘rsatishini tajribalarimiz natijasida ma’lum bo‘ldi.

Barg sathi zaytunda ham boshqa o‘simliklarda ham katta bo‘lsa, ularning quyosh nuridan foydalanish koeffitsiyenti shuncha yuqori bo‘ladi va o‘simlikda boradigan fizologik va fotosintetik jarayonlarning shakllanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Zaytun daraxtining barg sathi quyoshdan keladigan yorug‘lik ta’sirida anorganik moddalarni organik moddalarga aylantirib, fotosintez jarayonini borishida asosiy ahamiyatga egadir. Shuningdek, barg sathining katta, kichik, tukli, tuksiz, qalin, yupqa va boshqa morfologik belgilari quyosh nurini o‘zlashtirishida va o‘simlikning suvga bo‘lgan talabida o‘ziga xos rol o‘ynaydi.

Zaytun novdalarida barg sathini aniqlash borasida bir qator kuzatuvlar olib borildi. Barg sathini aniqlashda Ivanov uslubidan foydalanildi.

Zaytun” Karsagan qishlog‘ida fermer xo‘jaligida ekilgan tajriba maydonidagi o‘sib rivojlanayotgan ikki yillik zaytunlarni bargini sanash bilan bir qatorda shu barglarning barg sathi aniqlandi.

O‘tkazilgan laboratoriya tajribalari davomida olingan natijalar qayta ishlanib, quyidagi jadval ko‘rinishida rasmiylashtirildi.

1-jadval: Arbekina zaytun navlarida barg sathining shakllanishi Ivanov usuli bo‘yicha.

Barglar soni	Kesikning og‘irligi (g)	Kesikning sathi (sm^2)	Barglar og‘irligi (g)	Bargning satxi (sm^2)
1	0.0564	07.74	0.1298	1.7
2	0.04567	05.43	0.2011	2.2
3	0.0605	05,47	0.1786	2.0
4	0.0571	07.61	0.1704	2.2
5	0.0656	08.45	0.2013	2.6
6	0.0781	09.49	0.1690	2.3
7	0.0245	03.47	0.2001	1.9
8	0.0311	03.52	0.2032	2.0
9	0.0230	0.74	0.1367	1.8
10	0.0289	03.61	0.1451	1.9
O‘rtacha	0.0471	5.553	0.1735	2.06

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, tadqiq etilgan 10 ta namuna orasida barg og‘irligi va shakliga qarab kesik og‘irligi 0.0230g dan 0.0781 g gacha, umumiy barg og‘irligi esa 0.1298 g dan 0.2032 g gacha o‘zgarib turgan.

Matematik proporsiya va biologik tahlillar yakunida, Arbekina navli zaytun bargining o’rtacha sathi 2.06 sm^2 ekanligi tasdiqlandi. Alohida namunalarda eng yuqori barg sathi 5-raqamli bargda 2.6 sm^2 va eng minimal barg sathi 1-raqamli bargda 1.7 sm^2 qayd etildi.

Ivanov uslubi murakkab optik asboblarisiz dala sharoitida o‘simliklarning fotosintetik salohiyatini aniq baholash imkonini va xatolik darajasi minimal ekanligini ko‘rsatadi.

Barg sathining katta yoki kichikligiga qarab bo‘lsa ham, bargning hajmi kattaligi tufayli barg sathi katta bo‘lganligi kuzatildi. Arbekina navida barglar juda siyrak joylashganligi tufayli bir tup zaytunda barglar sathi boshqa olimlar olgan natijalarni takrorladi. Bir dona bargning sathi aniqlanganda Arbekina navida har bir o‘simlikning barg sathi bir birini takrorlamagani aniq bo‘ldi.

Xulosa. Ivanov usuli yordamida olingan natijalar shuni koʻrsatadiki introduksiya qilinayotgan Arbekina zaytun navi mahalliy sharoitda normal vegetativ oʻsish koʻrsatkichlarini namoyon etmoqda. Oʻrtacha barg sathining 2.06 sm^2 ni tashkil etishi ushbu navning quyosh nuridan samarali foydalanish va intensiv ekin maydonlarida yuqori hosil yetishtirish uchun yetarli biologik parametrga ega ekanligidan dalolat beradi.

Adabiyotlar

1. Yormatova D.Y. Moyli ekinlarni yetishtirish istiqbollari. // Oʻzbekiston qishloq xoʻjaligi jurnali. – Toshkent: 2009.

2. Иванов Л.А., Килина А.А. К методике определения листовой поверхности и древесных растений. // Ботанический журнал, 1936.

3. Yormatova D.Y. Zaytun yetishtirishning ilmiy asoslari. – Toshkent: 2012.

4. Yormatova D. Y. Subtropik ekinlar biologiyasi va agrotexnikasi. – Toshkent: 2018.

5. Mavlonov A. Zaytun barg apparatining shakllanishiga sugʻorish va oziqlantirish tartiblarining ta'siri. // Agro ilm, 2016.

6. Союнов П. Морозоустойчивые сорта и формы маслины в условиях Юго-Западного Туркменистана. // Молодой учёный, № 9, 2011. – С.272-275.

QORAQALPOG‘ISTON ShAROITIDA DOMINANT TUR SO‘QIR QANDALALAR (HEMIPTERA: MIRIDAE) NING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

Jollibekova Gulnara Perdebaevna – *tayanch doktorant*
gjollibekova1991@gmail.com
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
Juginisov Tangirbergen Isayevich – *biologiya fanlari doktori, professor*
tangirbergenzuginisov@gmail.com
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti
Saparov Kuanishbay Abdiraxmanovich – *biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori*
Nukus davlat texnika universiteti

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОМИНИРУЮЩЕГО ВИДА СЛЕПЫХ КЛОПОВ (HEMIPTERA: MIRIDAE) В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

Жоллыбекова Гулнара Пердебаевна – *докторант*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
Жугинисов Тангирберген Исаевич – *доктор биологических наук, профессор*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха
Сапаров Куанишбай Абдирахманович – *доктор философии по биологическим наукам*
Нукусский государственный технический университет

BIOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE DOMINANT SPECIES, HEMIPTERA: MIRIDAE, IN THE CONDITIONS OF KARAKALPAKSTAN

Jollibekova Gulnara Perdebaevna – *doctoral student*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz
Juginisov Tangirbergen Isaevich – *Doctor of Biological Sciences, Professor*
Karakalpak State University named after Berdakh
Saparov Kuanishbay Abdirakhmanovich – *Doktor of Philosophy in Biological Sciences*
Nukus State Technical University

Tayanch so‘zlar: so‘qir qandalalar, Miridae, bioekologiya, agroekotizim, fitofag, Qoraqalpog‘iston.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog‘iston Respublikasining keskin kontinental iqlim va ekologik sharoitida tarqalgan so‘qir qandalalar (Hemiptera: Miridae) oilasiga mansub dominant turlarning bioekologik xususiyatlari va ularning agroekotizimdagi o‘rni o‘rganilgan. Tadqiqot davomida hududdagi asosiy fitofag va zoofitofag turlar (jumladan, *Lygus pratensis, Deraeocoris serenus, Macrolophus pygmaeus* va boshqalar) aniqlanib, ularning oziqa spektriga, ekologik omillarning ta’siriga hamda xo‘jalik ahamiyatiga ko‘ra turlarga ajratilgan. Olingan natijalar qishloq xo‘jaligi ekinlarini zararkunandalardan himoya qilishda integratsiyalashgan boshqaruv tizimlarini takomillashtirish va foydali entomofaunadan biologik kurashda foydalanishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ключевые слова: слепые клопы, Miridae, биоэкология, агроэкосистема, фитофаг, Каракалпакстан.

Резюме. В статье изучены биоэкологические особенности доминирующих видов, относящихся к семейству слепых клопов (Hemiptera: Miridae), распространенных в резко континентальных климатических и экологических условиях Республики Каракалпакстан, и их роль в агроэкосистеме. В ходе исследования были выявлены основные виды фитофагов и зоофитофагов в регионе (в том числе Lygus pratensis, Deraeocoris serenus, Macrolophus pygmaeus и другие), которые были классифицированы по их пищевому спектру, влиянию экологических факторов и хозяйственному значению. Полученные результаты имеют важное значение для совершенствования интегрированных систем управления в защите сельскохозяйственных культур от вредителей и использования полезной энтомофауны в биологической борьбе.

Key words: bugs, Miridae, bioecology, agro-ecosystem, phytophage, Karakalpakstan.

Summary. The article examines the bioecological characteristics of dominant species belonging to the family Hemiptera (Hemiptera: Miridae), distributed in the sharply continental climatic and ecological conditions of the Republic of Karakalpakstan, and their role in the agro-ecosystem. During the study, the main phytophagous and zoophytophagous species in the region (including Lygus pratensis, Deraeocoris serenus, Macrolophus pygmaeus, and others) were identified and classified according to their food spectrum, the influence of environmental factors, and economic significance. The results obtained are of great importance for improving integrated management systems for protecting agricultural crops from pests and for the use of beneficial entomofauna in biological control.

Kirish. Bugungi kunda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda qishloq-xo‘jaligi ekinlari asosiy o‘rinni tutadi. Qishloq xo‘jaligi rivojlanishining jadallashuvida to‘sqinlik qilinishi agroekotizimlardagi ayrim hayvonotlar dunyosi vakillari salbiy ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni agrotsenoz ekinzorlarda yangi zararli turlarni paydo bo‘lishiga olib keldi. Masalan, keyingi vaqtlari ushbu turlarning paxta ekinlarining oziqa beda qandalasi, dala qandalasi, oq qanotlilar va bo‘g‘im oyoqlilarning boshqa guruhlari va tarqalish areali hamda zarar yetkazish faolligi kengayib borishi qayd etilmoqda.

Hemiptera turkumining Miridae oilasi haqiqiy qandalalar (Heteroptera) orasidagi eng yirik oilalardan biri bo‘lib, hozirgi kunda dunyo bo‘yicha 11 mingdan ortiq

tavsiflangan turni o‘z ichiga oladi. Ular barcha yirik biogeografik mintaqalarda tarqalgan bo‘lib, tabiiy va antropogen ekotizimlarning ajralmas tarkibiy qismini tashkil etadi [1, 7]. Miridae vakillari trofik ixtisoslashuviga ko‘ra fitofag, zoofitofag, yirtqich va ayrim hollarda fungivor guruhlarga mansub bo‘lib, agroekotizimlarda zararkunanda yoki foydali entomofauna sifatida muhim ekologik vazifalarni bajaradi.

Miridae oilasiga mansub ko‘plab turlar paxta, beda, bug‘doy, sabzavot, dukkakli va mevali ekinlarda uchrab, o‘simliklarning vegetativ va generativ organlari bilan oziqlanadi. Xususan, **Lygus**, **Adelphocoris** va **Creontiades** avlodlariga mansub turlar iqtisodiy jihatdan muhim zararkunandalar hisoblanadi. Aksincha, **Deraeocoris**, **Macrolophus** va **Nesidiocoris** avlodlari vakillari shiralar, tripslar, oqqanotlar va boshqa mayda hasharotlarni iste’mol qiluvchi foydali yirtqichlar sifatida biologik kurash tizimida keng qo‘llaniladi [4].

Qoraqalpog‘iston Respublikasi Orolbo‘yi mintaqasida joylashgan bo‘lib, keskin kontinental iqlim, yoz oylaridagi yuqori harorat, yog‘in miqdorining kamligi, tuproq sho‘rlanishi va suv resurslarining cheklanganligi bilan tavsiflanadi. So‘nggi o‘n yilliklarda Orol dengizi qurishi natijasida yuzaga kelgan ekologik o‘zgarishlar hudud entomofaunasining tarkibi, dominant turlar ulushi va populyatsiya dinamikasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda [4, 8]. Shu sababli hudud agroekotizimlarida uchraydigan Miridae turlarining bioekologik xususiyatlarini aniqlash, ularning trofik aloqalarini baholash hamda ekologik moslanish mexanizmlarini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Bugungi kunda qishloq xo‘jaligida ekologik xavfsiz o‘simliklarni himoya qilish texnologiyalarini rivojlantirish, insektitsidlardan oqilona foydalanish hamda integratsiyalashgan zararkunandalarni boshqarish (IPM) tizimlarini takomillashtirish dolzarb vazifalardan biridir. Bunda Miridae oilasining foydali yirtqich vakillarini saqlab qolish va ulardan biologik kurashda foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi.

Materiallar va tadqiqot usullari. Tadqiqot obyekti sifatida Qoraqalpog‘iston Respublikasining tabiiy va agroekotizimlarida uchraydigan Miridae oilasi vakillari tanlandi. Tadqiqotlarda paxta, beda, bug‘doy, sabzavot ekinlari, yaylov va cho‘l fitotsenozlari hamda yulg‘un (*Tamarix* spp.) va sho‘ra (*Salsola* spp.) o‘simliklari bilan bog‘liq biotoplarda uchraydigan dominant turlar o‘rganildi.

Tadqiqot davomida klassik entomologik va ekologik usullar qo‘llanildi. Hasharotlar entomologik to‘r yordamida yig‘ildi, o‘simliklarda vizual hisoblash usuli orqali populyatsiya zichligi baholandi hamda laboratoriya sharoitida morfologik diagnostika amalga oshirildi [2, 3, 5]. Turlarni aniqlashda Miridae oilasining zamonaviy sistematik tavsiflari va diagnostik belgilaridan foydalanildi. Shuningdek, dominantlik ekologik ko‘rsatkichlar asosida aniqlanib, turlar fitofag va zoofitofag guruhlarga ajratildi.

Olingan natijalar. Tadqiqotlar davomida Qoraqalpog‘iston agroekotizimlarida dominant Miridae turlarining ekologik va xo‘jalik ahamiyati va zararkunandaga biologik jihatdan ekologik omillarning ta’sirchanligi o‘rganildi. Bunda, *Lygus pratensis* keng oziqa spektriga ega bo‘lgan, paxta va boshqa qishloq xo‘jaligi ekinlariga zarar yetkazuvchi muhim fitofag mirid sifatida qayd etilgan [6]. *Macrolophus pygmaeus* esa issiqxona ekinlarida biologik nazorat agenti sifatida qo‘llanilishi, shuningdek Miridae populyatsiyasining shakllanishida harorat, namlik, landshaft tuzilishi va agrotexnik usullar asosiy ekologik omillari, ya’ni *Lygus pratensis* uchun iqlim va landshaft omillari migratsiya hamda ko‘payishga kuchli ta’sir qilishi e’tiborga olindi (1-2 jadval).

1-jadval. Qoraqalpog‘iston agroekotizimlarida dominant Miridae turlarining ekologik va xo‘jalik ahamiyati

Tur nomi	Asosiy oziqa o‘simliklari	Trofik guruhi	Ekologik xususiyati	Agroekotizimdagi ahamiyati
Deraeocoris serenus	Beda (*Medicago sativa*), yovvoyi o‘tlar, daraxt va butalar	Zoofitofag (yirtqich)	Yuqori ekologik moslashuvchanlikka ega; turli biotoplarda uchraydi	Shiralar, tripslar va mayda hasharotlar populyatsiyasini kamaytiruvchi foydali entomofauna
Lygus pratensis	Paxta (*Gossypium hirsutum*), beda (*Medicago sativa*), sabzavot va mevali ekinlar	Fitofag	Polifag, yuqori migratsion qobiliyatga ega, qurg‘oqchil hududlarga moslashadi	Paxta va boshqa ekinlarda iqtisodiy zarar yetkazuvchi asosiy mirid turlaridan biri
Adelphocoris lineolatus	Beda, dukkakli ekinlar, g‘o‘za	Fitofag	Oziqa o‘simliklari spektri keng	Generativ organlarga zarar yetkazib, hosildorlikni kamaytirishi mumkin
Polymerus cognatus	Sho‘ra (*Salsola* spp.), yulg‘un (*Tamarix* spp.), yovvoyi o‘simliklar	Fitofag	Tabiiy cho‘l va yarim cho‘l biotsenozlariga moslashgan	Tabiiy ekotizimlarning trofik komponenti
Trigonotylus ruficornis	Boshoqli o‘tlar, g‘alla ekinlari	Fitofag	Dasht va yaylov sharoitida barqaror populyatsiya hosil qiladi	G‘alla ekinlarida mahalliy zarar keltiruvchi tur
Macrolophus pygmaeus	Pomidor, boshqa sabzavotlar; hayvon ozuqasi sifatida zararkunandalar	Zoofitofag	Oziqa plastiklik darajasi yuqori	Oqqanot, trips va boshqa zararkunandalarga qarshi biologic kurash agenti

2-jadval. Qoraqalpog‘iston sharoitida ekologik omillarning dominant Miridae turlariga ta’siri

Ekologik omil	Ta’sir mexanizmi	Ta’sirga chidamli turlar	Pop-ulyatsiyaga ta’siri
Yuqori harorat (35-45 °C)	Rivojlanish tezligi va avlodlar soniga ta’sir qiladi	*Lygus pratensis*, *Trigonotylus ruficornis*	Issiq davrda faollik oshadi, ammo uzoq qurg‘oqchilik sonini kamaytirishi mumkin
Tuproq va suv sho‘rla-nishi	Oziqa o‘simliklari tarkibi va sifatini o‘zgartiradi	*Polymerus cognatus*, *Stenodema calcaratum*	Sho‘rga chidamli o‘simliklar bilan bog‘liq populyatsiya-lar saqlanadi
Oziqa o‘simlik-lari xilma-xilligi	Trofik resurslarni kengaytiradi	*Lygus pratensis*, *Adelphocoris lineolatus*	Polifag turlarning tarqalish imkoniyati ortadi
Agrotex-nik tadbirlar	Yashash joylarini o‘zgartiradi	Barcha turlar	Monokultura fitofag turlar ko‘payishiga sabab bo‘lishi mumkin
Insektitsid qo‘llash	Tabiiy dushmanlarni kamaytiradi	Ayrim fitofag turlar	Rezistent populyatsiya-lar shakllanish xavfi ortadi
Tabiiy o‘simlik qoplami	Boshpana va oziqa manbaini yaratadi	*Deraeocoris serenus*, *Macrolophus pygmaeus*	Foydali entomofauna saqlanadi

Tajriba natijalariga ko‘ra Qoraqalpog‘iston agroekotizimlarida Miridae oilasi vakillarining dominantligi ularning oziqa spektri, ekologik plastiklik darajasi, rivojlanish sikli, migratsion faolligi hamda antropogen omillarga chidamliligi bilan belgilanishi qayd etildi. Bunda, dominant turlar orasida **Lygus pratensis**, **Adelphocoris lineolatus**, **Deraeocoris serenus**, **Polymerus cognatus**, **Trigonotylus ruficornis** va **Macrolophus pygmaeus** ekologik va xo‘jalik jihatdan eng muhim guruhlar ekanligi ma’lum bo‘ldi.

1. Lygus pratensis (Linnaeus, 1758) – asosiy fitofag dominant tur. Lygus pratensis Qoraqalpog‘iston agroekotizimlarida ekologik jihatdan eng moslashuvchan Miridae vakillaridan biridir. Ushbu tur polifag oziqlanish xususiyatiga ega bo‘lib, paxta (*Gossypium hirsutum*), beda (*Medicago sativa*), sabzavot ekinlari, yovvoyi o‘tlar va boshqa o‘simliklarda rivojlanadi. Turning dominantligi keng oziqa spektri, yuqori migratsion qobiliyatliliga, issiq va quruq sharoitlarga moslashuvchanligi, vegetatsiya davrida bir necha avlod berish imkoniyatliligi bilan ajralib turadi. Shuningdek o‘simliklarning yosh generativ organlari bilan oziqlanib, gullarning to‘kilishi, urug‘ shakllanishining buzilishi va hosildorlikning pasayishiga sabab bo‘ladi. Shu sababli ushbu tur hudud agroekotizimlarida iqtisodiy ahamiyatga ega dominant fitofag sifatida baholanadi.

2. Deraeocoris serenus – foydali zoofitofag dominant tur. Deraeocoris serenus Qoraqalpog‘iston agroekotizimlarida foydali entomofauna tarkibiga kiruvchi muhim tur hisoblanadi. Ya’ni, turning ekologik jihatdan shiralar, tripslar, va mayda hasharot lichinkalari bilan oziqlanishi kuzatiladi [9]. D.serenus ning dominantligi tabiiy o‘simlik qoplami mavjud bo‘lgan hududlarda yuqori bo‘ladi. Ayniqsa beda maydonlari, bog‘lar va yovvoyi o‘tlar bilan qoplangan agrobiotoplar uning rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

3. Adelphocoris lineolatus – beda agrotsenozlarining muhim fitofagi. Adelphocoris lineolatus asosan dukkakli o‘simliklar bilan bog‘langan polifag tur hisoblanadi. Bunda asosiy to‘g‘ri o‘simliklari sifatida beda, dukkali ekinlar va g‘o‘za o‘simliklarida uchrashi bilan ajralib turadi. Tur zararkunandalik xususiyatlari sifatida gullar va yosh urug‘larni zararlashi va urug‘ hosildorligini kamaytirishi bilan namoyon bo‘ladi [2, 3, 5].

4. Polymerus cognatus – tabiiy cho‘l biotsenozlari komponenti. Polymerus cognatus Qoraqalpog‘istonning tabiiy va yarim tabiiy ekotizimlariga moslashgan Miridae vakili hisoblanadi. Asosan O‘zbekiston florasiga oid sho‘ra, yulg‘un boshqa cho‘l o‘simliklarida uchraydi. Ekologik jihatdan qurgoqchilikka chidamligi, tabiiy o‘simlik qoplamiga bog‘liqligi, va antropogen bosimga nisbatan o‘zgaruvchanlikka ega bo‘lmasligi bilan ajralib turadi [4, 6]. Shu nuqtai nazardan cho‘l ekotizimlarini tabiiy biologik xilma xilligini saqlashda muhim rol tutadi.

5. Trigonotylus ruficornis – boshoqli ekinlar bilan bog‘liq tur. Trigonotylus ruficornis asosan boshoqli o‘simliklar bilan oziqlanuvchi fitofag tur hisoblanadi. Ekologik tomondan dasht va yaylov sharoitiga moslashgan bo‘lib, yuqori haroratga chidamli, va o‘simlik qoplami zich joylarda ko‘p uchraydi. Ushbu tur g‘alla agrotsenozlarida mahalliy zarar yetkazuvchi zararkunanda sifatida qayd etiladi.

6. Macrolophus pygmaeus – biologik kurash agenti sifatidagi tur. Macrolophus pygmaeus Miridae oilasining eng muhim foydali turlaridan biri hisoblanib, oziqlanishi jihatdan oqqanotlar, shiralar, tripslar, va kapalak tuxumlarini oziqa sifatida qabul qilishi ma’lum. Ushbu turni zararkunanadlarga nisbatan biologik kurashda foydalanish imkoniyatlarini yaratish maqsadga muvofiq bo‘lib topiladi [2, 5].

Xulosa. Miridae oilasi turlarining ekologik guruhlari bo‘yicha: fitofag dominant turlar *Lygus pratensis*, *Adelphocoris lineolatus*, *Stenodema calcaratum*lar agroekotizimlarda ekinlarga zarar yetkazuvchi sifatida; Zoofitofag dominantlar *Deraeocoris serenus*, *Macrolophus pygmaeus* agrotsenoz dalalarida zararkunandalarni tabiiy boshqaruvchilar, va tabiiy biotsenoz komponentlariga *Polymerus cognatus*, *Trigonotylus ruficornis* tabiiy ekotizim barqarorligini ta’minlovchilar ekanligi ma’lum bo‘ldi.

Umuman olganda, Qoraqalpog‘iston sharoitida Miridae oilasi turlarining dominantligining shakllanishi oziqa resurslari, iqlim omillari va antropogen ta’sirlarning o‘zaro ta’siri bilan belgilanadi. Fitofag turlar agroekotizimlarda iqtisodiy xavf tug‘dirsa ham yirtqich miridlar biologik muvozanatni saqlashda muhim ekologik o‘rni bilan ajralib turadi.

Adabiyotlar

1. Boltaboev A., Mamarakhimov O., Islamov A., Kuchkarov T., Tursunov D. Study on fauna, biology and ecology of Miridae (Hemiptera-Heteroptera) in agro-biocenosis and natural ecosystems of Uzbekistan. // BIO Web of Conferences, 2024. 149, 01064.
2. Schuh R. T. Plant Bugs of the World (Insecta: Heteroptera: Miridae): Systematic Catalog, Distributions. // Host List, and Bibliography. New York Entomological Society, 2002.
3. Henry T. J. Biodiversity of Heteroptera. In R. G. Foottit & P. H. Adler (Eds.), // Insect Biodiversity: Science and Society, 2009. – P. 223-263. Wiley-Blackwell.
4. Абдуллаева Д.К., Сапаров А.Д. Клопы – мириды (heteroptera: miridae) Южного Приаралья. // Ilim hám jámiyet, 2026, №1. – P. 44-46.
5. Cassis G., Schuh R.T. Systematics, biodiversity, biogeography, and host associations of the Miridae (Hemiptera: Heteroptera). // Annual Review of Entomology, 2012, № 57. – P. 377-404.
6. Wheeler A.G. Jr. Biology of the plant bugs (Hemiptera: Miridae): Pests, predators, opportunists. // Annual Review of Entomology, 2001, № 46. – P. 363-389.
7. Gandjaeva L., Abdullaev I., Iskandarov A., et al. A zoogeographical analysis of true bugs (Insecta: Heteroptera) from Uzbekistan. // ZooKeys, 2023, № 1163. - P. 121-142.
8. Jollibekova G.P., Juginisov T.I., Tajetdinov M.M., Alimbetov A.A., Duysengaliev E.S., Isaev R.T. Bioecological characteristics of Hemiptera, Miridae family bugs in the Southern Aral region. // Science and Education in Karakalpakstan, 2025, 2/1(48). – P. 120-122.
9. Jollibekova G.P., Juginisov T.I. Qoraqalpog‘iston sharoitida Deraeocoris serenus (Hemiptera: Miridae)ning bioekologik xususiyatlari. “Túslik Aralboyí tábiyiy resurslarınan únemli paydalanıw” XII respublikalıq ilimiy-ámeliy konferenciya materiallari, 2025. 116-118-b.

УДК 631.4:551.4(575.1)

СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Марупов Азизхон Аббосхонович – *доктор философии по биологическим наукам, доцент*
marupov.azizxon@gmail.com
Ферганский государственный технический университет

ФАРҒОНА ВОДИЙСИ ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЕРЛАРИНИНГ ГЕОЛОГИК-ГЕОМОРФОЛОГИК ШАРОИТЛАРИ ВА ТУПРОҚ ҲОЛАТИНИ ЗАМОНАВИЙ БАҲОЛАШ

Марупов Азизхон Аббосхонович – *биология фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент*
Фарғона давлат техника университети

MODERN ASSESSMENT OF GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS AND SOIL STATUS OF AGRICULTURAL LANDS IN THE FERGANA VALLEY

Marupov Azizkhon Abboskhonovich – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate Professor*
Fergana State Technical University

Таянч сўзлар: Фарғона водийси, қишлоқ хўжалиги ерлари, тупроқ, геологик шароити.

Резюме. Мақолада Фарғона водийси қишлоқ хўжалиги ерларининг замонавий геологик-геоморфологик шароитлари ҳамда тупроқ ҳолати тадқиқ этилган. Ҳудуднинг геологик тузилиши, рельефи, баландлик бўйича табақаланиши ва тупроқ қопламининг ҳудудий шаклланиши ҳамда ҳозирги ҳолатини белгиловчи геоморфологик жараёнлар таҳлил қилинган. Қишлоқ хўжалиги ҳудудларида рельеф, геологик шароит ва тупроқ хусусиятлари ўртасидаги ўзаро боғлиқликка алоҳида эътибор қаратилган. Эрозия жараёнларининг ривожланиши, намлик ва тупроқ материалининг қайта тақсимланиши ҳамда қишлоқ хўжалиги ерларининг ҳудудий хилма-хиллигига таъсир кўрсатувчи табиий омиллар кўриб чиқилган.

Ключевые слова: Ферганская долина, сельскохозяйственные земли, почва, геологические условия, геоморфология, рельеф, почвенный покров, эрозия, земельные ресурсы, мониторинг земель.

Резюме. В статье рассматриваются современные геолого-геоморфологические условия и состояние почв сельскохозяйственных земель Ферганской долины. Проанализированы особенности геологического строения территории, рельефа, высотной дифференциации и геоморфологических процессов, определяющих пространственное формирование и современное состояние почвенного покрова. Особое внимание уделено взаимосвязи рельефа, геологических условий и почвенных характеристик сельскохозяйственных территорий. Рассмотрены природные факторы, влияющие на развитие эрозионных процессов, перераспределение влаги и почвенного материала, а также пространственную неоднородность сельскохозяйственных земель.

Key words: Fergana Valley, agricultural land, soil, geological conditions, geomorphology, relief, soil cover, erosion, land resources, land monitoring.

Summary. This article examines the current geological and geomorphological conditions and soil status of agricultural lands in the Fergana Valley. The geological structure, relief characteristics, altitudinal differentiation, and geomorphological processes determining the spatial formation and current state of the soil cover are analyzed. Particular attention is given to the relationships between topography, geological conditions, and soil characteristics within agricultural areas. Natural factors influencing the development of erosion processes, redistribution of moisture and soil material, and spatial heterogeneity of agricultural lands are considered.

Введение. Ферганская долина является одним из наиболее интенсивно освоенных сельскохозяйственных регионов Центральной Азии, где природные особенности территории в сочетании с высокой антропогенной нагрузкой определяют современное состояние земельных и почвенных ресурсов. Развитие орошаемого земледелия, длительное использование земель, изменение водного режима и трансформация природных ландшафтов обусловливают необходимость комплексной оценки факторов, влияющих на состояние сельскохозяйственных угодий [1].

Одними из основных природных факторов пространственной дифференциации почвенного покрова являются геологическое строение и геоморфологические условия территории. Литологический состав поверхностных и почвообразующих отложений, абсолютная высота, форма и крутизна склонов, положение территории относительно речных долин, конусов выноса и аккумулятивных равнин оказывают непосредственное влияние на процессы почвообразования, миграцию химических элементов, водный режим и физико-химические свойства почв [1, 2].

Современные геоинформационные технологии и методы пространственного анализа позволяют объединять данные полевых исследований, лабораторных анализов, цифровых моделей рельефа, картографических материалов и дистанционного зондирования Земли в единой информационной среде. Их применение существенно расширяет возможности выявления пространственных закономерностей состояния сельскохозяйственных земель.

Цель исследования – комплексная оценка геолого-геоморфологических условий и современного состояния почв сельскохозяйственных земель Ферганской долины, а также выявление пространственных взаимосвязей между характеристиками рельефа, геологического строения территории и основными свойствами почв.

Материалы и методы. Территория исследования. Объектом исследования являются сельскохозяйственные земли Ферганской долины. Территория характеризуется значительным разнообразием природных условий, обусловленным её межгорным положением, геологическим строением, особенностями рельефа и гидрографической сети [7].

В геоморфологическом отношении исследуемая территория включает несколько основных типов поверхностей: горно-предгорные участки, адыры, пролювиальные и аллювиально-пролювиальные равнины, конусы выноса, речные террасы и современные пойменно-аллювиальные участки. Такое разнообразие обусловливает неодинаковые условия формирования и современного функционирования почвенного покрова.

Геологическая структура Ферганской впадины представляет собой тектоническую впадину, заполненную рыхлыми отложениями - продуктами разрушения гор, которые ее обрамляют. Это район с большой сейсмичностью. Плоское накопительное дно котла сложено четвертичными аллювиальными отложениями; на террасированных поверхностях, поднимающихся с запада на восток, установлены конусы речного стока с веером речных руссов. Юго-Восточная часть долины отделяют полоску холмов (адыров) от неогеновых и четвертичных лёссовых и галечных отложении. За ямами находятся предгорья, сложенные известняком и сланцем мезо кайнозойской и палеозойской эр. Миндалевидная Ферганская долина, простирающаяся на 300 км в длину и 170 км в ширину, богата водными и земельными ресурсами, природными ресурсами [1,5,6].

Северная часть Ферганской долины растянуты между Каракалпакским и Язяванских степных земель Центральной Ферганы (рис.-1).

Наша территория относится к подобласть низких гор и предгорий, а также подобласть аллювиальных равнин. Подобласть низких гор и предгорий нижняя часть горной области, занимающая абсолютные высоты в пределах 250-1500 и 300-1600 м. Общим для этой довольно сложной в геоморфологическом отношении территории является дальнейшее выполаживание рельефа, заключающееся в сильно уменьшившейся площади крутых склонов и в большей изреженности гидрографической сети, также глубоко врезанной.

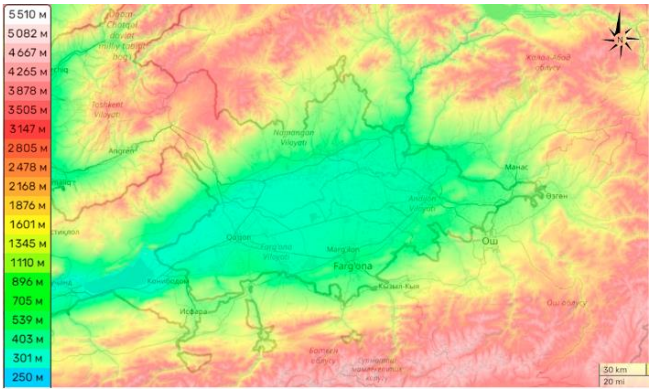


Рис.1. Ферганская долина (данные из GeoAI)

Район нижних частей горных склонов представляет собою наиболее высокую часть данной подобласти. Здесь наблюдается дальнейшее уменьшение уклона и разрежение гидрографической сети и, как следствие, увеличение пространств со сглаженными формами рельефа. Последние неглубоко расчленены новейшими эрозионными процессами в результате действия многочисленных временных маломощных потоков. Выходы породи грубоскелетные отложения приурочены преимущественно к редким глубоким ущельям постоянных водных потоков [7].

Водоразделы же между ними сложены мелкоземистыми и скелетно-мелкоземистыми пролювиально-делювиальными отложениями. Подобласть аллювиальных равнин часть равнинной области, которая сложена древними и современными речными отложениями. Она приурочена в меньшей мере к средним и в преобладающей к нижним отрезкам долин и к дельтам р. Амударья, Сырдарья, Зарафшан, Кашкадарья, Сурхандарья. В Ферганской долине распространены почвы вертикальной и горизонтальной зональности. К почвам вертикальной зональности относится почвы сероземного пояса, а к горизонтальной зональности почвы пустынной зоны.

При выборе точек учитывались высотное положение, расстояние до основных геоморфологических элементов, характер почвенного покрова и особенности хозяйственного использования территории таб.1.

Таблица-1. Рекомендуемая структура исходной базы данных точек отбора почвы.

№ участка	Географические координаты	Глубина, м	Административное положение	Преобладающие типы почв
1	40.34092 N, 71.42190 E	0.10-0.30	Центральная часть Ферганской долины	Типичные серозёмы, серозёмно-луговые
2	40.32096 N, 71.79016 E	0.10-0.30	Восточная часть Ферганской долины	Лугово-серозёмные, аллювиально-луговые
3	40.33803 N, 71.38470 E	0.10-0.30	Центральная часть долины	Серозёмы, серозёмно-луговые
4	40.33195 N, 71.06043 E	0.10-0.30	Западная часть Ферганской долины	Светлые серозёмы, слабо засоленные
5	40.385309 N, 71.002890 E	0.10-0.30	Западная часть долины	Серозёмы, лугово-серозёмные
6	40°23'05.6"N, 71°00'08.7"E	0.10-0.30	Юго-запад Ферганской долины	Серозёмно-луговые, луговые
7	40.94132 N, 71.17523 E	0.10-0.30	Северная часть Ферганской долины	Типичные серозёмы, светлые серозёмы
8	40.97527 N, 71.36013 E	0.10-0.30	Северо-восточная часть долины	Типичные и светлые серозёмы, серозёмно-луговые
9	40.624703 N, 72.306578 E	0.10-0.30	Юго-восточная часть Ферганской долины	Лугово-серозёмные, серозёмно-луговые, аллювиально-луговые

Лабораторные методы. Отобранные образцы почвы исследовались с использованием комплекса физико-химических и агрохимических методов. В зависимости от имеющихся исходных данных анализировались кислотность (pH), содержание органического вещества или гумуса, основные элементы минерального питания, электропроводность, показатели засолённости и другие характеристики почв.

Для сравнительного анализа результаты лабораторных исследований систематизировались по точкам отбора и геоморфологическим условиям их расположения.

Геоинформационный и пространственный анализ. Пространственная обработка результатов проводилась с использованием ГИС-технологий. Координаты точек отбора почвенных образцов были интегрированы в геоинформационную базу данных и сопоставлены с цифровой моделью рельефа, геологическими и почвенными картами.

Общая **методическая последовательность** исследования представлена следующим образом:

исходные картографические данные → полевые исследования → координатная привязка → отбор почвенных образцов → лабораторный анализ → формирование геобазы → анализ рельефа → пространственное моделирование → тематическое картографирование → интерпретация результатов.

Результаты. Геолого-геоморфологические особенности территории. Проведённый анализ показывает, что геоморфологическая структура Ферганской долины характеризуется закономерным переходом от горных и предгорных территорий к аккумулятивным равнинам центральной части. Данная закономерность сопровождается изменением абсолютных высот, уклонов поверхности, состава рыхлых отложений, гидрологических условий и характера почвообразовательных процессов.

Состояние почв сельскохозяйственных земель. Результаты исследования свидетельствуют о пространственной неоднородности почвенного покрова сельскохозяйственных земель. Различия обусловлены сочетанием геоморфологического положения, состава почвообразующих пород, водного режима и длительности сельскохозяйственного использования.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного рассмотрения геологических, геоморфологических и почвенных характеристик при оценке сельскохозяйственных земель Ферганской долины. Геоморфологическое положение определяет направление и интенсивность перераспределения воды и почвенного материала и тем самым формирует условия для пространственной дифференциации свойств почв.

Для дальнейшего развития исследования перспективным является создание тематических карт распределения основных физико-химических показателей почв и их сопоставление с картами высот, уклонов, геоморфологических элементов и землепользования.

Заключение. На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

Геологическое и геоморфологическое строение Ферганской долины является одним из важнейших природных факторов формирования и пространственной дифференциации почв сельскохозяйственных земель;

Переход от предгорных и адырных территорий к аккумулятивным равнинам сопровождается изменением уклонов, характера поверхностного стока, состава почвообразующих отложений и условий накопления почвенного материала;

Пространственная неоднородность физико-химических характеристик почв определяется совокупным воздействием природных и антропогенных факторов, включая рельеф, литологический состав отложений, водный режим, орошение и длительное сельскохозяйственное использование;

Геоморфологическое положение земельных участков необходимо учитывать при интерпретации результатов агрохимических исследований, поскольку оно влияет на миграцию и аккумуляцию влаги, растворимых соединений и почвенного материала;

Полученные результаты могут быть использованы при организации мониторинга земель, оценке состояния почв, разработке мероприятий по снижению деградационных процессов и совершенствовании системы рационального использования сельскохозяйственных земель Ферганской долины.

Литература

1. Effects of mulching, terracing, and efficient irrigation on soil salinity reduction in Uzbekistan’s Fergana Valley. // Cogent Food & Agriculture, 2024/2025.

2. Hamidov A.A. Systematic Groups of Soils of the Fergana Valley. // Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 2022.

3. Tursunova D. Soil Types of the Fergana Valley and Their Impact on Agriculture. 2024.

4. Tobirov O.Q. Land Use and Land Cover Analysis of Fergana Valley Using Remote Sensing and GIS.

5. Turdaliev Z.M., Mansurov S.S., Akhmedov A.U., Abdurakhmonov N.Y. Salinization of Soil-Grounds and Groundwater of the Fergana Valley. // Scientific Review. Biological Sciences, 2019, №2. – P. 10-15.

6. Conrad C., Löw F., Lamers J.P.A. Mapping and assessing crop diversity in the irrigated Fergana Valley, Uzbekistan. // Applied Geography, 2017.

7. Spatial Mathematical Modeling of Soil Physicochemical Responses to High-Voltage Transmission Line Electromagnetic Exposure Using GIS: A Case Study of the Fergana Valley. // Letters in Biomathematics, 2026.

UO`K 591.524.11.

QORATERANG KO‘LINING EKOTIZIMLARINING EKOLOGIK HOLATINI ZOOBENTOS KO‘RSATKIChLARI ASOSIDA BAHOLASh

Matmuratov Muratbay Allamuratovich – *biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori*
matmuratovmuratbay1@gmail.com
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti
Saparov Kuanishbay Abdiraxmanovich – *boilogiya fanlari bo‘yicha falsafya doktori*
Nukus davlat texnika universiteti
Saparov Abdiraxman Danabaevich – *biologiya fanlari doktori (DSc)*
saparovabdiraxman@gmail.com
Sultanov Esbosin Qosimbetovich – *katta o‘qituvchi*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕРА КАРАТЕРЕН НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООБЕНТОСА

Матмуратов Муратбай Алламуратович – *доктор философии по биологическим наукам*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха
Сапаров Куанишбай Абдирахманович – *доктор философии по биологическим наукам*
Нукусский государственный технический университет
Сапаров Абдирахман Данабаевич – *доктор биологических наук (DSc)*
Султанов Есбосын Косымбетович – *старший преподаватель*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF KARATEREN LAKE ECOSYSTEMS BASED ON BIOBENTHOS INDICATORS

Matmuratov Muratbay Allamuratovich – *Doktor of Philosophy in Biological Sciences*
Karakalpak State University named after Berdakh
Saparov Kuanishbay Abdirakhmanovich – *Doktor of Philosophy in Biological Sciences*
Nukus State Technical University
Saparov Abdirakhman Danabaevich – *Doctor of Biological Sciences (DSc)*
Sultanov Esbosin Qosimbetovich – *senior teacher*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: organizm, makrozoobentos, suv ombori, hovuzlar, ko‘llar, ekotizim, Qoraterang.

Rezyume. Maqolada Qoraterang ko‘lidagi makrozoobentosning turlar tarkibi va hozirgi holati o‘rganiladi. Makrozoobentos suv ekotizimlarining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, uning tarkibiga kiruvchi organizmlar qatoriga qisqichbaqasimonlar, mollyuskalar, halqali chuvalchanglar va hasharotlar kiradi.

Ключевые слова: организм, макрозообентос, водоем, пруды, озера, Каратерен, экосистема.

Резюме. В статье рассматривается видовой состав и текущее состояние макрозообентоса в озере Каратерен. Макрозообентос является одним из важнейших компонентов водных экосистем, и его организмы включают ракообразных, моллюсков, кольчатых червей и насекомых.

Key words: organism, macrozoobenthos, reservoir, ponds, lakes, ecosystem, Karateren.

Summary. The article examines the species composition and current state of macrozoobenthos in Karateren Lake. Macrozoobenthos is one of the most important components of aquatic ecosystems; and the organisms comprising it include crustaceans, mollusks, annelids, and insects.

Kirish. Qoraterang uzunligi 26 km va kengligi 6 km gacha bo‘lgan go‘zal ko‘l. Borshitog‘ning cho‘qqisidan qora rangda ko‘rinadi, bu esa “Qoraterang” (qora tubsizlik) nomini keltirib chiqaradi. Ko‘l eng yaxshi baliq ovlash joylaridan biri hisoblanadi. Uning qirg‘oqlari mahalliy aholi va sayyohlar uchun qulay dam olish maskanlarini taklif etadi, bu ularga tabiat bilan uyg‘unlikda go‘zal manzaralardan va dam olish muhitidan bahramand bo‘lish imkonini beradi.

Qoraterang ko‘l ekotizimlarining bioresurslari tumondagi suv o‘simliklari va hayvonlarining biologik xilma-xilligini saqlashda qimmatli bo‘g‘in hisoblanadi. Qoraterang suv havzalarining ekologik pasportlari va registrlari asosida shahar ko‘llarining bioresurs salohiyatini zoobentosning sifat tarkibi va miqdoriy ko‘rsatkichlari asosida baholash o‘tkazildi. Zoobentos ixtiofauna uchun oziq-ovqat ta‘minotining asosiy komponentidir [1:927]. Baliq mahsuldorligi ko‘l ekotizimlarini o‘rganishda potentsial baliq ishlab chiqarishni baholash va ixtiofaunaning biologik xilma-xilligini tiklash va ko‘paytirish uchun zoobentos yordamida baholanadi.

Qoraterang ko‘li. Orolbo‘yidagi eng chuqur suv havzasi. Oxirgi 100 yildan ortiq vaqt mobaynida undagi gidrologik va gidrobiologik rejim sezilarli o‘zgarishlarga uchradi [2: 860-861]. Dastlab bu suv havzasi Orol dengiziga ulangan bo‘lib, so‘ngra yakkalanib, sho‘rlana boshlagan. Birinchi fazalarda ko‘lda ko‘plab Orol dengiziga xos turlar mavjud bo‘lgan. Keyin ko‘l suv bilan ta‘minlangan va chuchuklasha boshlagan. Hozirgi kunda oqar suv havzasi bo‘lib, uning sho‘rlanishi keskin kamaydi, barcha Orol faunasiga mansub bo‘lgan gidrabiontlar turlari nobud bo‘ldi.

Ko‘lda jami bo‘lib 29 tur qayd etilgan, jumladan, Annelida 1 tur, Mollusca – 4 tur, Crustacea – 2 tur,

Heteroptera – 1 tur, Odonata – 2 tur, Chironomidae – 10 tur, Diptera-1 tur, Coleoptera – 2 tur, Trichoptera – 2 tur. Bu yerda yil sharoitlariga qarab 11 tur organizm dominantlik qilishi mumkin. Dominant turlar qatorida Limnodrilus helveticus, Gyraulus albus, Paramysis lacustris, Ischnura pumilio, Cricotopus silvestris, Cryptocladopelma defectus va Tanytarsus exiguousni qayd etish mumkin.

Shunisi xarakterliki, faqat Orol bo‘yidagi ushbu suv havzasida Dreissena polymorpha aralensis saqlanib qolgan. Orol dengizida dreyssena lichinkalari bentos organizmlari bilan oziqlanadigan tikan baliq, sazan, leo kabi baliqlar ozuqa bazasining muhim komponenti hisoblangan. Keyinchalik bu turning ko‘p havzalardan yo‘qolib ketishi kuzatildi.

Shunday qilib, Sharqiy Qoraterang ko‘li baliqlarning tabiiy ozuqa bazasini kuchaytirish uchun maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Suv hayvonlari jamoalarining holati O‘zbekiston Respublikasi O‘zgidromet tizimida respublika suv havzalarining ekologik holati va ifloslanishini baholash uchun suv hayvonlari jamoalarining holatidan foydalaniladi. Bentos hayvonlar nisbatan harakatsiz bo‘lganligi sababli, ular suv muhiti bilan faol aloqada bo‘lib, uning ifloslanish darajasiga ta’sir qiladi. Shuning uchun bentos hayvonlar suv havzalarining ifloslanishining juda yaxshi ko‘rsatkichidir. Makrozoobentos organizmlari baliqlarning ozuqa elementi sifatida muhim rol o‘ynaydi. [3:91].

Zog‘orabaliq, oqcha, oddiy qizil ko‘z, qora amur, oqsla, kumush tovonbaliq va boshqa shu kabi muhim tijorat baliq turlari asosan suv osti faunasi bilan oziqlanadi. O‘zbekiston suv havzalarida va butun Markaziy Osiyo suv havzalarida baliqlarning ozuqa bazasining asosiy qismini tashkil etadi. Shuning uchun ko‘llar, suv omborlari, hovuzlar va daryolarning biologik mashuldorligi uning rivojlanish darajasiga qarab belgilanadi.

Tadqiqot darajasi. Qoraterang ko‘li suv havzalarining makrozoobentoslari S.Embergenov (1981-1985) tomonidan Qoraqalpog‘iston Respublikasi hududidagi Qoraterang ko‘li zoobentosi o‘rganilib, 13 sistematik guruhdan 33 tur topilgan: 15 turga oid xironomidlar lichinkalari, oligoxetalar va mollyuskalar 3 turdan, mizidlarning 2 turi va ninachi, podenok, rucheyniklar, o‘rgimchaklar, kulitsidlar, mokretslar 1 turdan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, zoobentos asosan xironomidlar lichinkalaridan iborat (soni bo‘yicha 70 % va biomassa bo‘yicha 46 %), undan keyin mollyuskalar, qolgan organizmlar esa kamroq uchraydi. Qoraterang ko‘lidagi baliqlar uchun yillik ozuqa bazasi 513 ekz/m2, biomassa 2182g/m2 tashkil qilad [4:64-65].

Matmuratov M.A (2016-yildan hazirga qadar) tomonidan bentos organizmlari o‘rganilib borilmoqda.

O‘tgan asrda qisman olib borilgan tadqiqotlar, atrof-muhitning progressiv o‘zgarishlari tufayli, Orol dengizi havzasida va umuman Qoraqalpog‘iston suv havzalarida shakllangan makrozoobentos guruhlarining hozirgi holati to‘g‘risidagi ma’lumotlarni aks ettirmaydi. Shu sababli Qoraterang ko‘lida makrozoobentosning zamonaviy tur tarkibini aniqlash, ta’sir etuvchi omillarni o‘rganish va muhofaza choralarini ishlab chiqish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Materiallar va tadqiqot usullari. Makrozoobentoslarni o‘rganish uchun asosiy tadqiqotlar 2020-2022-yillarda Qoraqalpog‘iston Respublikasining Taxtako‘pir tumani Davkara posyolkasi, Borshitog‘ atrofida taxminan 30 km shimolda joylashgan Qoraterang ko‘lida o‘tkazildi, zoobentoslarining tur tarkibining o‘xshashligini baholash uchun Chekanovskiy-Sorensen (K) koeffitsiyenti ishlatildi. Materiallarni yig‘ish va qayta ishlash gidrobiologiyada standart usullarga muvofiq amalga oshirildi [2:860-862].

Tadqiqot natiyjalari. Qoraterang ko‘lini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, zooben tos tarkibida butun monitoring davrida jami 20 ta turdagi organizmlar topildi, ular orasida xilma-xilligi bo‘yicha xironomid lichinkalari (10 tur), ninachilar lichinkal ari va qo‘ng‘izlar (har biri 5 tur) ustunlik qildi. Bundan tashqari ikki qanotlilarning lichinkalari (3 tur), rucheynik pashshalari (2 tur), kunliklar (2 tur) tarqalgan. Qolgan organizmlar guruhlari bitta tur bilan ifodalanadi.

Qoraterang ko‘lida Oroldan kelib chiqqan suv hayvonlarining juda boy jamoasi saqlanib qolgan. Bular dengiz *Folliculina* infuzoriyalari, mashankalar, dengiz annelidlari nereis, eshkak oyoqli qisqichbaqasimonlar *Halicyclops rotundipes aralensis* va garpaktitsidlar Orol yonsuzari, *Caspiohydrobia* Kaspiy shilliq qurti, va aterina balig‘i hisoblanadi.

Ko‘lda Orol faunasi qoldiqlarini aniqlash. Qoraterang noyob biologik xilma-xillikni saqlash va ichki suv havzalarining biomahsuldorligini oshirish nuqtai nazaridan ham muhimdir. Sho‘rlanish jarayonida Qoraterang faunasining taksonomik xilma-xilligining keskin kamayishi zooplankton, fitoplankton va ixtiofauna xilma-xilligining ilgari qayd etilgan shunga o‘xshash pasayishiga to‘g‘ri keladi. Iqlimlashtirish ishlari natijasida 10 ta turdagi umurtqasizlar va 8 ta turdagi baliqlar tasodifan daryolardan kirib kelgan.

Dengizda umurtqasiz hayvonlarning 10 ta turi *(Nereis diversicolor, Calaniped aquae dulcis, Paramysis lacustris, P. intermedia, P. ullskyi, Limnomysis benedeni, Palaemon elegans, Rhithropanopeus harrisii tridentatus va Syndosmya segmen tum)* va 8 ta turdagi baliq (salaka, aterina-aterinalar, bichki-buqa baliqlar, bubir, kruglyak, golovach-katta bosh, pesochnik-oq buqa balik, sutsik, kambala-qalqon baliq) hududda tarqalgan [4:64-65].

2000-yilda faqat 5 tur qayd etildi – ikki pallali mollyuskslar *Cerastoderma isthmicum, Abra segmentum*, annelid *nereis diversicolor*, va xironomid chivinlari lichinkalari *Baeotendipes cf. noctivaga*.

So‘ngi yillarga solishtirganda Orol yonsuzari, dengiz qisqichbaqasi (krab) va krevetkalar turlari yo‘qolib ketdi. 2022-yildan beri bentos hayvonlar faqat *Baeoten dipes cf. Noctivaga*, lichinkalari bilan ifodalangan. Orol dengizi faunaning taksonomik xilma-xilligining keskin pasayishi, uning sho‘rlanishi jarayonida zooplankton, fitoplankton va ixtiofauna xilma-xilligining ilgari qayd etilgan o‘xshash pasayishiga mos keladi.

Qoraterang ko‘li ham uncha katta bo‘lmagan ko‘llar qatoriga kiradi.

Qoraterang ko‘lida 22 tur qayd etilgan, jumladan Annelida -2, Mollusca –2, Crustacea – 3, Chelicerata – 2, Heteroptera – 3, Odonata – 3, Ephemeroptera – 2, Trichoptera – 2, boshqa hasharotlar – 3 [4:64-65].

Tubifex tubifex, Colletopterum cream, Turkogammarus aralensis, Macrobra chiumnipponense, Anax imperator,

Ischnura elegans, Chyronomus plumosus, Ch.Thummi, Ch.reductus, Tanytarsus mancus, Cricotopus silvestrislar hukumronlik qildi.

Xulosa. Shunday qilib, Qoraterang ko‘lining makrozoobentos organizmlarining tur tarkibi, xilma-xilligi va mavsumiy dinamikasi suv havzasining cho‘kindi moddalarining xususiyatlari, gidrologik rejimlari va ko‘lning sho‘rlanish darajasi bilan belgilanadi. Suv sathining pasayishi va ko‘lning minerallashuvining ko‘payishi bilan bog‘liq bo‘lgan beqaror holatlar zoobentoslarning tur tarkibi va tuzilishining halokatli o‘zgarishini ta’minlaydi. Suv havzalarining qurishi va haddan tashqari sho‘rlanishi makrozoobentoz faunasi uchun halokatli bo‘lishi mumkin. Shuning uchun makrozoobentoslarni saqlab qolish uchun Qoraqalpog‘istonning suv havzasining barqaror mavjudligini ta’minlash muhimdir.

Adabiyotlar

1. Матмуратов М.А. Экологическая роль и значение макрозообентоса озер Каракалпакстана. – Саратов: // «Экономика и социум», 2019, № 5(60). – С. 927-929.

2. Матмуратов М.А. О зообентосах озера восточный Каратерен. – Саратов: // «Теория и практика современной науки», 2016 № 6(12). – С. 860-864.

3. Матмуратов М.А. Современное состояние макрозообентоса разнотипных водоёмов Каракалпакстана Universum: хмиия и биология. // Электрон журнал (Россия). 2022, № 1(91).

4. Попченко В.И., Булгаков Г.П., Талских В.Н. Мониторинг Макрозообентоса В кн: Руководство по гидробиологическому мониторинг экосистем. – Санкт Петербург: Гидрометеоиздат, 1992. – С. 64-104.

UDC 595.768.

QORAQALPOG‘ISTON AGROTSENOZLARI BARGXO‘R QO‘NG‘IZLARINING EKOLOGIYASI

Matmuratova Gulasal Ismoylovna – *mustaqil tadqiqotchi*
matmuratovagulasal87@gmail.com
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ЭКОЛОГИЯ ЛИСТОЕДОВ АГРОЦЕНОЗОВ КАРАКАЛПАКСТАНА

Матмуратова Гуласал Исмоиловна – *самостоятельный соискатель*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

ECOLOGY OF LEAF BEETLES IN THE AGROCENOSES OF KARAKALPAKSTAN

Matmuratova Gulasal Ismoilovna – *independent researcher*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: Qoraqalpog‘iston, agrotsenoz, ekologiya, landshaft, fauna, hasharot, bargxo‘r qo‘ng‘izlar, areal.

Rezyume. Maqolada o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, Qoraqalpog‘iston agrotsenozlarida bargxo‘r qo‘ng‘izlarning jami 73 ta turi qayd etilgan bo‘lib, ular namlikka bo‘lgan munosabatiga ko‘ra to‘rtta asosiy ekologik guruhga tegishli ekanligi o‘rganilgan. Agrotsenozlardagi bargxo‘r qo‘ng‘izlarning eng ko‘p 37 ta tur 50.7% mezofillar, 17 ta tur 23.2% kserofil, 12 ta tur 16.4% mezokserofillar va eng kam 7 ta tur 9.6% esa gigrofil kabi ekologik guruhlarni tashkil qiladi.

Ключевые слова: Каракалпакстан, агроценоз, экология, ландшафт, фауна, насекомые, листоеды, ареал.

Резюме. Согласно результатам исследований, проведенных в статье, в агроценозах Каракалпакстана зарегистрировано в общей сложности 73 вида листоедов, которые по отношению к влажности относятся к четырем основным экологическим группам. Наибольшее количество 37 видов листоедов в агроценозах составляют такие экологические группы, как 50.7% мезофилы, 17 видов 23.2% ксерофилы, 12 видов 16.4% мезоксерофилы и наименьшее количество 7 видов 9.6% гигрофилы.

Key words: Karakalpakstan, agrocenosis, ecology, landscape, fauna, insects, leaf beetles, range.

Summary. According to the results of the research conducted in the article, a total of 73 species of leaf beetles have been recorded in the agrocenoses of Karakalpakstan, and it has been studied that they belong to four main ecological groups based on their relationship to moisture. The largest number of leaf beetles in agrocenoses consists of ecological groups: 37 species are mesophiles (50.7%), 17 species are xerophiles (23.2%), 12 species are mesoxerophiles (16.4%), and the smallest are hygrophiles (9.6%).

Kirish. Chrysomelidae oilasi vakillari Coleoptera turkumining eng yirik, ekologik jihatdan xilma-xil va keng tarqalgan oilalaridan biri hisoblanadi. Ularning hayoti, rivojlanishi va tarqalishi bevosita o‘simliklar olami bilan uzviy bog‘liqdir. Ushbu oila vakillari tabiatda ham, qishloq xo‘jaligida ham muhim fitofaglar sifatida alohida o‘rin tutadi [1, 2, 5].

Qoraqalpog‘iston agrotsenozlarida uchraydigan bargxo‘r qo‘ng‘izlar mintaqaning o‘ziga xos keskin kontinental iqlimi, qurg‘oqchilik va tuproq-iqlim sharoitlariga moslashgan holda o‘ziga xos ekologik xususiyatlarga ega bo‘lgan oila hisoblanadi. Qoraqalpog‘istonning tabiiy iqlim keskin kontinentalligi, yozining o‘ta issiq va quruq kelishi bargxo‘r qo‘ng‘izlarning faolligiga o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Ularning aksariyati issiq kunlarda soyali joylarga, o‘simliklarning pastki qismlariga yoki tuproq yuzasiga yashirinish diapauza yoki kunduzgi tanaffus xususiyatiga ega.

Tadqiqot materiallari va usullari. Mazkur ilmiy tadqiqot ishi uchun materiallar yig‘ish 2021-2025-yillarda amalga oshirildi. Materiallar Qoraqalpog‘istonning To‘rtko‘l, Ellikqal’a, Beruniy, Amudaryo, Kegayli, Chimboy, Qorao‘zak, Mo‘ynoq, Nukus tumani, Nukus shahri, Taxiatosh, Xo‘jayli, Shumonay, Qonliko‘l va Qo‘ng‘irot tumanlarining agrotsnozlari va uning atroflarida jami 46 nuqtada olib borildi hamda 4372 nusxa hasharot namunalari yig‘ildi. Yig‘ilgan hasharotlarning tur tarkibi aniqlanib, ularning ekologik xususiyatlari qator olimlarning ilmiy manbalariga ko‘ra tahlil qilindi [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Tadqiqot natijalari. Qoraqalpog‘iston agrotsenozlaridan topilgan va aniqlangan bargxo‘r qo‘ng‘izlari faunasining ekologik jihatdan o‘rganilishi hududning kelib chiqishi, entomofaunaning shakllanish tarixi hamda uning zamonaviy ekologik sharoitlarga moslashish xususiyatlarini ochib berishda muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Agrotsenozlardagi bargxo‘r qo‘ng‘izlar mezokserofil, kserofil, gigrofil va mezofil kabi 4 ta ekologik guruhlarni tashkil qiladi. Agrotsenozlardagi namlik rejimi, tuproq xossalari va o‘simliklar qoplamining o‘zgarishi bargxo‘r qo‘ng‘izlarning ekologik guruhlarga bo‘linishini taqozo etadi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, Qoraqalpog‘iston agrotsenozlarida bargxo‘r qo‘ng‘izlarning jami 73 ta turi qayd etilgan bo‘lib, ular namlikka bo‘lgan munosabatiga ko‘ra to‘rt asosiy ekologik guruhga tasniflanadi (1-jadval).

1-jadval. Qoraqalpog‘iston agrotsenozlari bargxo‘r qo‘ng‘izlarining ekologik guruhlar bo‘yicha taqsimoti

Guruhlar	Turlar	Jami soni	% da
Kserofil	*Tituboea macropus, Tituboea silensis, Tituboea nigriventris, Clytra rufina* Sols, *Clytra quadripunctata quadripunctata, Jaxartiolu baeckmannianus* Jcbs, *Cryptocephalus (s.str.) coryli, Pachybrachys scriticollis, Pachnephorus* (s.str.) *turcomanicus, Chloropterus unguiculatus, Chrysochares asiaticus, Macrocoma sarvadensis, Theone margelanica, Phyllotreta reitteri, Chaetocnema* (Tlanom) *tibialis, Ischyronota conicicollis, Ischyronota desertorum*	17	23.2

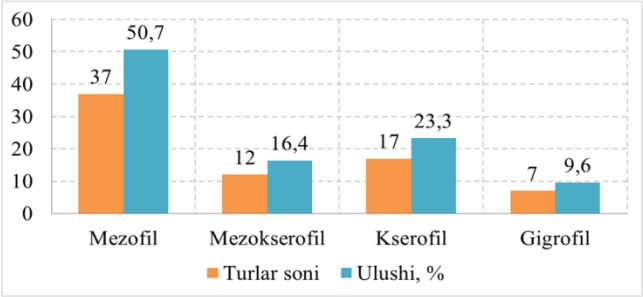
Mezofil	*Oulema tristis* Hbst, *Crioceris duodecimpunctata*, *Clytra quadripunctata*, *Clytra atraphaxidis*, *Cryptocephalus (s.str.) coryli*, *Cryptocephalus* (s.str.) *melanoxanthus*, *Cryptocephalus bipunctatus*, *Bromius obscurus*, *Chrysomela populi*, *Chrysomela tremula*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Plagiodera versicolora*, *Chrysolina* (Menthastriella) *coerulans uzbekorum*, *Xanthogaleruca luteola*, *Agelastica alni*, *Luperus flavipes*, *Phyllotreta nemorum* L, *Phyllotreta atra* F, *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *Phyllotreta vittata*, *Phyllotreta nigripes*, *Phyllotreta ochripes*, *Longitarsus pellucidus*, *Longitarsus melanocephalus*, *Altica palustris* Wse, *Altica plotnikovi* Pal, *Altica deserticola*, *Podagrica menetriesi* Fald, *Chaetoc-nema heikertingeri*, *Chaetocnema aridula*, *Chaetocnema hortensis*, *Chaetocnema breviuscula*, *Pilemostoma fastuosa*, *Cassidal* (Odontionycha) *viridis*, *Cassidal* (s.str.) *nebulosa*, *Cassidal* (s.str.) *pannonica*, *Cassidal* (s.str.) *vittata*	37	50.7
Mezokserofil	*Lema cyanella*, *Chilotoma* (*Exaesiognatha*) *ivanovi* Jcbs, *Trichochrysea amygdali nuratavica*, *Chrysochares punctatus* Gebl, *Phaedon cochleariae*, *Galeruca tanaceti*, *Galerucella lineola*, *Phyllotreta undulata*, *Phyllotreta vittula* Redtb, *Phyllotreta procera*, *Phyllotreta armoraciae*, *Psylliodes cuprea*	12	16.4
Gigrofil	*Macropleasam mutica*, *Donacia marginata* Hop, *Donacia bicolora*, *Donacia fedtschenkoae*, *Donacia (Donaciella) tomentosa*, *Donacia (Donaciella) cinerea*, *Galerucella nymphaeae*,	7	9.6
Jami:		**73**	**100**

Jadvaldagi malumotlardan ko‘rinib turibdikiy, mezofil guruhi 37 ta tur (50.7%) ni tashkil qiladi. Barcha turlarning yarmidan ko‘pi ushbu guruhga to‘g‘ri kelishi sug‘oriladigan dehqonchilik maydonlarida sun’iy sug‘orish va agrotexnik tadbirlar evaziga nisbatan barqaror mikroiqlim yaratilgani bilan izohlanadi. Bu guruhga madaniy ekinlarning ashaddiy zararkunandalari – *Leptinotarsa decemlineata* (kolorado qo‘ng‘izi), *Chrysomela populi* (terak qo‘ng‘izi), shuningdek, ekin barglarini teshib zarar yetkazuvchi *Phyllotreta* avlodining ko‘plab vakillari kiradi.

Kserofillar 17 ta tur (23.2%) ni tashkil qilib, cho‘l zonalari, yaylovlar va cho‘l bilan chegaradosh agrotsenozlarda kserofil turlar ustunlik qiladi. *Tituboea*, *Ischyronota desertorum*, *Theone margelanica* kabi turlar yuqori haroratga, qurg‘oqchilikka va namlik yetishmasligiga yuqori darajada chidamliligi bilan ajralib turadi.

Mezokserofil turlar 12 ta tur (16.4%) ni tashkil qilib, o‘tish davridagi sharoitlarga moslashgan bu turlar ekinzorlarning chekkalari, yoqalar va quruqroq yaylov agrotsenozlarida uchraydi.

Gigrofil turlar 7 ta tur (9.6%) ni tashkil qilib, asosan suv havzalari, daryo o‘zanlari, yirik kanallar atrofi hamda sholikorlik agrotsenozlariga xos bo‘lib, ularga *Donacia* avlodiga mansub qo‘ng‘izlar misol bo‘ladi (1-rasm).



1-rasm. Qoraqalpog‘iston agrotsenozlari bargxo‘r qo‘ng‘izlarining ekologik guruhlar bo‘yicha taqsimoti

Xulosa. Qoraqalpog‘iston agrotsenozlari bargxo‘r qo‘ng‘izlaridan mezofillar, agrotsenozlardagi bargxo‘r qo‘ng‘izlarning eng ko‘p 37 ta tur 50.7% ni, kserofillar 17 ta tur 23.2% ni, mezokserofillar 12 ta tur 16.4% ni, eng kam 7 ta tur 9.6% ni esa gigrofil kabi ekologik guruhlarni tashkil qildi.

Bargqo‘r qo‘ng‘izlarning ekologik guruhlarni bilish agrotsenozlarda zararkunandalarga qarshi kurashish (masalan, sug‘orish rejimini o‘zgartirish yoki agrotexnik tadbirlarni qo‘llash) choralarini to‘g‘ri rejalashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

1. Палий В.Ф. Распространение, экология и биология земляных блошек фауны СССР. – Фрунзе: 1962.

2. Арнольди Л.В., Медведев Л.Н. Эколого-фаунистический обзор фауны листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Центрального Казахстана. // Зоологический журнал. Т. 54. Вып. 11. 1975. – С. 1634-1642.

3. Крыжановский О.Л. Состав и происхождение Наземной фауны Средней Азии [Главным образом на метериале по жесткокрылым]. - Москва-Ленинград: «Накуа», 1965.

4. Яхонтов В.В. Экология насекомых (2-е изд.). – Москва: «Высшая школа», 1969.

5. Андреева А. С., Присный А. В. Листоеды (Coleoptera: Chrysomelidae) подсемейства Cryptocephalinae в фауне Белгородской области. // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2012, №3. – С.131-141.

6. Веселова Е.М., Медведев Л.Н. Эколого-фаунистический обзор листоедов (Coleóptera, Chrysomelidae) Среднего Поволжья. // Экология животных Поволжья и Приуралья: Межвузовский сборник научных трудов. – Куйбышев: пед. ин-т, 1986. – С. 50-61.

7. Мальцева А.Г. Эколого-фаунистический обзор жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) пойменных биотопов среднего течения реки Северский Донец. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «Биология», 2003, Том 16 (55), №2. – С. 123-130.

8. Матмуратова Г., Кудайбергенова У., Бегжанов М. Фауна и экология жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae) Южного Приаралья. Путь науки, 2022, № 4 (98). – С. 11-13.

ATROF-MUHIT SIFATINI INTEGRAL BAHOLASh ASOSIDA OROLBO‘YI MINTAQASINING ATMOSFERA HAVOSI HOLATINI TAHLIL QILISh

Mirametova Nadira Purxanatdinovna – *biologiya fanlari doktori* (*DSc), dotsent*
mirametovanadira1982@mail.ru
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РЕГИОНА ПРИАРАЛЬЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мираметова Надира Пурханатдиновна – *доктор биологических наук* **(***DSc), доцент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AIR CONDITION OF THE ARAL SEA REGION BASED ON INTEGRATED ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT

Mirametova Nadira Purkhanatdinovna – *Doctor of Biological Sciences* (*DSc), Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: integral baholash, atmosfera havosi, Orolbo‘yi mintaqasi, ekologik vaziyatlar, modellashtirish.

Rezyume. Maqolada Orolbo‘yi mintaqasining atmosfera havosi holatini atrof-muhit sifatini integral baholash asosida tahlil qilish haqida ma’lumotlar keltirilgan. Integral baholash – bu ekotizimning har qanday “kritik bo‘g‘ini” (transformatsiya ko‘rsatkichi) emas, balki butun ekotizimning turli tarkibiy qismlarining o‘zaro ta’sirini baholashdir. Atmosfera havosining ifloslanishi organizmda quyidagi o‘limga olib keladigan: yurak ishemik kasalligi; insult; o‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi; o‘pka saratoni kasalliklarning paydo bo‘lishiga olib kelishi qayd etilgan.

Ключевые слова: интегральная оценка, атмосферный воздух, регион Приаралья, экологические ситуации, моделирование.

Резюме. В статье представлена информация об анализе состояния атмосферного воздуха региона Приаралья на основе интегральной оценки качества окружающей среды. Интегральная оценка - это оценка взаимодействия различных компонентов всей экосистемы, а не любого "критического звена" (показателя трансформации) экосистемы. Отмечено, что загрязнение атмосферного воздуха приводит к возникновению в организме следующих смертельных заболеваний: ишемическая болезнь сердца; инсульт; хроническая обструктивная болезнь легких; рак легких.

Key words: integrated assessment, atmospheric air, Aral Sea region, ecological situations, modeling.

Summary. The article presents information on analyzing the atmospheric air condition of the Aral Sea region based on an integrated assessment of environmental quality. An integral assessment is an assessment of the interaction between various components of the entire ecosystem, rather than any "critical link" (transformation indicator) of the ecosystem. It has been noted that atmospheric air pollution leads to the development of the following fatal diseases in the body: ischemic heart disease; stroke; chronic obstructive pulmonary disease; and lung cancer.

Kirish. So‘nggi yillarda atrof-muhitning turli omillari ahamiyatini va ularning birgalikdagi ta’sir darajasini tahlil qilishni o‘z ichiga olgan kompleks ekologik-fiziologik yondashuv asosida odam va atrof-muhit o‘rtasidagi o‘zaro aloqaning fiziologik asoslarini ochib berishga muhim ahamiyat berilmoqda [10, 11, 13]. Markaziy Osiyo davlatlari uchun Orol dengizi inqirozining oqibatlari xalqaro ekspertlar tomonidan XXI asrning global ekologik halokati sifatida baholanmoqda. Avvallari dunyodagi to‘rtinchi yirik ko‘l bo‘lgan Orol bugungi kunda unchalik ilhomlantiradigan ko‘rinishga ega bo‘lmay qoldi [1, 4, 6].

Integral baholash – bu ekotizimning har qanday “kritik bo‘g‘ini” (transformatsiya ko‘rsatkichi) emas, balki butun ekotizimning turli tarkibiy qismlarining o‘zaro ta’sirini baholashdir. Bundan tashqari, ko‘pincha bir indikator bo‘yicha tizim bir holat (sifat) sinfiga, boshqa indikator bo‘yicha esa boshqa sinfga kiradigan holat yuzaga keladi. Boshqacha aytganda, ko‘p mezonlilik komponent (yakka) baholashlar bo‘yicha olingan baholarning taqqoslanmasligi muammosini keltirib chiqaradi. Bunday holat bir vaqtning o‘zida ko‘p mezonli va ko‘p darajali baholashlarni amalga oshirish orqali tuzatiladi, bu holda ko‘rsatkichlarni yig‘ish natijasi butun tizimni holat sinflaridan biriga kiritish imkonini beradi [1, 2, 3, 6].

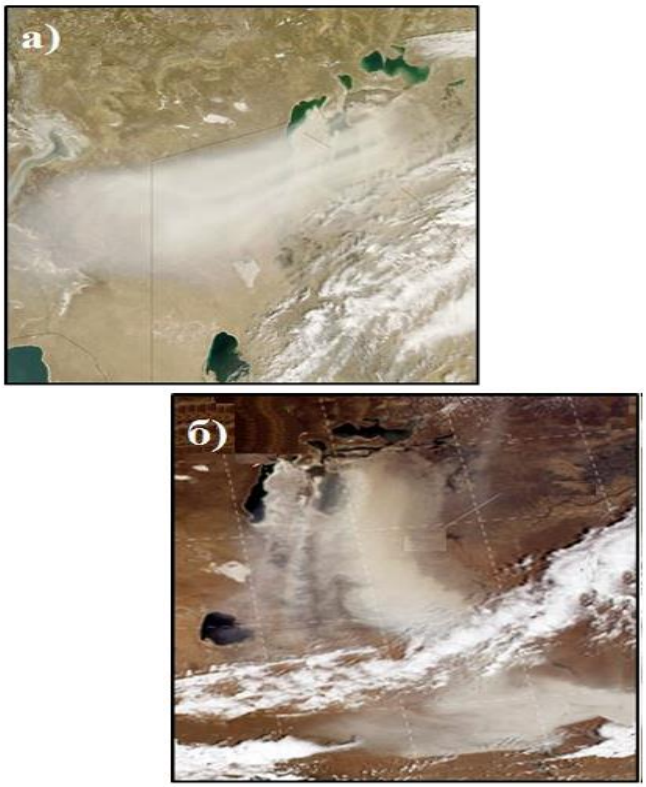
Orolbo‘yi mintaqasining resurs potensialini yo‘qotishning asosiy omillari atrof-muhitdagi (atmosfera, suv, tuproq) ifloslantiruvchi moddalarning ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalarining aholi hayotiga tahdid soluvchi miqdorlardan oshib ketishi hisoblanadi [8, 12]. Qoraqalpog‘iston Respublikasi dinatriy karbonat (O‘zbekiston va Markaziy Osiyoda yagona ishlab chiqaruvchi), elektr energiyasi (6,1%), tabiiy gaz (9,7%), shag‘al (9,0%), paxta linti (6,9%), o‘simlik yog‘i (5,4%) va aroq (6,4%) ishlab chiqarish bo‘yicha yetakchi o‘rinlarni egallaydi. Shu bilan birga, mahalliy resurslardan keng foydalanish doirasida qayta tiklanuvchi energiya manbalari (Ustyurt platosi), metallurgiya (Qorao‘zak tumanidagi temir-ruda maydoni), shisha (kvars qumi maydonlari) sanoatini rivojlantirishda katta istiqbollar yaratilmoqda [4, 8, 13].

Materiallar va usullar. Asosiy ma’lumot manbai sifatida Qoraqalpog‘iston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish qo‘mitasi tomonidan taqdim etilgan ma’lumotlar, shuningdek, Qoraqalpog‘iston Respublikasi Iqtisodiyot va statistika vazirligining statistik ma’lumotlaridan foydalanilgan. Barcha hisob-kitoblar CSS va Excel amaliy tibbiy-biologik dasturlar to‘plamidan foydalangan holda kompyuterda amalga oshirildi. Empirik tadqiqotlar fizik-kimyoviy va biologik tahlillarni o‘z ichiga olgan. Suvning gidrokimyoviy tahlili O‘zR FA QQB Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot institutining mikroorganizmlar ekologiyasi laboratoriyasida va gidrokimyo va gidrobiologiya laboratoriyasida o‘tkazildi.

Natijalar va Muhokama. Bir qator mutaxassislarning tadqiqot natijalarida, Mo‘ynoqdagi quduq suvida Co konsentratsiyasi REMdan ikki baravar, Qo‘ng‘irot tumanida

1,6 baravar va Beruniy tumanida to‘rt baravar oshirgan [5, 8, 15]. Orolbo‘yi mintaqasida atmosferaning aerozolli ifloslanishi faqat yilning iliq davrida sodir bo‘ladigan tuproq zarrachalarining shamol va konvektiv ko‘chishi tufayli yuzaga keladi [10, 11, 12].

Barcha tanlab olingan namunalarda Fe miqdori REM darajasidan pastligi aniqlandi. Bolalar organizmida Fe yetishmasligi ovqat hazm qilish traktida Co so‘rilishining kuchayishiga olib kelishi mumkin. Mn miqdori Mo‘ynoq va Qo‘ng‘irot tumanlarida ham REMdan deyarli 2-5 marta pastligi aniqlandi.



1 - rasm. Janubi-g‘arbiy (a) va janubiy (b) yo‘nalishlarda tuzli chang bo‘ronlari (NOAA sun’iy yo‘ldosh tasvirlari)

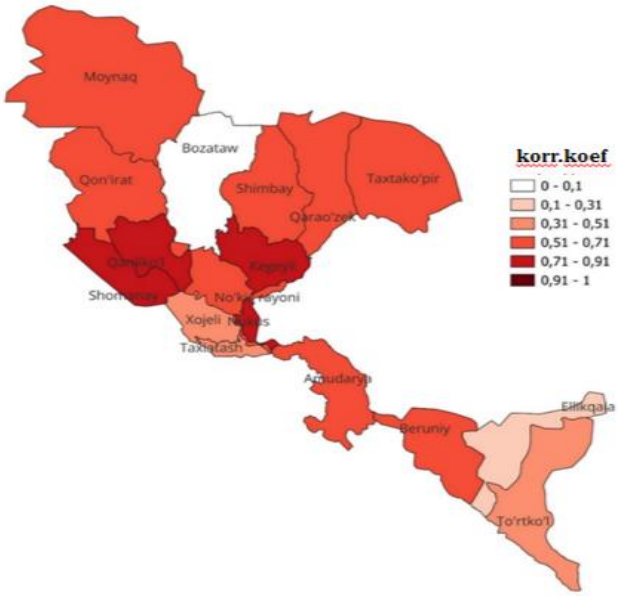
2023-yilda Xorazm viloyati va Qoraqalpog‘iston Respublikasida atmosfera havosi sifati kuzatuvlari Urganch va Nukus shaharlarida 2 tadan punkt va 1 tadan atmosfera havosi ifloslanishini monitoring qilish avtomatik stansiyasi orqali amalga oshirildi. 2023-yilgi kuzatuv natijalariga ko‘ra, Urganch va Nukus shaharlarida atmosfera havosining ifloslanish darajasi «past» toifasiga to‘g‘ri keladi. Muallaq zarrachalar konsentratsiyasi 0,11-0,24 mg/m^3 (0,6-1,2 REM) oralig‘ida bo‘ldi, eng yuqori o‘rtacha oylik konsentratsiya - 0,24 mg/m^3 (1,2 REM) Urganch shahrida aprel oyida qayd etildi. Oltingugurt dioksidi konsentratsiyasi 0,002-0,021 mg/m^3 (0,02-0,2 REM) oralig‘ida bo‘lib, eng yuqori o‘rtacha oylik konsentratsiya - 0,021 mg/m^3 (0,2 REM) Urganch shahrida mart oyida qayd etilgan. Azot dioksidi konsentratsiyasi 0,02-0,04 mg/m^3 (0,4-0,8 REM) oralig‘ida bo‘lib, eng yuqori o‘rtacha oylik konsentratsiya -0,04 mg/m^3 (0,8 REM) Urganch shahrida noyabr va dekabr oylarida qayd etilgan [8, 14].

2014-yildan 2024-yilgacha bo‘lgan davrda kimyoviy ko‘rsatkichlar bo‘yicha talablarga javob bermaydigan namunalarning maksimal soni Taxtako‘pir, Qonliko‘l va To‘rtko‘l tumanlarida (90-95% gacha), namunalarning minimal darajasi esa Chimboy, Xo‘jayli va Taxiatosh tumanlarida (15 dan 20% gacha) ekanligi aniqlandi.

Ekologik vaziyatni modellashtirish va bashorat qilish ekologik monitoringni amalga oshirishda eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. To‘g‘ri hisoblangan prognoz o‘rganilayotgan hududda noqulay uchastkalar paydo bo‘lishini oldindan aytib berish va o‘z vaqtida qaror qabul qilish imkonini beradi. Ekologik vaziyatlarni modellashtirish asosan ifloslanish zonalari yoki rekreatsion hududlarni aniqlash, atrof-muhitni ifloslantiruvchi obyektlarni eng maqbul joylashtirish yoki ifloslanishni kamaytirish maqsadida ushbu obyektlarning xususiyatlarini o‘zgartirishdan iborat.

Tadqiqot davomida 2011-2025-yillar uchun Ermak modelidan foydalangan holda hisoblangan atmosfera changining konsentratsiyasi va Qoraqalpog‘iston aholisining nafas olish a’zolari kasalliklari o‘rtasidagi bog‘liqlik baholandi [7; 14]. Eng past korrelyatsiya koeffitsiyentlari Ellikqal’a (r=0,20; ρ=0,17) va To‘rtko‘l tumanlari (r=0,34; ρ=0,18) bo‘yicha olinganligi aniqlandi (2-rasm). Bu changlanish dinamikasi va kasallanish darajasi o‘rtasidagi muvofiqlikning zaifligidan dalolat beradi.

Mo‘ynoq va Qo‘ng‘irot tumanlariga alohida e’tibor qaratish lozim, chunki ular geografik jihatdan sobiq Orol dengiziga va faol deflyatsion jarayonlar zonasiga juda yaqin joylashgan hudud hisoblanadi [14]. Ehtimol, bu bog‘lanishning mo‘tadil kuchi, Mo‘ynoqdagi kasallanish holatlari migratsiya va ijtimoiy-iqtisodiy omillar ta’sirida o‘zgaruvchan murakkab tuzilishga ega ekanligi bo‘lib, chang yukining dinamikasi esa barqaror darajada saqlanib qolgan. Qo‘ng‘irot tumanida ham xuddi shunga o‘xshash manzarani namoyon qiladi: r=0,54, ρ=0,55. Shunday qilib, har ikkala hudud haqiqatan ham chang massasining sezilarli ta’siri ostida, ammo 2011-2025-yillarda changning aholi kasallanishiga ko‘rsatadigan ta’siri chiziqli ko‘rinishda emas.



2-rasm. Qoraqalpog‘istonda atmosfera changlanganligi va nafas olish a’zolari kasalliklari o‘rtasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlarining hududiy-vaqt dinamikasi (E.Urazimbetova, 2024-yil)

Atmosfera havosining ifloslanishi organizmda quyidagi o‘limga olib keladigan: yurak ishemik kasalligi; insult; o‘pkaning surunkali obstruktiv kasalligi; o‘pka saratoni [4, 5, 6, 12] kasalliklarning paydo bo‘lishiga olib kelishi qayd etilgan. Ob-havo sharoiti inson ahvoliga ta’sir qiluvchi

iqlim omillaridan biridir. Namlik, atmosfera bosimi, havodagi kislorod konsentratsiyasi darajasi, yer magnit maydoni g‘alayonlanish darajasining keskin o‘zgarishi aholi salomatligi holati buzilishiga olib keladi. Meteorologik qaram bo‘lgan odamlarda ob-havoning birdaniga o‘zgarishi bilan ish qobiliyati susayadi, bosh og‘rig‘i, holsizlik paydo bo‘ladi [7, 9], ularda dam olishga moyillik paydo bo‘ladi, surunkali kasalliklar zo‘rayadi. Atmosfera havosining ifloslanishi organizmda quyidagi o‘limga olib keladigan: yurak ishemik kasalligi; insult; o‘pkaning surunkali obstruktiv yetishmovchiligi kasalligi; o‘pka saratoni kasalliklarning paydo bo‘lishiga olib kelishi qayd etilgan.

Doimiy manbalardan chiqariladigan tashlamalarga quyidagilar: Qo‘ng‘irot magistral gaz quvurlari boshqarmasi (56,7%); Taxiatosh IES (13,9%); “Shimoligaztaminot” UK (13,8%); Uz-Kor Gas Chemical MCHJ QK (22,3%); Qo‘ng‘irot soda zavodi (15,6%) asosiy hissa qo‘shadi. Eng ko‘p atmosfera havosining chang bilan ifloslanishi mart-noyabr oylariga to‘g‘ri keladi. Atmosferaning fenol bilan ifloslanishi apreldan noyabrgacha kuzatiladi, atmosferaning asosiy ifloslantiruvchilari asfalt-beton, ohak sexlari va g‘isht zavodlaridir. QR Gidrometeorologiya xizmatining rasmiy ma’lumotlariga ko‘ra, changning yillik konsentratsiyasi 2,7 baravar ga oshgani kuzatilmoqda.

Xulosa. Hozirgi vaqtda atrof-muhitning noqulay holati tufayli ekologik masalalarga e’tibor tobora ortib borayotganligi munosabati sababli, atrof-muhit holatini baholash hamda uni yaxshilashga bo‘lgan ishtiyoq bilan kompleks ekologik-gigiyenik masalalari birinchi darajali muhim ahamiyatni kasb etmoqda. Ushbu masalalarni hal qilinishi mintaqalarni (tumanlar; viloyatlar; kichik aholi punktlari) bir-biri bilan butun ekologik va gigiyenik tavsiflar kompleksi bo‘yicha qiyosiy taqqoslash, ekologik jihatdan eng noqulay hududlarni aniqlash, xaritalash, atrof-muhit sharoitlarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Ayniqsa, kuchayib borayotgan antropogen pressingning salbiy ta’siri bolalar sog‘lig‘iga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatmoqda.

Atrof-muhitning ekologik sharoitlari va aholi salomatligi holati o‘rtasidagi bog‘liqliklarni tavsiflovchi qonuniyatlarni tahlil qilishga kompleks ekologik yondashuv nafaqat inson organizmida ro‘y beradigan o‘zgarishlarni miqdoriy baholashni, balki yashash muhitining holati to‘g‘risidagi ma’lumotlarni ham miqdoriy baholashni ham talab qiladi. Antropogen-transformatsiyalangan muhitning ko‘plab noqulay omillari atrof-muhit sifatini integral tarzda baholash yondashuvlarini ishlab chiqish masalasini o‘rtaga qo‘ymoqda. Atrof-muhit sifatini integral baholash metodologiyasi ko‘p mezonlilikni hisobga olish imkonini beradi, ammo shu bilan birga olingan komponentli baholarning taqqoslanmasligi va qiyoslanmasligi muammosini keltirib chiqaradi.

Adabiyotlar

1. Аревкин Ю. Проблема выбора и обоснования критериев оценки загрязненности окружающей среды. // Промышленное и гражданское строительство, 2000, № 8. – С. 20-21.
2. Библин А.М., Зыкова И.А., Королева Т.М., Николаевич М.С. Методологические подходы к оценке риска для здоровья в гигиенических исследованиях. // Радиационная гигиена, 2013, Т. 6, №2. – С. 31-38.
3. Кику П.Ф., Андрюков Б.Г., Горборукова Т.В. Информационно-математическое моделирование медико-экологических процессов. // Успехи наук о жизни, 2010, № 2. – С. 115-125
4. Константинова Л.Г., Курбанов А.Б., Атаназаров К.М. Качество питьевой воды, состояние здоровья населения и прогноз заболеваемости населения Республики Каракалпакстан. // Экологические факторы и здоровье матери и ребенка в регионе Аральского кризиса: Материалы Междунар.семинара. – Нукус: «Фан», 2001. – С. 87-95.
5. Ермолаева С.В., Филимонова И.П. Влияние качества питьевой воды на состояние здоровья населения. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы экологии и охраны природы. Пути их решения». – Ульяновск, 16-17 ноября 2006. – С. 41-43.
6. Мираметова Н.П., Мамбетуллаева С.М. Исследование функционального состояния кардиореспираторной системы у детей из различных районов Южного Приаралья. // Xorazm Ma’mun akademiyasi axborotnomasi, 2025, №7/1. – С. 172-178.
7. Мираметова Н.П., Данабаева А.Ж. Эколого-физиологические особенности адаптивных реакций организма подростков в условиях Южного Приаралья. // Журнал Хорезмской Академии Маъмуна, 2022, №8/1. – С. 82-86.
8. Намазбаева З.И., Сакиев К.З., Ибраева Л.К., Ибрайбекова А.М., Искендирова А.Ж. Содержание микроэлементов у детей Приаралье. // Гигиена труда и медицинская экология, 2015, №3(48). – С. 58-63
9. Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий материалы IV Международной научно-практической конференции Часть http://book.lib-i.ru/25biologiya/399920-1-prikladnie-aspekti-geologii-geofiziki-geoekologii-ispolzovaniem-sovremennih-informacionnih.php
10. Тлеумуратова Б. С., Нарымбетов Б. Ж. Конвективный вынос аэрозоля в пустынных зонах как фактор повышения температуры воздуха. //Аридные экосистемы, 2022, Т. 28, № 1(90). – С. 11-19.
11. Тлеумуратова Б.С., Мамбетуллаева С.М. Моделирование выноса солей с обсохшего дна Аральского моря и его последствие. // Евразийское научное объединение, 2015, Том 3, №10. – С. 238-242.
12. Турдымамбетов И.Р., Курбанов А.Б., Мамбетуллаева С.М. и др. Изменение природных условий Южного Приаралья и их влияние на возникновение и распространение болезней. – Ташкент: // Медицинский журнал Узбекистана, 2003, № 4. – С. 67-68.
13. Устинова О.Ю., Вандышева А.Ю., Аминова А.И., Пермяков И.А. Гигиеническая оценка состояния здоровья и физического развития детей дошкольного возраста в условиях комбинированного воздействия химических факторов среды обитания. // Здоровье населения и среда обитания: информационный бюллетень, 2011, № 7. – С. 8-11.
14. Уразымбетова Э.П., Тлеумуратова Б.С. Пространственно-временная динамика влияния запылённости атмосферы на заболеваемость органов дыхания населения Каракалпакстана. // Universum: технические науки, 2025, Т. 3, № 12(141). – С. 12-17.
15. Эльпинер Л.И. Проблема прогнозирования изменений состояния здоровья населения при глобальных гидроклиматических изменениях. // Вода: химия и экология, 2008, № 2. – С. 14-18.

574 (575.172)

QORAQALPOG‘ISTON ShAROITIDA SUG‘ORILADIGAN ERLARNING HOLATINI EKOLOGIK BAHOLAShNING DOLZARB MUAMMOLARI

Otenova Farida Tolegenovna – *biologiya fanlari doktori (DSc), dotsent*
farida.otenova@mail.ru
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

Отенова Фарида Толегеновна – *доктор биологических наук (DSc), доцент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

URGENT ISSUES OF ECOLOGICAL ASSESSMENT OF IRRIGATED LANDS CONDITION IN KARAKALPAKSTAN

Otenova Farida Tolegenovna – *Doctor of biological sciences (DSc), Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: Janubiy Orolbo‘yi, tuproq degradatsiyasi, sho‘rlanish dinamikasi, kollektor-drenaj tizimi, mineralizatsiya, ekologik monitoring.

Rezyume. Maqolada Janubiy Orolbo‘yi hududi, xususan Qoraqalpog‘iston Respublikasining sug‘oriladigan ekin maydonlaridagi tuproqlar degradatsiyasi hamda ikkilamchi sho‘rlanish jarayonlarining zamonaviy ekologik va meliorativ holati kompleks baholangan. Tadqiqotlar 2010–2024-yillar mobaynida Nukus, Kegeyli, Chimboy, Taxtako‘pir, Qonliko‘l va Shumanay tumanlarining sug‘oriladigan agrotsenozlarida olib borilgan. Ishda laboratoriya-analitik hamda dala-eksperimental usullaridan foydalanilib, tuproqlarning fizik-kimyoviy, agrokimyoviy va biologik ko‘rsatkichlari, shuningdek, suvda eruvchan tuzlar dinamikasi hamda sug‘orish va kollektor-drenaj suvlarining mineralizatsiya darajasi chuqur tahlil qilingan. Tahlil natijalari sug‘oriladigan yerlarning 73 foizi turli darajada sho‘rlanganligini hamda gumus miqdorining sezilarli darajada kamayganligini ko‘rsatdi. Amudaryoning quyi oqimidagi suv resurslari tanqisligi sharoitida gidromorf tuproqlarning transformatsiyalanishi va cho‘llanish jarayonlarining jadallashuvi aniqlangan.

Ключевые слова: Южное Приаралье, деградация почв, динамика засоления, коллекторно-дренажная система, минерализация, экологический мониторинг.

Резюме. В статье дана комплексная оценка современного экологического и мелиоративного состояния орошаемых земель Южного Приаралья, в частности Республики Каракалпакстан, с акцентом на процессы деградации и вторичного засоления почв. Исследования проводились в 2010–2024 гг. на орошаемых землях Нукусского, Кегейлийского, Чимбайского, Тахтакупырского, Канлыкульского и Шуманайского районов. На основе лабораторно-аналитических и полевых методов изучены физико-химические, агрохимические и биологические свойства почв, динамика водно-растворимых солей, а также уровень минерализации оросительных и коллекторно-дренажных вод. Результаты анализа показали, что 73% орошаемых земель в той или иной степени подвержены засолению, а также отмечено существенное снижение содержания гумуса. В условиях дефицита водных ресурсов в нижнем течении Амударьи выявлена интенсификация процессов трансформации и опустынивания гидроморфных почв.

Key words: Southern Aral Sea region, soil degradation, salinity dynamics, collector-drainage system, mineralization, environmental monitoring.

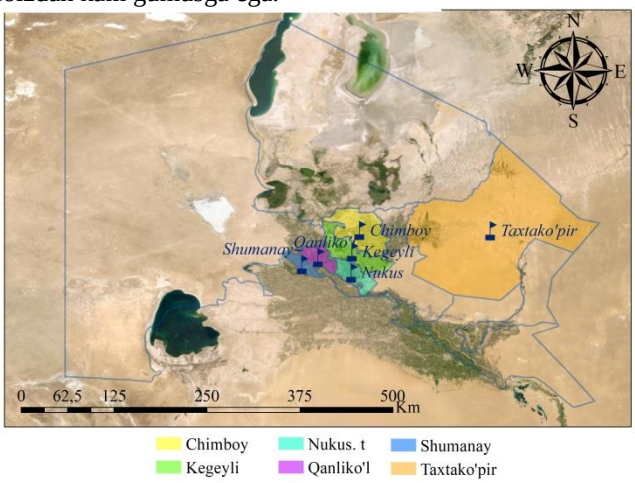
Summary. The article provides a comprehensive assessment of the current ecological and reclamation status of irrigated soils in the South Aral Sea region, specifically in the Republic of Karakalpakstan, focusing on soil degradation and secondary salinization processes. The research was conducted between 2010 and 2024 across the irrigated agrocenoses of Nukus, Kegeyli, Chimbay, Takhtakupir, Kanlykul, and Shumanay districts. Utilizing laboratory-analytical and field-experimental methods, the study thoroughly examined the physicochemical, agrochemical, and biological properties of soils, the dynamics of water-soluble salts, and the mineralization levels of irrigation and collector-drainage waters. The analytical findings revealed that 73% of the irrigated lands are affected by varying degrees of salinization, accompanied by a significant reduction in soil organic matter (humus). Under the conditions of water scarcity in the lower reaches of the Amu Darya River, the acceleration of hydromorphic soil transformation and desertification processes was identified.

Kirish. Tuproqlarning sho‘rlanishi yerlar degradatsiyasining yaqqol belgilaridan biri bo‘lib, ularning qiymatini sezilarli darajada pasaytiradi. Sho‘r tuproqlar tarkibidagi o‘ziga xos kimyoviy va biologik jarayonlar tuproq profilining jiddiy transformatsiyasiga olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bu transformatsiya jarayonida tuproqning fizik-mexanik xossalari o‘zgarishi asosiy determinantlardan biri hisoblanadi [11, 12, 16].

Hozirgi vaqtda mintaqaning asosiy ekologik muammolaridan biri yerlarning ikkilamchi sho‘rlanishi bo‘lib, bu yer osti suvlari mineralizatsiyasining oshishi natijasida yuzaga keladi. Janubiy Orolbo‘yi mintaqasi suv resurslarining taqchilligi, tuproqning sho‘rlanishi, suvning ifloslanishi, aholini sifatli ichimlik suvi bilan qoniqarsiz ta’minlash, yaylovlar va ekin maydonlarining tanazzulga uchrashi, to‘qay va saksovulzorlarning nobud bo‘lishi kabi ekologik muammolar mavjudligi sababli rasman ekologik ofat zonasi deb e’tirof etilgan [2, 9]. Tuproq sog‘lomligini belgilovchi muhim ko‘rsatkich sifatida uning barcha xususiyatlari majmuasining muayyan hududda tuproq bajaradigan vazifalar bilan o‘zaro nisbati xizmat qiladi. Bu jihatdan tuproqlarning sho‘rlanish darajasini baholash

masalalari alohida ahamiyat kasb etadi. Shu bois, tuproqning fizik xossalari o‘zgarishi natijasida uning ekologik vazifasiga tuz tarkibining ta’sir etish mexanizmi va miqyosini aniqlash eng ustuvor vazifa sanaladi [8].

Janubiy Orolbo‘yi sug‘oriladigan hududlarida degradatsiyaning dominant jarayonlaridan biri tuproqlarning sho‘rlanishidir. Ushbu mintaqada bugungi kunda kuzatilayotgan tuproq qoplamining holatini kritik deb tavsiflash mumkin. So‘nggi to‘rt-besh o‘n yillikda tuproqlarda gumus miqdori uchdan bir yoki hatto 40 foizga kamaydi, qishloq xo‘jaligi yerlarining taxminan 60 foizi 1 foizdan kam gumusga ega.



1-rasm. Qoraqalpog‘iston Respublikasida tadqiqot o‘tkaziladigan tumanlarning xarita-sxemasi (http://google.maps)

Demak, Orolbo‘yi qishloq xo‘jaligi oldida turgan asosiy vazifa sho‘rlangan yerlarni qayta tiklash va ishlab chiqarish tsikliga qaytarishdan iborat. Ekologik xavf-xatarlar va muammolar majmuasi ekologik xavfsizlikni ta’minlash, ekologik tahdidlarning oldini olish va bartaraf etishning asosiy strategik yo‘nalishlarini belgilashda muhim rol o‘ynaydi [19, 20].

Tadqiqotlar Janubiy Orolbo‘yining qurg‘oqchil zonasiga, xususan Qoraqalpog‘iston Respublikasining markaziy hududlariga bag‘ishlangan. Tadqiqotda Nukus, Kegeyli, Chimboy, Taxtako‘pir, Qonliko‘l va Shumanay tumanlarida joylashgan shirkat xo‘jaliklarining sug‘oriladigan yerlari asosiy obyekt sifatida tanlab olingan (1-rasm).

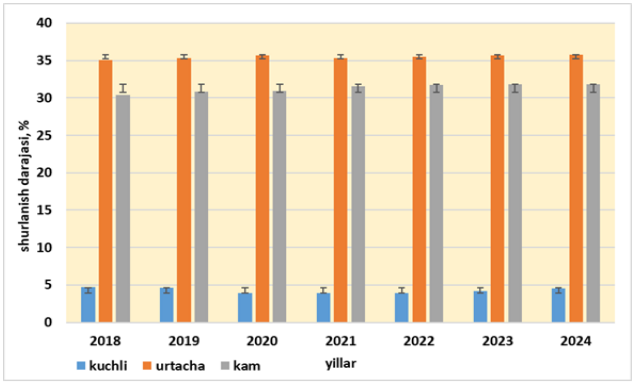
Tadqiqot usullari va obyektlari. Tuproqning sho‘rlanish darajasini baholash uchun har bir uchastkadan yuqori qatlamdan (0-30 sm) konvert usulida namunalar olindi. Kimyoviy tahlilga tayyorlangan tuproq namunalarida suvda eruvchan tuzlar miqdori aniqlandi. Tuproqning agrokimyoviy, kimyoviy va agrofizikaviy xossalarini laboratoriya sharoitida tahlil qilish maqsadida genetik qatlamlar bo‘yicha tuproq namunalari tanlab olindi. Biologik faollikni baholash uchun 0-10, 10-20, 20-30 va 30-50 sm chuqurlikdagi qatlamlardan, yil mavsumlari (bahor, kuz) kesimida, sterillangan byukslarga tuproq namunalari yig‘ildi [6].

O‘tkazilgan dala tajribalari doirasida ekin ekilgan maydonlardan namunalar olinib, tarkibidagi gumus va yalpi azot miqdori, shuningdek, ularning harakatchan shakllari aniqlandi. Tajriba uchastkalari allyuvial-o‘tloqi va o‘tloqi-botqoqi tuproqlar tipidan iborat bo‘lib, ular turli darajadagi sho‘rlanish xususiyatlari bilan xarakterlanadi. Shu tuproqlardan suvda eriydigan tuzlar miqdori ham aniqlanadi [4, 21].

Tadqiqot ishlari 2010–2024 yillar davomida izchil amalga oshirildi. Tuproq namunalarining laboratoriya tahlillari X.Mirahmedov va M.Miryunusov tomonidan ishlab chiqilgan ‘‘Tuproqshunoslikdan amaliy mashg‘ulotlar’’ (Toshkent, 1987) [7], shuningdek, ‘‘Tuproqshunoslikka tegishli amaliyotlar’’ va ‘‘Tuproq mikrobiologiyasi va biokimyosi’’ [5] qo‘llanmalarida bayon etilgan umumtan olingan uslubiy ko‘rsatmalarga qat’iy rioya qilgan holda olib borildi. Bu yillarda ekin ekishga qadar va yig‘im-terimdan so‘ng kesimlar (razrez) qazib olindi va bo‘sh uchastkalarda tuproq kesimlarini o‘rganish, dala laboratoriya ishlari olib borildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Qoraqalpog‘iston gidrogeologiya-melioratsiya ekspeditsiyasi ma’lumotlariga ko‘ra, jami sug‘oriladigan yerlarning 27 foizi ‘‘yaxshi’’, 65 foizi ‘‘qoniqarli’’ va 10 foizi ‘‘qoniqarsiz’’ meliorativ holat toifasiga kiradi. Ushbu ko‘rsatkichlar shuni anglatadiki, sug‘oriladigan yerlarning atigi 27 foizida tuproqlar sho‘rlanmagan bo‘lib, qolgan 73 foiz maydonda sho‘rlanish darajasi zaif sho‘rlangandan juda kuchli sho‘rlangungacha bo‘lgan oraliqda kuzatiladi, bu esa hududda monitoring va sho‘r yuvish ishlarini jadallashtirishni talab etadi.

Sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish dinamikasi tahlili natijalariga ko‘ra, Qoraqalpog‘iston Respublikasida 2018-2024 yillarda kuchli sho‘rlangan tuproqlar salmog‘i 3,9-4,7% oralig‘ida o‘zgarib turdi. Bu ko‘rsatkichlar o‘rganilayotgan davrda meliorativ vaziyatning barqaror zo‘riqqanligidan dalolat beradi (2-rasm).

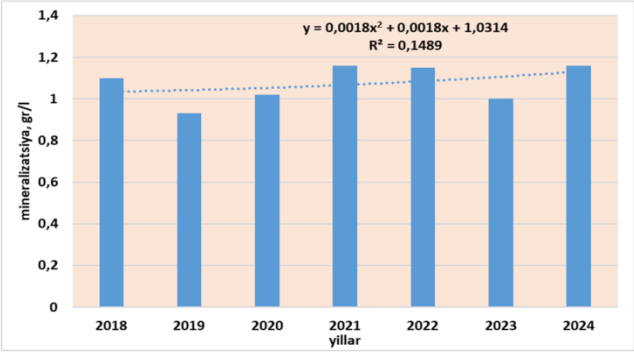


2-rasm. Qoraqalpog‘iston Respublikasi bo‘yicha sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish dinamikasi (2018-2024 yy)

Kuzatuv ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, so‘nggi yillarda sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish darajasida ma’lum darajada kamayish tendensiyasi namoyon bo‘lmoqda. Tadqiq etilgan davr mobaynida o‘rtacha va zaif sho‘rlangan yerlar ulushi nisbatan barqaror saqlanib qolgan. Biroq, delta hududlarida suv resurslari bilan yetarli darajada ta’minlanmagan sharoitda gidromorf deltal tuproqlarning degradatsiyalanishi jarayoni jadallashib, ularning cho‘llanishga moyil turlarga o‘tishi kuzatilmoqda. Bu jarayonda suzuvchi-botqoq tuproqlarning to‘liq transformatsiyalanishi, juda kuchli sho‘rlangan holdagi qurib borayotgan o‘tloqi-botqoq hamda allyuvial-o‘tloq tuproqlarning ustunlik qilishi, shuningdek, taqirsimon tuproqlar, qumlar va sho‘rxoklar maydonlarining kengayishi qayd etilmoqda.

Tuz to‘planish manbai mineralizatsiyasi 1,0-1,5 g/l bo‘lgan sug‘orish suvi hisoblanadi. Amudaryo suvining

mineralizatsiyasi tog‘lardan chiqish joyida o‘rganilayotgan davrda 0,2-0,3 g/l, quyi hududlarda esa 1,0 va undan yuqori bo‘lgan [13, 14, 15]. Bu hududlarning sug‘oriladigan yerlariga tushadigan tuzlarning kuchli manbai bo‘lib, uning 80% ga yaqini evapotranspiratsiyaga sarflanadi (3-rasm).

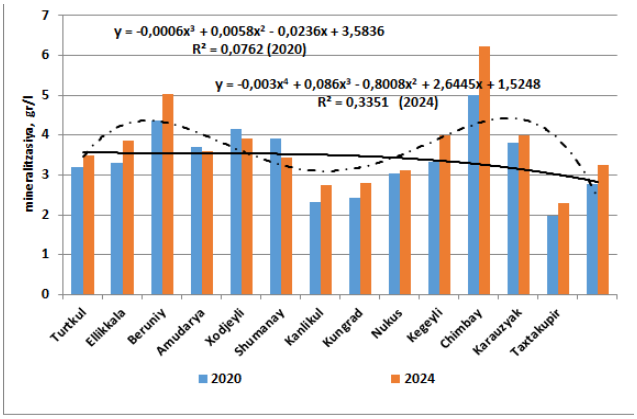


3-rasm. Qoraqalpog‘iston Respublikasi bo‘yicha sug‘oriladigan suvlarning shurlanish darajasining dinamik tahlili (2018-2024yy)

Shuning uchun sug‘oriladigan hududlarning xo‘jalik va ekologik holati sug‘orishning qanday o‘tkazilishiga, arid zonadagi tabiiy nam tanqisligini qanchalik to‘ldirishiga bog‘liq bo‘ladi [1, 3, 17, 18].

Postakval quruqlikning gidromorf tuproqlari tuproq qatlamining avtomorf rivojlanishiga o‘tish bosqichi hisoblanadi yoki faqat doimiy namlanish zonalarida uchraydi. Tuproq osti suvlarining manbai dengiz bo‘yidagi suv havzalaridan oqib keladigan suvlardir. Avtomorf sho‘rxoklardan farqli o‘laroq, ular sof tuz qobig‘i bilan emas, balki gips, loyli minerallar va suvda eriydigan tuzlarning murakkab tarkibli aralashmasi bilan himoyalangan. Bunday kompozitsiya suv eroziyasiga nihoyatda chidamsiz bo‘lib, hatto ozgina yog‘ingarchilik ham uning buzilishiga olib keladi, keyin tuz-gips qobig‘i qayta tiklanib, yoz oylarida yorilib ketishi mumkin. Umuman olganda, bu turdagi sho‘rxoklar tuz-chang ko‘chishi manbai sifatida nisbatan kam faol bo‘lib, ularning ochilishi qum va alevrit qoplama qatlamlarining eol siljishidan keyin barqarorlashadi. Ular uchun taqirsimon yuza xosdir [13, 14, 15].

Mutaxassislarning ma’lumotlariga ko‘ra, tuz to‘planadigan hududlarning doimiy sug‘oriladigan yerlarida fermer xo‘jaliklarida sug‘oriladigan yerlarning noto‘g‘ri rejalashtirilishi natijasida yuzaga keladigan kichik balandliklar, sug‘oriladigan hududlar bilan bog‘liq bo‘lgan yetarli darajada namlanmaydigan uchastkalar, shuningdek, yaqin atrofdagi sug‘oriladigan hududlardan muntazam ravishda yer osti suvlari oqib keladigan pastqam uchastkalar tuz to‘planadigan hududlar bo‘lib xizmat qilishi mumkin [8, 9, 10].



4-rasm. Qoraqalpog‘iston Respublikasining turli tumanlari bo‘yicha kollektor-drenaj tarmog‘idagi suv tarkibining dinamikasi (2020-y., 2024-y.)

O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida Qoraqalpog‘iston Respublikasi kollektor-drenaj tizimidagi suv resurslari sifat tarkibining hududlar kesimidagi tahlili shuni ko‘rsatdiki, 2020-yilda minerallashuvning maksimal ko‘rsatkichi 5 g/l ni, minimal qiymati esa 2,3 g/l ni tashkil etgan bo‘lsa, 2024-yilga kelib ushbu ko‘rsatkichlarning bosqichma-bosqich ortishi qayd etilgan. Eng yuqori ko‘rsatkich 2024-yilda aniqlanib, 6,2 g/l ga teng bo‘lgan (4-rasm).

Xulosa. Janubiy Orolbo‘yi mintaqasida, xususan Qoraqalpog‘iston Respublikasida tuproqlarning ikkilamchi sho‘rlanishi muammosi sug‘orma dehqonchilikni keng ko‘lamda o‘zlashtirish va irrigatsiya tizimlaridagi kamchiliklar natijasida yuzaga kelgan eng dolzarb ekologik-xo‘jalik muammo hisoblanadi.

Ushbu masalaning yechimi Orolbo‘yi mintaqasida sug‘oriladigan maydonlar holatini yaxshilash uchun yangi ilmiy ekologik innovatsion yondashuvlarni ishlab chiqishni taqozo etadi. Shu maqsadda, tuproqlarning ikkilamchi sho‘rlanishiga qarshi samarali kurash chora-tadbirlarini ishlab chiqish uchun tabiiy-antropogen omillar va mavsumiy sho‘rlanish dinamikasini kompleks hisobga olish zarurati tug‘iladi. Ilmiy asoslangan yondashuvlar hamda sho‘rlanish jarayonlarini masofadan zondlash va geostatistik modellashtirishning zamonaviy usullari yordamida tuz to‘planish dinamikasining yo‘nalishi va intensivligini aniqlash uchun sug‘oriladigan dehqonchilik hududlarini to‘liq inventarizatsiya qilish talab etiladi.

Shunday qilib, Janubiy Orolbo‘yi mintaqasining suv resurslari tanqisligi bilan bog‘liq ekologik inqirozi sharoitida gidromeliorativ tizimlarning texnik jihozlanishining hozirgi holatida ushbu muammolar alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayonlarni tezkor boshqarish uchun ikkilamchi sho‘rlanish jarayonlarining rivojlanishi uchun potensial xavfli bo‘lgan sug‘oriladigan hududlarni monitoring qilish xizmatini takomillashtirish zarur.

Adabiyotlar

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – Москва: МГУ, 1970.
2. Бахиев А.Б., Трешкин С.Е., Мамутов Н.К. Результаты экспериментальных исследований по созданию галофитных пастбищ в Южном Приаралья. – Нукус: // Вестник ККО АН РУз., 2009, №4. – С.103-108.
3. Волобуев В. Р. Экология почв. – Баку: 1963.
4. Глазовская М.А., Добровольская Н.Г. Геохимические функции микроорганизмов. – Москва: Изд-во МГУ, 1984.
5. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Марфенина О.Е. Роль микроорганизмов в биогеоценотических функциях почв. // Почвоведение, 1992, № 6. – С. 63-77.
6. Кузиев Р.К, Абдурахманов Н.И. Эволюция и плодородие орошаемых почв. – Ташкент: «Навруз», 2015.
7. Мирхамидов Х., Мирюнусов М. Тупроқшуносликдан амалий машғулотлар. – Тошкент: «Мехнат», 1987.

8. Новикова Н.М. Альдякова О.А. Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. – Москва: «Наука», 2005.

9. Новикова Н М. Эколого-географический аспект Аральского кризиса. Часть 1. Развитие Аральской проблемы, ее изучение, оценка и разработка мероприятий. – Москва: // Экосистемы: экология и динамика, 2019, №1. – С. 5-66.

10. Отенова Ф.Т., Мамбетуллаева С.М. Проблемы деградации почв аридных территорий региона Южного Приаралья. Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса. Международная научно-практическая конференция. – Нижний Новгород, 2021. – С.158-162.

11. Отенова Ф.Т. Проблемы засоления почв орошаемых земель Южного Приаралья. // Журнал UNIVERSUM, Химия и биология, 2024, Выпуск: 12(126). Часть 1. – С.26-29.

12. Отеулиев Ж.Б. Проблема деградации почв в Республике Каракалпакстан. // Экономика и социум, 2017, № 6(37). – С. 52-55.

13. Панкова Е.И., Айдаров И.П. Соленакопление на равнинах Средней Азии и пути его регулирования. Почвоведение. – Москва: 2007. – С.676-684.

14. Панков М.А. Мелиоративное почвоведение. Засоление и заболоченные почвы Средней Азии, и их мелиорация. – Ташкент: 2004.

15. Рафиков В.А. Процессы опустынивания Южного Приаралья. – Ташкент: 2013.

16. Романова Е.М., Игнаткин Д.С., Романов В.В., Любомирова В.Н., Мухитова М.Э. Биоиндикация – составной компонент экологического мониторинга. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы VII Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: 2016. – С. 148-155.

17. Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв. / Под ред. Н.Б. Хитрова, А.А. Понизовского. – Москва: Почвенный институт им. В.В.Докучаева, 1990.

18. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: «Наука», 1993.

19. Татаринцев Л.М. Экологические проблемы орошения в степной зоне Западной Сибири. – Москва: // Мелиорация и водное хозяйство, 2004, № 2. – С. 30-32.

20. Толепова Ш.Б. Проблемы соленакопления в низовьях Амударьи. – Баку: // Экология и водное хозяйство, 2005, №5. – С.76-80.

21. Турапов И., Қурвантоев Р., Пирахунов М. Водные и физические свойства орошаемых почв Республики Каракалпакстана. Қишлоқ хўжалик тараққиётининг илмий асослари. Халқаро илмий-амалий конф. маърузаларининг тезислари. – Тошкент: ТошДАУ, 2001. 124-125-б.

QORAQOLPOG‘ISTON ShAROITIDA *ALEYRODIDAE* OILASI OQQANOTLILARINING OZIQAVIY O‘SIMLIKLARI VA FENOLOGIK KALENDARI

Serjanova Gulayım Sagidullaevna – *tayanch doktorant*
serjanovagulayim25@gmail.com
Ajiniyaz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
JuginisovTangirbergen Isayevich – *biologiya fanlari doktori, professor*
tangirbergenzuginisov@gmail.com
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti

ПИЩЕВЫЕ РАСТЕНИЯ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ БЕЛОКРЫЛЫХ СЕМЕЙСТВА *ALEYRODIDAE* В УСЛОВИЯХ КАРАКАЛПАКСТАНА

Сержанова Гулайым Сагидуллаевна – *докторант*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
Жугинисов Тангирберген Исаевич – *доктор биологических наук, профессор*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

NUTRITIONAL PLANTS AND PHENOLOGICAL CALENDAR OF THE *ALEYRODIDAE* FAMILY IN THE CONDITIONS OF KARAKALPAKSTAN

Serjanova Gulayim Sagidullaevna – *doctoral student*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz
Juginisov Tangirbergen Isaevich – *Doctor of Biological Sciences, Professor*
Karakalpak State University named after Berdakh

Tayanch so‘zlar: Aleyrodidae, Bemisia tabaci, Trialeurodes vaporariorum, fenologiya, oziqaviy o‘simliklar, issiqxona, Qoraqalpog‘iston.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog‘iston sharoitida uchraydigan Aleyrodidae oilasiga mansub oqqanotli hasharotlarning asosiy oziqaviy o‘simliklari hamda ularning rivojlanish bosqichlari fenologik jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqotlar natijasida oqqanotlarning pomidor, bodring, baqlajon, karam kabi issiqxona ekinlari hamda ochiq maydondagi qishloq xo‘jalik ekinlarida keng tarqalganligi aniqlandi. Shuningdek, ularning yil davomida rivojlanish dinamikasi va maksimal ko‘payish davrlari o‘rganildi.

Ключевые слова: Aleyrodidae, Bemisia tabaci, Trialeurodes vaporariorum, фенология, пищевые растения, теплица, Каракалпакстан.

Резюме. В статье с фенологической точки зрения проанализированы основные кормовые растения белокрылых насекомых семейства Aleyrodidae, встречающихся в условиях Каракалпакстана, а также этапы их развития. В результате исследований установлено, что белокрылки широко распространены на тепличных культурах, таких как помидоры, огурцы, баклажаны, капуста, а также на сельскохозяйственных культурах на открытых площадях. Также определена динамика их развития в течение года и периоды максимального размножения.

Key words: Aleyrodidae, Bemisia tabaci, Trialeurodes vaporariorum, phenology, food plants, greenhouse, Karakalpakstan.

Summary. This article provides a phenological analysis of the primary food plants of white-winged insects belonging to the family Aleyrodidae found in the conditions of Karakalpakstan, as well as their developmental stages. As a result of the research, it was established that whiteflies are widespread in greenhouse crops such as tomatoes, cucumbers, eggplants, and cabbage, as well as in open agricultural crops. The dynamics of their development during the year and the periods of maximum reproduction were also determined.

Kirish. Qoraqalpog‘iston Respublikasining o‘ziga xos keskin kontinental iqlimi, yuqori harorat va havo namligining pastligi agrobiotsenozlarda fitofag hasharotlar, jumladan, oqqanotlilar (*Aleyrodidae)* oilasi turlarining ko‘payishi va tarqalishi uchun maxsus sharoit yaratadi. Oqqanotlilar qishloq xo‘jaligi ekinlari, sabzavot va poliz ekinlari hamda manzarali o‘simliklarga jiddiy zarar yetkazuvchi asosiy so‘ruvchi zararkunandalardan biri hisoblanadi. Ular o‘simlik shirasini so‘rish orqali hosildorlikni keskin kamaytirishi bilan birga, turli virusli kasalliklarning o‘tkazuvchisi sifatida ham katta iqtisodiy zarar keltiradi. Ayniqsa, issiqxona sharoitida ular yil davomida rivojlanishi mumkin. Shu sababli oqqanotlarning oziqaviy o‘simliklari va fenologik rivojlanishini o‘rganish dolzarb hisoblanadi.

Mintaqada qishloq xo‘jaligini barqaror rivojlantirish va ekinlarni himoya qilish uchun oqqanotlilarning oziqaviy o‘simliklar doirasini (polifaglik darajasini) aniqlash hamda ularning mavsumiy rivojlanish dinamikasini o‘rganish muhim amaliy ahamiyatga ega. Oqqanotlilarning fenologik kalendarini tuzish ularning qishlab chiqish bosqichlari, bahorgi uyg‘onish davri va mavsum davomida avlodlar ketma-ketligini bashorat qilishga yordam beradi. Ushbu ilmiy maqolaning maqsadi Qoraqalpog‘iston sharoitida Aleyrodidae oilasiga mansub oqqanotlilarning oziq manbai bo‘lgan o‘simliklar tarkibini madaniy va yovvoyi turlarini aniqlash hamda ularning fenologik xususiyatlarini tizimli tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot natijalari hududda oqqanotlilarga qarshi uyg‘unlashtirilgan kurash choralarini o‘z vaqtida va samarli tashkil etish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi [1, 2, 5, 6, 7, 8].

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqotlar 2024-2026-yillar davomida Qoraqalpog‘iston Respublikasining turli tuproq iqlim sharoitlariga ega bo‘lgan Nukus, Kegeyli va Chimboy tumanlarida agrobiotsenozlarida (g‘o‘za, sabzavot-poliz ekinzorlari, mevali bog‘lar) hamda tabiiy

oʻsimlik jamoalarida olib borildi. Tadqiqot obyekti sifatida Aleyrodidae oilasiga mansub oqqanotlilar, jumladan *Bemisia tabaci*,*Trialeurodes vaporariorum va Siphoninus phillyreae* turlari va ularning tuxum, lichinka, nimfa (pupariy) hamda imago bosqichlari tanlab olindi.

Oqqanotlilarning oziqaviy oʻsimliklar tarkibini aniqlash va fenologiyasini oʻrganishda entomologik usullardan statsionar kuzatuvlar, oziq oʻsimliklarini inventarizatsiya qilish, zichlik, laboratoriya tahlillari va turlarni identifikatsiyalash va fenologik kalendar tuzish foydalanildi [1, 3]. Mavsum davomida (mart-oktyabr) belgilangan statsionar uchastkalar va marshrutlar boʻyicha oʻsimliklarning zararlanish darajasi muntazam monitoring qilindi. Madaniy ekinlar va yovvoyi botanik turlarning barg yuzalari koʻzdan kechirilib, oqqanotlilar bilan zararlangan oʻsimlik turlari roʻyxati shakllantirildi va gerbariy namunalari olindi. Har bir uchastkadan diagonal boʻylab 50–100 ta oʻsimlik bargining ostki yuzasidagi lichinka va pupariylar soni 1 sm² yuzaga nisbatan qayd etildi. Imago zichligi entomologik toʻr va yopishqoq sariq qopqonlar yordamida baholandi. Dala sharoitida yigʻilgan namunalar (barg parchalari, pupariylar) laboratoriya sharoitida binokulyar mikroskop (MBS-10) va yorugʻlik mikroskobi ostida tahlil qilindi.

Turlarni aniqlashda pupariylarning morfologik belgilari mum qatlami tuzilishi, chetki tishchalar, vasial apparat tuzilishi asosida maxsus entomologik aniqlagichlardan va mikroskopik preparatlardan foydalanildi. Oqqanotlilarning fenologik rivojlanish bosqichlarini aniqlashda harorat va nisbiy havo namligi koʻrsatkichlari bilvosita hisobga olindi. Bahorgi birinchi imago paydo boʻlishi, tuxum qoʻyish, lichinkalik davri, pupariy hosil boʻlishi hamda qishlovga oʻtish muddatlari boʻyicha olingan maʼlumotlar umumlashtirilib, hudud uchun oqqanotlilarning yillik fenologik kalendari jadvallari tuzildi.

Natijalar. Oqqanotlilarning oziqaviy oʻsimliklar tarkibi va turlar xilma-xilligi Qoraqalpogʻiston agrobiotsenozlari hamda tabiiy florasini koʻzdan kechirish natijasida Aleyrodidae oilasining 2 ta asosiy turi – *Bemisia tabaci* (paxta/tamaki oqqanoti) va *Trialeurodes vaporariorum* (issiqxona oqqanoti) keng tarqalgani aniqlandi [4, 7, 9].

Tadqiqotlar davomida oqqanotlilar jami 14 ta oilaga mansub 28 turdagi madaniy va yovvoyi oʻsimliklarda oziqlanishi hamda rivojlanishi qayd etildi. Madaniy ekinlardan ǵoʻza (*Gossypium hirsutum*), pomidor (*Solanum lycopersicum*), bodring (*Cucumis sativus*), baqlajon (*Solanum melongena*), qovun (*Cucumis melo*), kungaboqar (*Helianthus annuus*). Yovvoyi va begona oʻsimliklardan shoʻra (*Chenopodium album*), ajriq (*Cynodon dactylon*), qora ituzum (*Solanum nigrum*). Yovvoyi oʻsimliklar bahorning ilk davrida zararkunanda uchun asosiy oraliq oziq manbai va koʻpayish oʻchogʻi vazifasini oʻtaydi [5, 6].

Qoraqalpogʻistonning keskin kontinental iqlim sharoitida oqqanotlilarning rivojlanishi va avlodlar almashtirishi harorat hamda nisbiy namlikka toʻgʻridan-toʻgʻri bogʻliqligi kuzatildi. Aprel oyida havoning oʻrtacha sutkalik harorati +14...+16 °C ga yetganda bahorgi uygʻonish boshlanib, pupariy va yetuk imago bosqichida qishlagan individlarning faollashuvi kuzatildi. Ilk imago va tuxumlar asosan yovvoyi shoʻra va issiqxona atrofidagi begona oʻsimliklarda qayd etildi. Agrobiotsenozlarga oʻtishi may oyining ikkinchi yarmidan boshlab zararkunanda madaniy ekinlarga jumladan, dastlab pomidor, soʻng gʻoʻzaga oʻta boshladi. Iyun oyida 1- va 2-avlod toʻliq shakllandi. Ommaviy koʻpayish va eng yuqori zichlik iyul, avgust oylariga toǵri keladi.

Tadqiqotlar davomida Qoraqalpogʻiston sharoitida *Aleyrodidae* oilasi oqqanotlarining asosiy oziqaviy oʻsimliklariga e'tibor qaratildi. Bunda asosan *Aleyrodidae* oilasi oqqanotlarining Oʻzbekiston florasiga oyd tabiiy va antropogen-transformasiyalangan hududlardagi oʻsimlik turlari tanlanib, oziqlanish jaroyonida zararlanish darajalari oʻrganildi (1-jadval).

1-jadval. Qoraqalpogʻiston sharoitida *Aleyrodidae* oilasi oqqanotlarining asosiy oziqaviy oʻsimliklari

Oqqanot turi	Asosiy oziqaviy oʻsimliklar	Oʻsimlik oilasi	Zararlanish darajasi
Issiqxona oqqanoti - *Trialeurodes vaporariorum*	Pomidor, bodring, baqlajon, qalampir	Ituzumdoshlar Qovoqdoshlar	++
Tamaki yoki gʻoʻza oqqanoti - *Bemisia tabaci*	Pomidor, bodring, baqlajon, gʻoʻza, poliz ekinlari	Ituzumdoshlar Gulxayridoshlar Qovoqdoshlar	+++
Zaytun oqqanoti - *Siphoninus phillyreae*	Olma, nok, anor, tut, manzarali daraxt va butalar	Ranoguldoshlar Tutdoshlar	++

Izoh: +- oziqaviy oʻsimliklarining past koʻrsatkichlari, ++- oʻrtacha koʻrsatkichlar, +++- yoqori koʻrsatkichlar

Tajiriba natijalarida Qoraqalpogʻiston sharoitida qayd etilgan oqqanot turlari oziqaviy oʻsimliklar tarkibi va zararlanish darajasi boʻyicha bir-biridan sezilarli farq qiladi. *Trialeurodes vaporariorum* asosan pomidor, bodring, baqlajon va qalampir kabi sabzavot ekinlari bilan bogʻlangan boʻlib, Ituzumdoshlar va Qovoqdoshlar oilalaridagi oʻsimliklarda zararlanish darajasi yuqori deb hisoblandi. *Bemisia tabaci* esa pomidor, bodring, baqlajon bilan bir qatorda gʻoʻza va poliz ekinlarida ham uchrashi sababli jadvalda keltirilgan turlar ichida oziqa oʻsimliklari doirasi nisbatan kengroq ekanligini namoyon etadi. Mazkur tur uchun zararlanish darajasining "juda yuqori" deb belgilanishi uning hudud agrobiotsenozlaridagi fitosanitar ahamiyati yuqori ekanini koʻrsatadi.

Siphoninus phillyreae ning oziqaviy aloqalari esa asosan olma, nok, anor, tut hamda manzarali daraxt va butalar bilan bogʻliq boʻlib, u mevali va manzarali daraxtzorlar uchun xosroq tur sifatida ajralib turadi. Uning zararlanish darajasi oʻrtacha, yuqori diapazonda ekanligi aniqlandi.

Umuman olganda oqqanotlarning xoʻjayin oʻsimliklarga moslashuvi turga xos ekanini, *B.tabaci* ning gʻoʻza, sabzavot va poliz ekinlarini qamrab oluvchi keng oziqa spektri esa unga qarshi monitoringni aynan shu agrobiotsenozlarda kuchaytirish zarurligini anglatdi. *T.vaporariorum* uchun issiqxona va sabzavot ekinlari, *S.phillyreae* uchun esa mevali hamda manzarali daraxtlar alohida nazorat obyektlari boʻlib xizmat qilishi maʼlum boʻldi.

Tajiribalar davomida Qoraqalpog‘iston sharoitida oqqanotlarning fenologik rivojlanish kalendariga e’tibor qaratildi. Bunda oqqanotlarning fenologik kalendari yilning yanvar oyidan yil oxiri dekabrgacha hayotiy o‘zgarishlari o‘rganildi (2-jadval).

Tajiriba natijalarida oqqanot turlarining faol rivojlanish muddati va rivojlanish bosqichlarining mavsumiy davomiyligi turlariga qarab farqlandi. Bunda, *Trialeurodes vaporariorum* da tuxum va L1-L2 yosh lichinkalar mart-sentabr oylarida qayd etilgan, L3-L4 yosh lichinkalar hamda pupariy bosqichi esa kalendar bo‘yicha yil davomida uchrashi aniqlandi. Imago bosqichining ham barcha oylar kesimida qayd etilishi ushbu turning, ayniqsa himoyalangan issiqxona sharoitida, vegetatsion davrdan tashqari muddatlarda ham saqlanib qolish imkoniyatiga ega ekanini ma’lum bo‘ldi.

Bemisia tabaci da tuxum bosqichi mart–sentabr, L1-L2 lichinkalar mart–oktabr, imago bosqichi esa mart-noyabr oylarida kuzatildi. Bu holat turning bahor boshidan kech kuzgacha faol rivojlanishini ko‘rsatdi. Jadvalda L3-L4 va pupariy bosqichlarining uzoq muddat davom etishi qayd etilgan bo‘lib, yoz oylarida turli rivojlanish bosqichlarining bir vaqtning o‘zida uchrashi avlodlarning ustma-ust kelishiga sharoit yaratishi malum bo‘ldi. Dala kuzatuvlarida iyun-avgust oylarida populyatsiya zichligining keskin ortishi va iyul-avgustda zararlanishning eng yuqori darajaga yetishi ushbu fenologik ketma-ketlikning amaliy ifodasida namoyon bo‘ldi.

Siphoninus phillyreae da reproduktiv faollik boshqa ikki turga nisbatan kechroq boshlanadi, bunda, tuxum bosqichi asosan aprel-sentabr, L1-L2 lichinkalar aprel-oktabr, imago esa aprel-oktabr oylarida qayd etildi. Demak, mazkur turning asosiy rivojlanish davri bahorning ikkinchi yarmidan kuz boshigacha bo‘lgan muddatga to‘g‘ri keladi. Umuman, oqqanotlar populyatsiyasini nazorat qilishda faqat imago sonini emas, tuxum, yosh lichinka bosqichlarini ham muntazam hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, ommaviy ko‘payish cho‘qqisini kutmasdan, 1 va 2 avlodning yosh lichinkalari paydo bo‘ladigan iyun oyida monitoring va himoya tadbirlarini kuchaytirish fenologik jihatdan asoslangan yondashuv hisoblanadi.

2-jadval. Qoraqalpog‘iston sharoitida oqqanotlarning fenologik rivojlanish kalendari

Oqqanot turi va rivojlanish bosqichi	Oylar kesimida											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Trialeurodes vaporariorum – tuxum			ι	ι	ι	ι	ι	ι	ι			
L1–L2			◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊			
L3–L4, puparium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Imago	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bemisia tabaci – tuxum			ι	ι	ι	ι	ι	ι	ι			
L1–L2			◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		
L3–L4, puparium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Imago			●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Siphoninus phillyreae – tuxum				ι	ι	ι	ι	ι	ι			
L1–L2				◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊		
L3–L4, puparium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Imago				●	●	●	●	●	●	●		

Xulosa. Tadqiqot natijalari Qoraqalpog‘iston Respublikasining keskin kontinental iqlim sharoitida Aleyrodidae oilasiga mansub oqqanotlilarning fitosanitar ahamiyatga ega o‘ta xavfli polifag zararkunanda ekanligini ko‘rsatdi. Hududda asosan *Bemisia tabaci* Genn. va *Trialeurodes vaporariorum* Westw. turlari keng tarqalgan bo‘lib, ular 14 oilaga mansub 28 turdagi madaniy va yovvoyi o‘simliklarni zararlashi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Xo‘jayev Sh.T. O‘simliklarni zararkunandalardan himoya qilishning uyg‘unlashtirilgan tizimi hamda agrotoksikologiya asoslari. – Toshkent: «Navro‘z», 2014.

2. Olimjonov Sh.A., Murodov B.E. Agrobiotsenozlarda so‘ruvchi zararkunandalar va ularga qarshi kurash choralari. – Toshkent: // O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi jurnali, 2020, № 6. 24-27-b.

3. Kimsanbayev X.X. va boshq. Uyg‘unlashtirilgan o‘simlik himoyasi (entomologik qism). – Toshkent: «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi», 2011.

4. Martin J.H., Mound L.A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). // Zootaxa, 2007, Vol. 1492. – P. 1-84.

5. Oliveiro L.M., Oliveira M.R.V. Whitefly (Bemisia tabaci) host plants and seasonal population dynamics in arid regions. // Journal of Applied Entomology, 2018, Vol. 142(5). – P. 480-491.

6. Mamadrahimov A.A. Qoraqalpog‘iston sharoitida g‘o‘za va sabzavot ekinlarining asosiy so‘ruvchi ziyonandalari fenologiyasi. – Nukus: // Biologiya va agronomiya ilmiy axborotnomasi, 2022, № 2. 45-49-b.

7. De Barro P.J., Liu S.S., Boykin L.M., Dinsdale A.B. Bemisia tabaci: A statement of species status. // Annual Review of Entomology, 2011, Vol. 56. – P. 1-19.

8. Serjanova G.S., Juginisov T.I. Qoraqolpog‘iston sharoitida oqqanotlilarning (Aleyrodidae) morfobiologik xususiyatlari. – Xiva: // Xorazm mamun akademiyasi axborotnomasi, 2025, № 12/1.

Geografiya

GEOGRAFIYA TÁLIMINDE EKOLOGIYALÍQ MÁDENIYATTÍ QÁLIPLESTIRIW HÁM TÁLIM BERIWDIŃ ÓZGEShELIKLERI

Abdiramanov Jangabay Bektursınovich – *úlken oqıtıwshı*
janabay6466@gmail.com
Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Абдираманов Жангабай Бектурсынович – *старший преподаватель*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN GEOGRAPHY EDUCATION AND THE PECULIARITIES OF EDUCATION

Abdiramanov Jangabay Bektursynovich – *Senior teacher*
National Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: ekologik bilim, ekologik madaniyat, ekologik inqiroz, tabiiy resurs, bioxilma-xillik, atrof-muhit.

Rezyume. Maqolada maktab o‘qituvchilarining o‘quvchilarda ekologik bilim va madaniyatni shakllantirishda geografiya fanining ahamiyati yoritilgan hamda muayyan taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Ключевые слова: экологический знания, экологическая культура, экологический кризис, природный ресурс, биоразнообразие, окружающая среда.

Резюме. В статье поясняется, значения географии по формированию экологического знании и культуры учениках обучающих в школах и разработаны определенные предложения и рекомендации.

Key words: environmental knowledge, environmental culture, environmental crisis, natural resource, biodiversity, environment.

Summary. This article explains the significance of geography in forming environmental knowledge and culture among schoolchildren and develops specific proposals and recommendations.

Kirisiw. Bizge belgili, hár bir xalıqtıń tábiyattan paydalanıwda, onı qorǵawda ásirler dawamında qáliplesken ózine tán dástúrleri, isenimleri, úrp-ádetleri boladı. Bul atanıń qanı menen, ananıń súti menen áwladtan-áwladqa úzliksiz ótip baratuǵın bahalı qásiet.

"Adam - tábiyattıń ajıralmas bólegi" demek, musılman xalıqlarınıń dástúrinde "Jer-Ana" degen egiz túsinik qáliplesken. Jerdi óz anasınday kóriw, ananı bolsa quyashtay qádirlew - milliyligimizdiń isenimine ázelden kirgen dástúr. Sebebi, xalqımızda "Ana Watan" degen bir awız sóz arqalı ata-babalarımız tuwılǵan jerge, tábiyatqa bolǵan jıllı muhabbatın, húrmetin bildirgen.

Biraq dúnyadaǵı quramalılasqan ekologiyalıq mashqalalar adamlardıń jasaw ortalıǵına bolǵan múnásibetin bir qansha ózgertip jiberdi. Jedel rawajlanıp atırǵan zamanda jańa innovaciyalıq texnologiyalar, jańa sociallıq institutlar, óndiris orınları payda boldı. Bul faktordı adamlardıń turmıs sharayatınıń transformaciyaǵa ushırawı, sáykes talap dárejesiniń artıwı menen baylanıstırıw múmkin. Keleshekte adamlar ekologiyalıq apattan qalay qutılıwdı emes, al kerisinshe onıń ekologiyalıq-mádeniy aqıbetlerin qalay jeńilletiw múmkin degen sorawlardıń juwabın izley basladı.

Hesh kimge sır emes, planetamız ekologiyasın qorǵaw birden-bir maqset esaplanadı hám búgingi kúnde insaniyattıń eń áhmietli mashqalalarınan biri bolıp esaplanadı. XIX ásir ortalarınan baslap sanaattıń rawajlanıwı menen insanlarǵa zıyan keltiretuǵın tonnalap zıyanlı zatlar atmosferaga shıǵarıldı.

Házir, álle qashan postindustrial dáwir baslanıp, zavod hám fabrikalar ekinshi orınǵa, al dúnyada bolsa xızmet kórsetiw tarawı húkimdarlıqqa aylangan dáwirde de ekologiya mashqalası hesh jaqqa ketken joq.

Hár jılı insan bir neshe júz kilogrammnan 1 tonnaǵa shekem hár qıylı shıǵındılardı islep shıǵaradı. Aqıbetinde úlken mıńlaǵan tonna shıǵındılar menen toltırılǵan shıǵındıxanalar payda boladı. Evropa mámleketlerinde jaqsı rawajlanǵan shıǵındılardı qayta islew sisteması bul mashqalanı biraz sheshedi. Biraq Evropada zamanagóy shıǵındılardı saralaw hám qayta islew zavodları payda bolıwınan aldın onı úshinshi dúnya mámleketlerine eksport etiwge qarar etildi.

Jergilikli ekologiyalıq mashqalalar - jasawshılardıń turmıs táriziniń ózgesheliklerine baylanıslı halda payda boladı. Demek, jergilikli qorshaǵan ortalıqtıń jaǵdayı, ózgesheligi, tábiyat nızamları hám hádiyseleri ásirler dawamında usı aymaqta jasaytuǵın adamlarǵa ǵana anıq túsinikli. Olardıń jasaw nızamı, úrp-ádeti, isenimi sol aymaqtıń tábiyiy, geografiyalıq ózgesheligi tiykarında qáliplesedi. Sonıń ushın ekologiyalıq bilim hám mádeniyattı qáliplestiriwde hár bir millettiń etnoekologiyalıq ózgeshelikleri esapqa alınıwı kerek.

Ekologiyalıq bilim shaxs penen, onıń hár túrli minez-qulqı hám qásiyetleri menen úzliksiz baylanısta boladı. Ilimiy ádebiyatlarda "ekologiyalıq mádeniyat" túsinigine kóplegen anıqlamalar berilgen. E.V.Girusovtıń pikirinshe, ekologiyalıq mádeniyat - jámiyettiń materiallıq hám ruwxıy qádiriyatları birligi, sonday-aq, tábiyiy ortalıqtı saqlawǵa baǵdarlanǵan háreketler birligi bolıp tabıladı [1].

Solay etip, mádeniyattıń mánisin insannıń ózine tán materiallıq hám ruwxıy mútájligine jeteleytuǵin xızmetke baylanıslı payda bolatuǵın ónim dep te aytıw múmkin. Ekologiyalıq mádeniyattı qáliplestiriw mashqalası boyınsha uzaq hám jaqın sırt el ilimpazlarınıń qırqtan aslam jumısların kórip shıqqanımızda onıń quramalı hám hár qıylı ekenligine isenimimiz arttı.

Tiykarǵı bólim. Ilimpazlardıń pedagogikalıq pikir-usınıslarına qaraǵanda, "ekologiyalıq mádeniyat" – ulıwma jáhán mádeniy rawajlanıwınıń quramlıq bólegi hám ornı kelgende keleshekte insaniyattıń rawajlanıwına tásir etetuǵın turmistaǵı barlıq ulıwma áhmiyetli ekologiyalıq mashqalalar menen sipatlanadı. Bul anıqlamada ayrıqsha itibar qaratılatuǵın jaǵday – "ekologiyalıq mádeniyat"tıń jeke milliy yamasa milletler aralıq dárejede emes, al pútkil dúnya kólemindegi adamzatqa tásir etiwshi mashqalalar qatarında sıpatlanıwı bolıp esaplanadı.

Solay etip, shaxs ekologiyalıq mádeniyatın qáliplestiriwde insan menen tábiyattıń ekologiyalıq baylanısınıń eki jolı kórinedi, olardıń fiziologiyalıq hám psixologiyalıq baylanısı insan salamatlıǵına tásir kórsetedi. Bul baylanıstıń buzılıwı keyin ala fiziologiyalıq hám psixologiyalıq ádetlerdiń teń salmaqlılıǵı bioritmlik óz ara qatnasıqlardıń buzılıwına alıp keledi hám bunnan insan menen tábiyattıń óz ara baylanısı buzıladı. Olardıń qayta dúziliwi tábiyattıń bir tegis kórinisin qáliplestiredi, ruwxıy hám fiziologiyalıq sistemaǵa alıp keledi. Ruwxıy-ádep-ikramlılıq-estetikalıq baylanıslar insannıń ruwxıy dúnyasına tásir etedi.

Ekologiyalıq bilimlendiriw Ózbekstan Respublikası ǵárezsizliginiń dáslepki jıllarında ulıwma bilim beriw mektebiniń ekologiyalıq bilim beriwge tiyisli iskerlik baǵdarlaması hám koncepciyasında belgilengen [2].

Ekologiyalıq bilimlendiriw dep shaxstıń ilimiy bilimler sisteması menen ámeliy iskerligin, ózin-ózi tutıw, xızmet etiw menen baylanıslı baǵdar alatuǵın iskerligin, qorshaǵan sociallıq-tábiyiy ortalıqqa juwapkershilikti qáliplestiretuǵın bilim menen tárbiya beriw, rawajlanıwdıń úzliksiz procesi dep kórsetilgen.

Jáhán ekologiyalıq jaǵdayları máselelerine baǵıshlanǵan izertlewlerde házirgi zaman jámiyeti menen tábiyattıń óz-ara qatnasınıń ózgesheligine tómendegiler kiredi:

- antropogen tásir mákanı bolıp jer sharınıń barlıq tarawı - qattı, gazli, suw, biotopikalıq, kosmoslıq tarawları esaplanadı;
- ekologiyalıq qarama-qarsılıqlar pútkil jer sharın qamtıp aladı;
- adamzattıń háreketi dúnya kólemindegi kóplegen tábiyattıń teń salmaqlıǵına tásir etedi.

Sonnan kelip shıǵıp, Watan, ana jer tábiyatın qásterlep saqlaytuǵın tárbiyalı, intizamlı, mádeniyatlı shaxstı rawajlandırıp, qáliplestiriw wazıypası alǵa qoyıldı.

Geografiya sabaqlarında ekologiyalıq bilim hám mádeniyattı tárbiyalaw – oqıwshılarda tábiyatqa abaylı múnásibetti qáliplestiriw, jámiyet hám qorshaǵan ortalıq ortasındaǵı óz ara baylanıslardı túsiniw hám de ekologiyalıq qáwipsiz minez-qulıq kónlikpelerin iyelew procesi esaplanadı. Geografiya áhmiyetli aralıq pán esaplanadı, sebebi ol tábiyat tanıwshılıq hám jámiyet tanıwshılıq bilimlerdi birlestiredi, keńisliktegi pikirlewdi global ekologiyalıq mashqalalar menen baylanıstıradı.

Tómende mektep geografiya kursına ekologiyalıq tárbiyanı sińdiriwdiń tiykarǵı tárepleri, usılları hám jantasıwları keltirilgen.

Mektep geografiyasın ekologiyalastırıw pánniń hár bir bólimine tábiyattı qorǵaw temaların engiziw tiykarında qurıladı:

• Geografiyanıń baslanǵısh kursında: Jer qabıqları (litosfera, gidrosfera, atmosfera, biosfera) n olardıń ázziligi kózqarasınan úyreniw. Oqıwshılar "hawanıń pataslanıwı," "suw resurslarınıń azayıwı" túsinikleri menen tanısadı, qorıqxana hám zakazniklerdiń roli haqqında bilip aladı.

Materikler hám okeanlar geografiyası: Global hám regionallıq dárejege itibar beriledi. Siyrek ushırasatuǵın ekosistemalarga antropogen tásir etiwdiń aqıbetleri tallanadı (máselen, Amazonka togaylarınıń kesiliwi, Saxeldiń shólleniwi, Dúnya okeanınıń plastik penen pataslanıwı).

Óz úlkesiniń geografiyası (Orta Aziya hám Ózbekstan): Tábiyiy-xojalıq zonaların úyreniw, aymaqlardıń ekologiyalıq jaǵdayın bahalaw, jergilikli ekosistemaga sanaat hám awıl xojalıǵınıń tásirin talqılaw, Qızıl kitap penen tanısıw.

Jáhán ekonomikalıq hám sociallıq geografiyası: Turaqlı rawajlanıw koncepciyası (Sustainable Development). Alternativ energetika, tábiyattan aqılǵa uǵras paydalanıw, insaniyattıń demografiyalıq hám shiyki zat mashqalaları kórip shıǵıladı.

Oqıtıwshınıń maqseti qurǵaq faktlerdi oqıwshınıń jeke isenimine aylandırıw. Mádeniyat pikirlewdiń ózgeriwinde kórinedi:

- Antropocentrizmnen biocentrizmge ótiw: Insan "tábiyat húkimdarı" emes, al onıń biosfera turaqlılıǵına tolıq baylanıslı bolǵan bólegi ekenligin ańlaw.
- Keńisliktegi baylanıslılıqtı ańlaw: "Hámme nárse hámme nárse menen baylanıslı" qaǵıydasın túsiniw. Máselen, bir mámlekettegi zavodlardıń shıgındıları basqa mámlekette kislotalı jawınlarǵa alıp keledi.
- Jergilikli háreket – global tásir: Ekologiyalıq hújjandı rawajlandırıw ("Global oyla, jergilikli háreket et" koncepciyası).
- Zamanagóy geografiya sabaǵı oqıwshılardı ekologiyalıq baǵdarlanǵan ekonomikada jasawǵa tayarlawı kerek. Bul tómendegi kónlikpelerdi rawajlandırıwdı óz ishine aladı:
- • "Grinvoshing" (kompaniyalardıń psevdoekologiyalıq marketing) haqqındaǵı maǵlıwmatlardı sın kózqarastan talqılaw.
- • Óz "uglerod izi" hám "suw izi"n bahalaw qábileti.
- • Resurslardı únemlew kónlikpeleri (energiya nátiyjeliligi, Zero Waste-shıǵındılardıń nol koncepciyası).

Mádeniyattı nátiyjeli tárbiyalaw ushın standart lekciyalar jeterli emes. Interaktiv hám iskerlikli formatlar zárúr:

1-keste. Geografiya pánlerinde oqıwshılarǵa ekologiyalıq tálim beriwde alıp barılatuǵın jumıslar

Jumıs usılı / Jumıs forması	Sıpatlama	Nátiyje
Joybarlaw-izertlew jumısı	"Mekteptiń ekologiyalıq pasportı," "Jergilikli suw basseynindegi suw sapası analizi," "Rayonımızda shıǵındılardı utilizaciyalaw mashqalası" temalarında joybarlar jaratıw	Oqıwshılarda analitikalıq pikirlewdi hám de ekologiyalıq sheshimlerdi óz betinshe izlew qábiletin rawajlandıradı
Imitacion hám rolli oyınlar	Jaǵdaylardı modellestiriw (mısalı, "BMSh ekologiyalıq sammiti májilisi," "Plas-	Argumentlewdi rawajlandırıw, mashqalaǵa ekologlar, ekonomistler

	tik paket ústinen sud," "GES qurılısı ek-spertizası")	hám mámleket kózqarasınan qaraw qábileti
Geoinfor-maciyalıq sistemalar (GIS) menen islew	Interaktiv ekologiyalıq kartalardan paydalanıw (toǵay órtleri monitoringi, real waqıt rejiminde hawa pataslanıwı kartaları, máselen, IQAir World Air Quality information)	Ekologiyalıq óz-gerisler kóleminiń kórgizbeliligi, zamanagóy sanlı qurallardı ózlestiriw
Geogra-fiyalıq ekskursi-yalar hám dala ámeli-yatı	Tábiyatqa shıǵıw, qala átirapındaǵı toǵaylarǵa túsip atırǵan rekreaciya júgin bahalaw, ruqsat etilmegen shıǵındıxana-lardı kartalastırıw	Tábiyat penen tikkeley baylanıs, jergilikli ekologiyalıq mashqalalardı "janlı" túsiniwdi úyretedi
Ekologiya-lıq volon-tyorlıq	Terek egiw, makulatura, batareya hám plastik jıynaw, dárya, qoy jaǵalıqların tazalaw akciyalarında qatnasıw	Bilimler ámeliyatta bekkemlenedi, únemlep tutınıwdıń real ádetin qáliplestiriwge járdem beredi

Ekologiyalıq mashqalalardı sheshiwde bilim jeterli emes, sonıń ushın da insanda insan menen tábiyattıń úylesimli qatnasın támiyinleytuǵın ekologiyalıq mádeniyat bilimdi belsendilikke, anıq iskerlikke baǵdarlaytuǵın qural wazıypasın atqaradı.

Juwmaq. Usı múnásibet penen XX ásirdiń ekinshi yarımında ekologiyalıq mádeniyatqa tárbiyalawdıń oǵada zárúrligi belgili boldı. Ol bir tárepten orta mekteplerde ekologiyalıq bilimlerdiń sińdiriliwine, ekinshi tárepten ekologiyalıq keskinlesiwdiń tereńlesip qorshaǵan ortalıqtaǵı teń salmaqlılıqtıń buzılıwına baylanıslı boladı.

Ekologiyalıq bilim- tábiyiy ortalıq penen baylanıstaǵı insan ómiriniń miyrası bolıp qalatuǵın taza turmıs tárizine, turaqlı sociallıq, ekonomikalıq rawajlanıwına, mámlekettiń hám hár bir insannıń ekologiyalıq bilimi hám tárbiyası dárejesine baylanıslı halda qáliplesedi.

Ekologiyalıq bilim -hárbir jámiyettegi ulıwma mádeniyattıń eń áhmiyetli elementlerinen biri, sebebi sociallıq xızmet bárqulla qorshaǵan ortalıqtıń jasaw talapları menen baylanıslı boladı. Yaǵnıy ekologiyalıq mádeniyat sociallıq fenomen sıpatında jámiyet hám tábiyattıń óz ara múnásibetin tártipke salıw zárúrligin keltirip shıǵaradı.

Demek, ekologiyalıq bilim ekologiyanı biliw, minez-qulıq, minez-qulıq tiykarında tábiyatqa mehir-muhabbat penen qarap, qásterlep-saqlay biliw demek.

Ádebiyatlar

1. Беркунова Л.А. Экологическая культура в процессе становления ценностей современного общества. Дис. – Москва, 2004.

2. Gaypova R.T. J.Abdiramanov. Innovaciyalıq texnologiya: Zamanagóy geografiya. // Ózbekistan geografiya jámiyeti xabarı, 32-tom, 144-146-b.

3. Yaxshibekov A.S. Ekologik madaniyat. – Tashkent: 2009.

4. Рафиков А.А. Геоэкологические проблемы. – Ташкент: «Ўқитувчи», 1997.

UDK 338.48:39:001.895(575.1)

O‘ZBEKISTONDA MADANIY TURIZM VA ETNOTURIZMNING INNOVATSION RIVOJLANISh TENDENSIYALARI VA ILMIY ASOSLARI

Xolbekova O‘g‘iloy Turayevna – *tayanch doktorant*
xolbekovaogiloy00@gmail.com
Ravshanov Aliqul Xudoyberdiyevich – *geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*
ravshanov1407@mail.ru
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

INNOVATIVE DEVELOPMENT TRENDS AND SCIENTIFIC FOUNDATIONS OF CULTURAL TOURISM AND ETHNOTOURISM IN UZBEKISTAN

Холбекова Угилой Тураевна – *базовый докторант*
Равшанов Аликул Худойбердиевич – *доктор философии по географическим наукам*
Самаркандский государственный университет имени Шарафа Рашидова

ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КУЛЬТУРНОГО ТУРИЗМА И ЭТНОТУРИЗМА В УЗБЕКИСТАНЕ

Kholbekova Ugiloy Turayevna – *basic doctoral student*
Ravshanov Alikul Khudoyberdievich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences*
Samarkand state university named after Sharof Rashidov

Tayanch so‘zlar: madaniy turizm, madaniy turizm bosqichlari , etnoturizm, Grand Tour, madaniy meros, Omonxona, Buyuk ipak yoli,SWOT tahlili.

Rezyume. Maqolada madaniy turizmning ilmiy mohiyati, unga berilgan ta’riflar keng qamrovli tarzda tahlil etiladi. Mazkur tadqiqotda O‘zbekistonda madaniy turizmning rivojlanish tarixi uch bosqichga ajratilgan holda ko‘rib chiqiladi. Bundan tashqari, SWOT tahlil hamda konseptual modeli metodlari yordamida mamlakatda madaniy turizm va etnoturizmni yanada rivojlantirishga ta’sir etuvchi kuchli va zaif tomonlar, mavjud imkoniyatlar hamda potentsial tahdidlar sistematik ravishda aniqlanadi va baholanadi.

Ключевые слова: культурный туризм, этапы развития культурного туризма, этнотуризм, Grand Tour, Omonxona, культурное наследие, SWOT-анализ.

Резюме. В статье всесторонне анализируются научная сущность культурного туризма и существующие подходы к его определению. В исследовании история развития культурного туризма в Узбекистане рассматривается с выделением трёх основных этапов. Кроме того, на основе методологии SWOT-анализа систематически выявляются и оцениваются сильные и слабые стороны, существующие возможности, а также потенциальные угрозы, влияющие на дальнейшее развитие культурного туризма в стране.

Key words: cultural tourism, stages of cultural tourism development, ethnotourism, Grand Tour, cultural heritage,Omonkhona , SWOT analysis.

Summary. This article provides a comprehensive analysis of the scientific essence of cultural tourism and the various definitions attributed to this concept. The study examines the historical development of cultural tourism in Uzbekistan by dividing it into three distinct stages. Furthermore, using the SWOT analysis methodology, the research systematically identifies and evaluates the strengths and weaknesses, existing opportunities, and potential threats influencing the further development of cultural tourism in the country.

Kirish. Turizm zamonaviy global iqtisodiyotning eng jadal rivojlanayotgan tarmoqlaridan biri bo‘lib, har yili milliardlab odamlarning sayohat qilishga xizmat qiladi, yuz millionlab ish o‘rinlarini qo‘llab-quvvatlaydi hamda xalqaro savdo va xizmatlar bozorining rivojlanishiga muhim hissa qo‘shuvchi eng yirik tarmoqlardan biridir.

BMT Turizmi (UN Tourism) tomonidan e’lon qilingan so‘nggi Jahon Turizm Barometri ma’lumotlariga ko‘ra, 2025-yilda dunyo bo‘ylab 1,52 milliard xalqaro sayyoh qayd etilgan bo‘lib – bu 2024-yilga nisbatan qariyb 60 million kishiga ko‘pdir. Xalqaro aviaqatnovlar tarmog‘ining kengayishi hamda viza tartib-taomillarining soddalashtirilshi turizmning barqaror o‘sishiga xizmat qiluvchi asosiy omillardan biri bo‘ldi. Mintaqalar kesimida Afrika eng yuqori o‘sish ko‘rsatkichini qayd etgan bo‘lsa, Osiyo va Tinch okeani mintaqalari esa pandemiyadan keyin to‘liq tiklanish yo‘lida sezilarli natijalarga erishdi [13].

Mazkur global tendensiyalar fonida madaniy turizm alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu turizm turi zamonaviy sayyohlarni madaniy meros obyektlari, autentik tajribalar va muhit, milliy urf- odatlar va an’analar bilan yaqindan tanishishga bo‘lgan qiziqishini qondiradi. O‘zbekiston Respublikasi, o‘zining ko‘hna tarixiy shaharlari, nomoddiy madaniy merosi va Buyuk Ipak yo‘li bilan bog‘liq o‘ziga xos turistik resurslari tufayli, ushbu global tendensiyadan foydalanish uchun katta imkoniyatga ega. Shunga qaramay, O‘zbekistonda madaniy turizm va etnoturizmni rivojlanish ularning o‘zaro bog‘liqligi hamda hududiy rivojlanish xususiyatlarini kompleks baholashga bag‘ishlangan tadqiqotlar yetarli darajada emas. Mavjud ilmiy ishlarda asosan madaniy meros obyektlari, tarixiy shaharlar yoki turizm infratuzilmasi alohida yo‘nalishlarda o‘rganilgan bo‘lib, madaniy turizm va etnoturizmni yagona tizim sifatida baholash hamda ularning rivojlanish omillarini kompleks tahlil qilish masalalari yetarlicha yoritilmagan. Shu sababli ushbu tadqiqotning maqsadi O‘zbekistonda madaniy turizm va etnoturizmning rivojlantirishda xorij tajribalarini ilmiy tahlil qilish, baholash hamda ularni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlarini aniqlashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Madaniy turizm uzoq tarixga ega bo‘lib, uning ilmiy ildizlari Grand Tour fenomeniga borib taqaladi. “Grand Tour” atamasi birinchi marta ingliz ruhoniysi va sayohat yozuvchisi Richard Lassels tomonidan 1670-yilda nashr etilgan *"The Voyage of Italy*" asarida qo‘llanilgan [1]. XVII-XIX asrlarda Yevropa aristokratiyasi o‘rtasida keng tarqalgan bu ta’limiy-madaniy sayohat shakli zamonaviy madaniy turizmning shakllanishida muhim rol o‘ynagan va uning tarixiy asosi sifatida e’tirof etiladi.

Ilmiy manbalarda madaniy turizmga berilgan ta’riflar keng xilma-xillikka ega. BMT Turizm Bosh Assambleyasining 22-sessiyasida (2017) qabul qilingan rasmiy ta’rifga ko‘ra, madaniy turizm – «sayohat yo‘nalishidagi moddiy va nomoddiy madaniy diqqatga sazovor joylar-mahsulotlarni o‘rganish, kashf etish, boshdan kechirish va iste’mol qilishdan iborat bo‘lgan turizm faoliyati turi» deb ta’rif berib o‘tgan [14].

1-jadval. Madaniy turizmga oid ta'riflar (Adabiyotlar tahlili asosida muallif tomonidan tuzilgan)

Ta'rif	Muallif
Madaniy turizm – bu estetik, intellektual, hissiy yoki psixologik xarakterga ega yangi va chuqur madaniy tajribalarni izlash yoki ularda faol ishtirok etishga asoslangan maxsus qiziqish turizmi shaklidir [7].	Reisinger, Y. (1994).
Madaniy turizm nafaqat madaniy o‘tmish va tarixiy mahsulotni iste'mol qilishni, balki xalq yoki mintaqaning zamonaviy madaniy turmush tarzini ham qamrab oladi. Shu sababli madaniy turizm meros turizmi va san'at turizmini o‘z ichiga oluvchi keng tushuncha sifatida talqin etiladi [8].	Richards, G. (Ed.). (2001).
Madaniy turizm – bu maxsus qiziqish uyg'otuvchi sayohat turi bo‘lib, mezbon mamlakat madaniyati – moddiy (san'at, musiqa, hunarmandchilik) va nomoddiy (mehmondo‘stlik, urf-odatlar, tarix, din) elementlari – sayyohlarni jalb qilishning asosiy omili hisoblanadi.	Reisinger, Y. (2011).
Turizmning bir turi bo‘lib, u ma'lum bir hududning madaniy meros aktivlariga tayanadi va ularni sayyohlar tomonidan iste'mol qilinishi mumkin bo‘lgan turistik mahsulotlarga aylantiradi[2].	McKercher B., & du Cros H. (2015)
Madaniy turizm: meros, san’at va jamoalar madaniyati bilan passiv, faol va interaktiv munosabat bo‘lib, bunda tashrif buyuruvchi ta’limiy, ijodiy va/yoki ko‘ngilochar xarak-terga ega yangi tajribalarga ega bo‘ladi [10].	Smith M.K. (2016).

Yuqorida keltirilgan ta’riflarning qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatadiki, madaniy turizmning barcha jihatlarini to‘liq qamrab oladigan yagona va universal ta’rifni shakllantirish juda murakkab masala hisoblanadi. Buning asosiy sababi – madaniyat tushunchasining mazmuni va qamrovi vaqt o‘tishi bilan kengayib va boyib borishi, shuningdek turli olimlarning madaniy turizmning turli aspektlariga – meros, san’at, etnik madaniyat, gastronomiya, diniy va ziyorat kabi yo‘nalishlarga alohida e’tibor qaratishidir.

So‘nggi o‘n yilliklarda madaniy merosni saqlashga bag‘ishlangan xalqaro tashkilotlarga a’zolik sezilarli darajada o‘sdi. Bu tendensiya, bir tomondan, iqtisodiy rivojlangan mamlakatlardagi demografik o‘zgarishlar – aholining qarishi – bilan, ikkinchi tomondan, nostalgiya va o‘tmishga bo‘lgan qiziqishning kuchayishi bilan izohlanadi.

Metodologiya. Ushbu tadqiqot madaniy turizmning ilmiy mohiyatini ochib berishga hamda O‘zbekistondagi rivojlanish holatini baholashga qaratilgan. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi asosiy yondashuvlarni o‘z ichiga oladi:

– Adabiyotlarni tizimli tahlil qilish: madaniy turizmga oid xalqaro va mahalliy ilmiy manbalarda keltirilgan ta’riflar, nazariy yondashuvlar hamda empirik tadqiqotlar qiyosiy tahlil asosida o‘rganildi.

– Normativ-huquqiy hujjatlarni o‘rganish: O‘zbekiston Respublikasining turizm sohasiga oid qonunlari, farmonlari, qarorlari va davlat dasturlari tahlil qilindi.

– Tarixiy-davrlashtirish usuli: O‘zbekistonda madaniy turizmning rivojlanish tarixi ketma-ket uch bosqichga ajratilib, har bir bosqichning o‘ziga xos xususiyatlari aniqlandi.

– SWOT tahlili: O‘zbekistondagi madaniy turizm salohiyatini baholash maqsadida uning kuchli va zaif tomonlar, mavjud imkoniyatlar hamda potensial tahdidlarni aniqlandi.

– Konseptual model: Bunda tarixiy-madaniy resurslar, etnomadaniy resurlar, turizm infratuzilmasi, davlat siyosati va institutsional qo‘llab-quvvatlash, innovatsiyalar va raqamli texnologiyalar birgalikda O‘zbekistonda madaniy turizmni rivojlanish darajasini yanada oshirish imkoniyati aniqlandi.

Tadqiqot jarayonida O‘zbekistonning boy madaniy turistik salohiyatini har tomonlama o‘rganish maqsadida xalqaro tashkilotlar, jumladan YuNESKO va BMT Turizmi (UN Tourism) materiallari, mahalliy olimlarning dissertatsiya ishlari, ilmiy maqolalar hamda davlat statistik ma’lumotlaridan keng foydalanildi [11,12,13,7,4].

Natijalar va tahlil. UN Tourism (sobiq UNWTO) ning Ipak yo‘li dasturi doirasida 2018-yil may oyida O‘zbekiston Respublikasi Turizmni rivojlantirish davlat qo‘mitasi mutaxassislari uchun Ipak yo‘li turizmi bo‘yicha tadqiqot-trening muvaffaqiyatli o‘tkazildi [5]. 2018-yildan boshlab O‘zbekistonning Buyuk Ipak yo‘li bo‘yicha boy madaniy-turistik salohiyatini o‘rganish va uni xalqaro miqyosda targ‘ib etishga qaratilgan bir qator xalqaro tadqiqot dasturlari amalga oshirildi. Ushbu dasturlar mahalliy va xorijiy olimlar, shuningdek, talabalar o‘rtasida ilmiy hamkorlikni rivojlantirish hamda qo‘shma ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish uchun keng imkoniyatlar yaratdi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 5-yanvardagi PF-5611-son Farmoni bilan 2019-2025-yillarda O‘zbekiston Respublikasida Turizm sohasini rivojlantirish konsepsiyasi tasdiqlanadi [6]. Mazkur konsepsiya doirasida Samarqand, Buxoro, Xiva, Shahrisabz va Termiz kabi tarixiy shaharlarda madaniy meros obyektlarini restavratsiya qilish, muzeylarni modernizatsiya qilish va turistik marshrutlarni kengaytirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar amalga oshirilmoqda [11].

2020-yillarda qishloq va etnoturizmni rivojlantirish maqsadida etnik madaniyati yaxshi saqlanib qolgan Boysun, Omonxona, Sentob va Hayot kabi qishloqlar turistik hududlar sifatida rivojlantirildi. Ayniqsa, Surxondaryo viloyatidagi Boysun va Omonxona qishloqlarining etnomadaniy merosi xalqaro miqyosda e’tirof etildi. 2025-yilda Omonxona qishlog‘i UN Tourismning “ Best Tourism Villages” (“eng yaxshi turizm

qishloqlari”) dasturiga kiritildi. Mazkur tanlovda Afrika, Amerika, Osiyo va Yevropaning 65 mamlakatidan 270 dan ortiq nomzodlar ishtirok etgan bo‘lib, Omonxona “Eng yaxshi turizm qishloqlari” loyihasida yetakchi o‘rinlardan birini egalladi [12]. Tog‘li hududda joylashgan Omonxona o‘zining noyob tabiiy landshafti, shifobaxsh chashmalari, tarixiy yodgorliklari, boy nomoddiy madaniy merosi va mehmondo‘st mahalliy aholisi tufayli respublika va xalqaro miqyosda tobora mashhur bo‘lib bormoqda.

O‘zbekistonda madaniy turizmning rivojlanish bosqichlari

Bosqich	Davr	Asosiy xususiyatlar	Muhim yutuqlar
I-bosqich Etnografik va o‘lkashunoslik tadqiqotlar	1980-1991 (Sovet davri)	Rus va sovet etnograflar tomonidan ekspeditsiyalar An’analar, urf-odatlar, hunarmandchilik o‘rganildi. Etnik guruhlar tasniflanib, ilmiy materiallar toplandi	Birinchi institutsional tashkil etilgan tadqiqot davri sifatida baholandi. Tizimli etnografik ma'lumotlar bazasi yaratildi.
II-bosqich Mutaqillikdan keyin rivojlanish davri	1991-2016 (Mustaqillik davri)	Milliy qadriyatlar va merosni qayta tiklash boshlandi. Etnik madaniyat, milliy bayramlar, xalq san’ati o‘rganildi. Etnomadaniy turizmning milliy modeli shakllandi. Xorijiy hamkorlik o‘rnatildi.	1992: «O‘zbekturizm» yo‘nalish sifatida tan olindi. 1993: UNWTO a’zoligi 1994: Samarqand, 1999: Xiva, 2002: Buxoro deklaratsiyalari Buxoro, Samarqand, Xiva UNESCO ro‘yxatiga kiritildi.1999: «Turizm to‘g‘risida»
III-bosqich Zamonaviy madaniy turizm	2017-hozir (Yangi islohatlar davri)	Davlat siyosati va ilmiy tadqiqotlar birlashtirildi. Madaniy turizm ilmiy yo'nalish sifatida tan olindi. Etnoturizm amaliy loyihalar orqali rivojlandi.	Turizm sohasida jadal islohotlar amalga oshirildi. Xalqaro hamkorlik kengaydi Akademik tadqiqotlar instituttsional ko'rinish kasb etdi

O‘zbekiston Respublikasida madaniy turizmni yanada rivojlantirish istiqbollarini to‘liq baholash maqsadida SWOT tahlili metodologiyasi qo‘llanildi. Ushbu tahlil madaniy turizm sohasining raqobatbardoshligini oshirishga qaratilgan strategik qarorlar qabul qilishda muhim asos vazifasini bajaradi.

2-jadval. O‘zbekistonda madaniy turizmni rivojlantirishga doir SWOT tahlili

Kuchli tomonlar (Strengths)	**Zaif tomonlar (Weaknesses)**
–O‘zbekistonda boy tarixiy-madaniy merosning mavjudligi va tarixiy-me'moriy yodgorliklarning hozirgi kungacha yaxshi saqlanganligi. –Samarqand, Buxoro, Xiva va Shahrisabz kabi jahon sivilizatsiyasi tarixida muhim o‘rin tutgan qadimiy shaharlarning mavjudligi. –YuNESKO Jahon merosi ro‘yxatiga kiritilgan ko‘plab obidalrning mavjudligi bu esa mamlakatning turistik jozibadorligini oshirishi. –Boy milliy an'analar, urf-odatlar, xalq og'zaki ijodi va hunarmandchilik maktablarining respublika viloyatlarida yaxshi saqlanib qolinganligi va xalqaro madaniy festivallar (Navro‘z, Sharq taronalari, Boysun Bahori, Bakhshi Art Festival, International Handicrafts Festival, Silk and Spices Festival) ning muntazam tashkil etilishi. –Davlat tomonidan turizmni qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan tizimli islohotlar amalga oshirilishi. –7 300 dan madaniy meros obyektlarining mavjudligi hamda ularning ayrimlari YuNESKO Jahon merosi ro‘yxatiga keritilganligi.	–Ayrim hududlarda – ayniqsa Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlarida turistik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi. –Transport-logistika xizmatlari sifati va turar joy imkoniyatlarining (mehmonxonalar, yurt lagerlari, oilaviy mehmon uylari) viloyatlar o‘rtasida sezilarli farqlanishi. –Taqdim etilayotgan madaniy turizm mahsulotlarining ko‘pincha an’anaviy ekskursiya xizmatlari doirasidan chiqmasligi. –Tarixiy va madaniy obyektlarda zamonaviy talqin vositalari, raqamli axborot texnologiyalari va interaktiv xizmatlarning etarli darajada joriy etilmaganligi. –Malakali gidlar, xorijiy tillarni puxta biladigan mutaxassislar va madaniy turizm menejment kadrlarining yetishmasligi. –Turistik oqimning asosan yirik tarixiy shaharlarda to‘planib qolishi natijasida yuzaga kelayotgan hududlararo nomutanosiblik mavjudligi.
Imkoniyatlar (Opportunities)	**Tahdidlar (Threats)**
–Jahon turizm bozorida madaniy meros, etnik qadriyatlar, autentik tajribalar va nostalgiya-turizmiga bo‘lgan talabning yildan-yilga o‘sib borishi. –Madaniy turizmni etnoturizm, gastronomik turizm, ekoturizm, ziyorat turizmi va kreativ turizm yo‘nalishlari bilan integratsiyalashtirish orqali	–Madaniy turizmning jadal rivojlanishi natijasida tarixiy va madaniy meros obyektlariga ortiqcha antropogen bosimning kuchayishi xavfining mavjudligi. –Turistik markazlar va shaharlar atrofidagi ekologik holat yomonlashuvining me’moriy yodgorliklar va aholi salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi.

turistik mahsulotlar portfelini kengaytirish imkoniyati. –Raqamli texnologiyalar, virtual ekskursiyalar, mobil ilovalar va elektron platformalar orqali madaniy meros obyektlarini xalqaro auditoriyaga tanitish imkoniyatlarining mavjudligi. –Markaziy Osiyo mamlakatlari bilan hamkorlikda transchegaraviy turistik marshrutlarni shakllantirish va Buyuk Ipak yo‘li konsepsiyasi asosida yagona turistik makon tashkil etish. –Xorijiy investitsiyalarni jalb etish va davlat--xususiy sheriklik mexanizmlarini keng qo‘llash orqali sohaning iqtisodiy samaradorligini oshirish.	–Iqlim o‘zgarishi, qurg‘oqchilik, sel toshqinlari kabi tabiiy omillarning madaniy meros obyektlarining fizik holatiga tahdid solishi. –Xalqaro turizm bozorida raqobatning kuchayishi, global iqtisodiy beqarorlik, transport xarajatlarining oshishi va geosiyosiy omillarning turistlar oqimiga salbiy ta'siri mavjudligi. –Madaniy merosdan noto‘g‘ri foydalanish yoki uni haddan tashqari tijoratlashtirish natijasida uning autentikligi yo‘qolishi va mahalliy jamoa manfaatlarining hisobga olinmasligi asosiy xavf-xatar hisoblanadi.

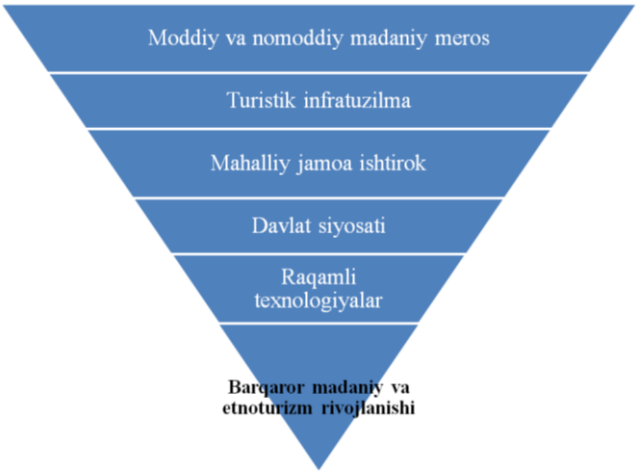
SWOT tahlilining natijalari shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston madaniy turizmni rivojlantirish uchun boy tarixiy-madaniy meros, qulay geografik joylashuv va rang-barang etnomadaniy resurslarga ega. Shu bilan birga, infratuzilma rivojlanishidagi hududlararo nomutanosiblik, malakali kadrlar etishmasligi va turistik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi asosiy muammolar sifatida aniqlandi. Raqamli texnologiyalarni keng joriy etish, xalqaro hamkorlik imkoniyatlaridan to‘liq foydalanish, shuningdek madaniy turizmni etnoturizm, gastronomik turizm va kreativ turizm kabi yo‘nalishlar bilan integratsiyalash O‘zbekistonning xalqaro turizm bozoridagi raqobatbardoshligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda madaniy turizm konsepsiyasi an’anaviy tarixiy yodgorliklarni tomosha qilish modelidan tajriba va kreativ turizm modeliga o‘tmoqda. Greg Richards (2021) ta‘kidlashicha, zamonaviy madaniy turist endilikda faqat muzey va tarixiy obidalarni ziyorat qilish bilan cheklanmay, balki etnoturizmga bo‘lgan qiziqish ortadi [9]. Ular mahalliy aholi turmush tarzi, festivallar, hunarmandchilik, gastronomiya hamda kundalik madaniy hayotda faol ishtirok etishga intiladi. Shu sababli madaniy turizm va etnoturizm rivojlanishi tarixiy meros resurslarining mavjudligidan tashqari, kreativ industriya va mahalliy hamjamiyat ishtiroki bilan ham belgilanadi.

OECD tadqiqotlarida ham madaniy turizmni rivojlantirishda madaniyat va kreativ iqtisodiyot o‘rtasidagi integratsiya strategik ahamiyatga egaligi qayd etilgan. Hisobotda Avstriya, Italiya, Yaponiya, Janubiy Koreya va Yangi Zelandiya tajribasi asosida gastronomiya, festival turizmi, dizayn, zamonaviy san’at va ijodiy faoliyatni turizm mahsulotiga integratsiya qilish turistlarning hududda bo‘lish davomiyligini uzaytirishi, mahalliy iqtisodiyotga qo‘shimcha qiymat yaratishi hamda hududlarning xalqaro raqobatbardoshligini oshirishi ko‘rsatilgan [3].

Mazkur xalqaro tajribalar bilan qiyoslaganda, O‘zbekistonda madaniy turizmni va etnoturizmni rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan islohotlar, asosan, tarixiy-madaniy meros obyektlarini restavratsiya qilish, turistik infratuzilmani rivojlantirish hamda mamlakatning xalqaro turistik imijini mustahkamlashga qaratilgan. Biroq Richards (2021) va OECD tavsiyalaridan kelib chiqib aytish mumkinki, kelgusida madaniy turizm va etnoturizmni yanada rivojlantirish uchun mahalliy jamoalarni turizm mahsulotlarini yaratish jarayoniga keng jalb etish, kreativ turizm elementlarini rivojlantirish hamda raqamli texnologiyalar asosida madaniy merosni talqin qilish yo‘nalishlarini kengaytirish maqsadga muvofiqdir. Bu yondashuv O‘zbekistonning xalqaro turizm bozoridagi raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Madaniy turizm va etnoturizmni barqaror rivojlantirishning konseptual modeli



Yana bir muhim model barqaror madaniy va etnoturizmni rivojlantirishning konseptual modeli moddiy va nomoddiy madaniy meros resurslari, turistik infratuzilma, mahalliy jamoa ishtiroki, davlat siyosati hamda raqamli texnologiyalarning o‘zaro integratsiyalashuvi asosida hududning turistik jozibadorligini oshirish va barqaror madaniy hamda etnoturizm rivojlanishini ta’minlash mexanizmini ifodalaydi.

Muhokama. Tadqiqot natijalari O‘zbekistondagi madaniy turizm va etnoturizm rivojlanishining uch bosqichga bo‘linishi va har bir bosqichning o‘ziga xos institutsional, siyosiy va ilmiy xususiyatlarini aniq ko‘rsatib beradi. Birinchi bosqichda (1980–1991) asosan sovet etnografiya maktabining metodologiyasiga tayanilgan. Bu tarixiy bosqichda madaniy turizm termini amaliy va ilmiy adabiyotlarda hali qo‘llanilmagan. Biroq uning ilmiy asoslari ancha oldin shakillangan. Ushbu davrning eng muhim yutuqlaridan biri shundaki, olib borilgan geografik, tarix, etnografik hamda etnologik tadqiqotlar natijasida xalqning urf-odatlari, marosimlari, milliy kiyimlari, hunarmandchiligi, uy-joy madaniyati va etnik tarkibi haqida ko‘plab qiziqarli ma’lumotlar to‘plandi.

Mustaqillikdan keyingi davrda (1991-2016-yillar oralig‘ida) madaniy turizm hamda etnoturizm tushunchasi keng jamoatchilik orasida ommalashmagan, shuningdek, ilmiy adabiyotlarda ham u mustaqil tadqiqot yo‘nalishi sifatida yetarlicha yoritib berilmagan. Ushbu davrda milliy madaniy identifikatsiyani mustahkamlash va xalqaro turizm tashkilotlari bilan hamkorlik asosiy yo‘nalishga aylandi. Dastlabki yillardanoq milliy qadriyatlar, xalq bayramlari hamda urf-odatlar qayta tiklandi, madaniy meros obyektlar rekonstruksiya qilindi.

Uchinchi bosqich (2017-yil)dan hozirgi kungacha bo‘lgan davr. Ushbu bosqichda davlat siyosatining faollashuvi va madaniy turizm yo‘nalishidagi ilmiy tadqiqotlarning sezilarli darajada kuchayishi bilan xarakterlanadi. Bu davrga kelib O‘zbekistonda madaniy turizm va etnoturizmni rivojlantirishga doir ko‘plab tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Xususan, O.Umarov O‘zbekistonda madaniy turizm istiqbollari, V.Abirov Boysun etnomadaniy merosi, T.Safarova etnomadaniy turizmning falsafiy va nazariy asoslari, M.Turdiyev Yangi O‘zbekistonda etnoturizm islohatlari, A.Doniyorov Boysun, Rishton, Chust va yangiqo‘rg‘onda etnoturizmga bag‘ishlangan ko‘plab tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Xalqaro tajriba shuni tasdiqlaydiki, madaniy turizm nafaqat iqtisodiy daromad manbai, balki madaniy identitetni saqlash va kuchaytirish, mahalliy jamoa faolligini oshirish hamda hududlararo nomutanosiblikni kamaytirish vositasi hamdir. Biroq madaniy merosni haddan tashqari tijoratlashtirish va autentiklikning yo‘qolishi xavfi barcha rivojlanayotgan madaniy turizm manzillarida duch kelinadigan dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda.

Surxondaryo viloyatining, jumladan Boysun va Omonxona kabi qishloqlarning, xalqaro miqyosda e’tirof etilishi O‘zbekistonda madaniy va etnik turizm resurslari nafaqat yirik tarixiy shaharlarda, balki chekka hududlarda ham muhim salohiyatga ega ekanligini isbot etadi. Keyingi tadqiqotlarda Surxondaryo viloyatida etnomadaniy turizmni tashkil etishning geografik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish va mavjud muammolarni bartaraf etishga qaratilgan amaliy tavsiyalar ishlab chiqish rejalashtirildi.

Xulosa. So‘nggi yillarda Hukumat islohotlari bilan YuNESKO hamkorligining sinergiyasi O‘zbekistonda madaniy turizm va etnoturizmni rivojlantirish uchun keng imkoniyatlar yaratdi va mintaqaning xalqaro turistik jozibadorligini sezilarli darajada oshirdi. SWOT tahlili esa sohaning boy tabiiy-madaniy resurslarga tayanishi bilan birga infratuzilma va kadrlar tayyorlash sohasidagi tizimli kamchiliklarni bartaraf etish zarurligini ko‘rsatib bermoqda. Raqamli texnologiyalarning madaniy turizm faoliyatiga integratsiyasi kelajakda soha rivojini yangi strategik bosqichga ko‘taruvchi omil sifatida baholanadi. O‘zbekiston esa Buyuk Ipak yo‘li bo‘ylab joylashgan madaniy meros markaziy davlati sifatida qo‘shni mamlakatlar bilan transchegaraviy turistik marshrutlar doirasida xalqaro hamkorlikni kuchaytirish uchun yuksak salohiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, madaniy turizm tarixiy-madaniy meros, noyob etnografik an’analar va faol davlat siyosatining uyg‘unligi asosida shakllanadi.

Adabiyotlar

1. Lassels R. The voyage of Italy, or, A compleat journey through Italy: In two parts, with the characters of the people, and the description of the chief towns, churches, monasteries, tombs, libraries, palaces, villas, gardens, pictures, statues, and antiquities: As also of the interest, government, riches, force, &c. of all the princes, with instructions concerning travel. – Paris: Vincent du Moutier; – London: John Starkey, 1670.
2. McKercher B., du Cros H. Cultural tourism (2nd ed.). – Routledge, 2015.
3. OECD. Maximising synergies between tourism and cultural and creative sectors: Discussion paper for the G20 Tourism Working Group. OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Papers, 2022, № 12. OECD Publishing.
4. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. Turizm sohasining asosiy ko‘rsatkichlari: 2025-yil yanvar-dekabr. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi, 2025.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 28-iyundagi «Ipak yo‘li» turizm xalqaro universitetini tashkil etish to‘g‘risida»gi PQ-3815-son Qarori.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 5-yanvardagi «O‘zbekiston Respublikasida turizmni jadal rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi PF-5611-son Farmoni.
7. Reisinger Y. Tourist–host contact as a part of cultural tourism. // World Leisure & Recreation, 1994, 36(2). – P. 24-28.
8. Richards G. (Ed.). Cultural attractions and European tourism. // CABI Publishing, 2001.
9. Richards G. The changing contexts of cultural tourism. In G. Richards (Ed.), Rethinking cultural tourism. Edward Elgar Publishing, 2021. – P. 49-86.
10. Smith M. K. Issues in cultural tourism studies (3rd ed.). – Routledge, 2016.
11. UNESCO. (n.d.). Silk Roads Heritage Corridors in Central Asia. UNESCO.
12. UN Tourism. Omonkhona Village included in UN Tourism tourism villages development programme. Tourism Committee of the Republic of Uzbekistan, 2025, 18-noyabr.
13. UN Tourism. World Tourism Barometer. // UN Tourism. 2026, January, Vol. 24, Issue 1.
14. World Tourism Organization. UNWTO tourism definitions. UNWTO, 2019.

NAMANGAN VILOYATI MIGRATSIYA JARAYONLARINING HUDUDIY TAFOVUTLARI

Ibragimov Lutfullo – *geografiya fanlari doktori (DSc), professor*
ibragimovlutfullo@gmail.com
Talabboyeva Mohinabonu – *magistrant*
mohinatalabboyeva004@gmail.com
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti
Po‘latova Quvonchoy – *tayanch doktorant*
kuvonchpulatova@gmail.com
Urganch davlat pedagogika instituti

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ибрагимов Лутфулло – *доктор географических наук (DSc), профессор*
Талаббоева Мохинабону – *магистрант*
Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова
Пулатова Кувончой – *базовый докторант*
Ургенчский государственный педагогический институт

TERRITORIAL DIFFERENCES IN MIGRATION PROCESSES OF NAMANGAN REGION

Ibragimov Lutfullo – *Doctor of Geographical Sciences (DSc), Professor*
Talabboyeva Mohinabonu – *master’s student*
Samarkand State University named after Sharof Rashidov
Pulatova Kuvonchoy – *doctoral student*
Urgench State Pedagogical Institute

Tayanch so‘zlar: Namangan viloyati, migratsiya jarayonlari, hududiy tafovutlar, migratsiya oqimi, ko‘chib kelish, ko‘chib ketish, migratsiya saldosi, mexanik harakat, aholi migratsiyasi, demografik jarayonlar.

Rezyume. Maqolada Namangan viloyati migratsiya jarayonlarining hududiy tafovutlari demografik-geografik yondashuv asosida tadqiq etilgan. Ko‘chib kelish, ko‘chib ketish va migratsiya saldosi ko‘rsatkichlari 2010, 2015, 2020 va 2025-yillar kesimida tahlil qilinib, ularning dinamikasi va hududiy farqlanishi aniqlangan. Natijalar migratsiya jarayonlari hududlar bo‘yicha notekis kechishini, ayrim hududlarda kirim, boshqalarida chiqim ustunlik qilishini ko‘rsatadi. Olingan natijalar hududlarning demografik rivojlanish xususiyatlarini baholash, aholi joylashuvi va mehnat resurslarining hududiy taqsimlanishini takomillashtirish hamda migratsiya jarayonlarini samarali boshqarishga qaratilgan ilmiy-amaliy chora-tadbirlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Ключевые слова: Наманганская область, миграционные процессы, территориальные различия, миграционные потоки, прибытие, выбытие, миграционное сальдо, механическое движение населения, миграция населения, демографические процессы.

Резюме. В статье на основе демографо-географического подхода исследуются территориальные различия миграционных процессов в Наманганской области. Показатели прибытия, выбытия и миграционного сальдо проанализированы в разрезе 2010, 2015, 2020 и 2025 годов, выявлены их динамика и территориальная дифференциация. Результаты показывают, что миграционные процессы протекают неравномерно по территориям: в одних преобладает приток, в других — отток населения. Полученные результаты имеют важное научно-практическое значение для оценки особенностей демографического развития территорий, совершенствования территориального распределения населения и трудовых ресурсов, а также разработки мер, направленных на эффективное регулирование миграционных процессов.

Key words: Namangan Region, migration processes, territorial differences, migration flows, in-migration, out-migration, migration balance, mechanical movement of population, population migration, demographic processes.

Summary. This article examines the territorial differences in migration processes in the Namangan Region based on a demographic-geographic approach. In-migration, out-migration, and migration balance indicators were analyzed for 2010, 2015, 2020, and 2025, revealing their dynamics and territorial differentiation. The findings show that migration processes proceed unevenly across the region’s territories: some areas are characterized by a predominance of inflow, while others experience a prevailing outflow. The results have important scientific and practical significance for assessing the demographic development of territories, improving the territorial distribution of population and labor resources, and developing measures aimed at the effective regulation of migration processes.

Kirish. Migratsiya – shaxslarning doimiy yoki vaqtinchalik yashash joyini o‘zgartirish maqsadida bir hududdan boshqa hududga ko‘chib o‘tishini anglatuvchi demografik tushuncha bo‘lib, zamonaviy dunyoda aholi harakatchanligining eng muhim shakllaridan biri hisoblanadi. Migrantlar qochqinlardan farqli o‘laroq, ta’qib yoki hayotiga tahdid tug‘ilishi sababli emas, balki turmush tarzini yaxshilash, munosib ish topish yoki ta’lim olish maqsadida boshqa hududga ko‘chib boradi [1:6]. Migrantlarning katta qismi qonuniy yo‘llarni tanlasa-da, ularning bir qismi noqonuniy kanallar orqali ham harakat qilmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, dunyoda xalqaro migrantlar soni 281 million kishiga yetgan bo‘lib, bu sayyora aholisining 3,6 foizini tashkil etadi; so‘nggi yillarda xalqaro migratsiya masshtabi keskin o‘sib bormoqda – 2025-yilga kelib jahonda 1970-yilga nisbatan uch barobar ko‘p muhojir qayd etilgan. Migratsiya jarayonlari natijasida aholining hududiy joylashuvi, yosh-jinsiy tarkibi va mehnat resurslari taqsimotida muayyan o‘zgarishlar yuz beradi, bu esa uni demografik

geografiyaning eng dolzarb tadqiqot yo‘nalishlaridan biriga aylantiradi [3]. Namangan viloyatida migratsiya jarayonlari asosan ichki va tashqi shakllarda namoyon bo‘ladi: ichki migratsiya viloyat shahar va tumanlari o‘rtasida kechsa, tashqi migratsiya respublikaning boshqa hududlari hamda xorijiy davlatlar bilan bog‘liq holda amalga oshadi. Ayniqsa mehnat migratsiyasi viloyat migratsiya jarayonlarida yetakchi o‘rin tutib, aholining bir qismi ish va daromad manbalarini kengaytirish maqsadida boshqa hududlarga vaqtinchalik ko‘chib bormoqda.

So‘nggi yillarda Namangan viloyatida migratsiya saldosining barqaror manfiy bo‘lib qolayotgani, ya’ni ko‘chib ketuvchilar sonining ko‘chib keluvchilardan yuqoriligi kuzatilmoqda. Shu bilan birga, viloyatdagi yuqori tabiiy o‘sish ko‘rsatkichlari migratsiya hisobidan yuzaga kelayotgan aholi yo‘qotishlarini ma’lum darajada qoplab kelmoqda [2:5]. Ushbu holat migratsiya jarayonlarini hududlar kesimida chuqur va tizimli tahlil qilish zaruratini keltirib chiqaradi, chunki migratsiya nafaqat aholi sonining, balki hududlarning demografik rivojlanish salohiyatining ham muhim ko‘rsatkichi hisoblanadi. Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotning maqsadi Namangan viloyati misolida migratsiya jarayonlarining – ko‘chib kelish, ko‘chib ketish va migratsiya saldosining hududiy tafovutlarini 2010, 2015, 2020 va 2025-yillar kesimida demografik-geografik yondashuv asosida aniqlash, ularning vaqt davomidagi dinamikasini va hududlar bo‘yicha farqlanish sabablarini ochib berishdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda Namangan viloyatining barcha ma’muriy-hududiy birliklari – viloyat markazi (Namangan shahri), 13 ta tuman hamda ma’muriy-hududiy islohotlar natijasida alohida shahar maqomini olgan Davlatobod va Yangi Namangan shaharlari – qamrab olingan bo‘lib, mazkur ikki shahar tegishli hududiy birlik sifatida faqat 2025-yilgi statistik ma’lumotlarda alohida ko‘rsatilgan. Tadqiqotning asosiy empirik bazasini O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasining rasmiy portali ma’lumotlari tashkil etadi. Tahlil uchun besh-o‘n yillik oraliqdagi kesim yillari – 2010, 2015, 2020 va 2025-yillar – tanlab olindi, bu esa migratsiya jarayonlarining uzoq muddatli dinamikasini va turli ijtimoiy-iqtisodiy davrlar, jumladan 2020-yildagi pandemiya davri ta’sirini kuzatish imkonini berdi. Har bir hudud bo‘yicha uchta asosiy ko‘rsatkich – ko‘chib kelganlar ulushi, ko‘chib ketganlar ulushi va migratsiya saldosi (ko‘chib kelganlar bilan ko‘chib ketganlar o‘rtasidagi farq) – 10 000 doimiy aholiga nisbatan hisoblab chiqilgan, bu esa turli miqyosdagi hududlarni bir-biri bilan qiyoslash imkonini yaratadi [7].

Tadqiqotda demografik-geografik yondashuv, qiyosiy-tarixiy tahlil hamda kartografik-statistik usullardan foydalanildi [3]. Migratsiya dinamikasini davrlashtirish maqsadida vaqt kesimlari uch bosqichga ajratildi: intensiv o‘sish bosqichi (2010-2015-yillar), turg‘unlashuv va keskin o‘zgarish bosqichi (2015–2020-yillar) hamda umumiy pasayish bosqichi (2020-2025-yillar). Ushbu davrlashtirish migratsiya ko‘rsatkichlarining hududlar bo‘yicha qanday farqlanib borganini va bu farqlanishning asosiy sabablarini aniqlashga xizmat qildi.

Tadqiqot natijalari. 2010-2015-yillar oralig‘ida bir qator tumanlarda ko‘chib kelish ko‘rsatkichining o‘sishi qayd etilgan: Namangan tumanida ko‘rsatkich 25,6 foizdan 39,0 foizgacha, To‘raqo‘rg‘on tumanida 20,3 foizdan 26,5 foizgacha oshgan. 2020-yilga kelib esa aksariyat hududlarda pasayish tendensiyasi kuzatilgan. Xususan, Namangan tumanida ko‘rsatkich 39,0 foizdan 22,0 foizgacha tushgan. 2025-yilgi ma’lumotlar umumiy pasayish tendensiyasining davom etganini ko‘rsatadi: Chortoq tumanida 3,2 foiz, Kosonsoy tumanida 4,0 foiz, To‘raqo‘rg‘on tumanida 4,8 foiz kabi nisbatan past ko‘rsatkichlar qayd etilgan.

1-jadval. Namangan viloyati aholisi ko‘chib kelganlar ulushi (10 000 aholiga nisbatan)

Hududlar	2010-yil, (%)	2015-yil, (%)	2020-yil, (%)	2025-yil, (%)
Namangan shahri	27,8	5,3	8,0	11,8
Davlatobod shahri	–	–	–	19,4
Yangi Namangan shahri	–	–	–	12,3
Tumanlar				
Mingbuloq	24,2	22,7	19,4	10,3
Kosonsoy	8,8	8,3	7,0	4,0
Namangan	25,6	39,0	22,0	7,7
Norin	11,3	9,8	22,3	21,0
Pop	20,3	19,2	11,4	9,3
To‘raqo‘rg‘on	20,3	26,5	7,1	4,8
Uychi	16,3	23,5	11,3	10,8
Uchqo‘rg‘on	11,4	20,0	22,0	6,3
Chortoq	11,3	20,1	14,8	3,2
Chust	24,2	18,6	7,2	10,2
Yangiqo‘rg‘on	20,2	20,0	19,0	8,4
Viloyat bo‘yicha	6,1	18,8	12,7	9,2

Jadval stat.uz sayti ma’lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Yuqorida keltirib o‘tilgan 1-jadval ma’lumotlarga ko‘ra, Namangan viloyatida ko‘chib kelganlar ulushi 2010–2025-yillar davomida hududlar bo‘yicha sezilarli darajada farqlangan va vaqt davomida notekis dinamikaga ega bo‘lgan. Shu bilan birga, 2025-yilda Namangan shahrida ko‘chib kelganlar ulushi 11,8 foizga yetib, o‘sish tendensiyasini namoyon etgan. Norin tumanida 2020–2025-yillarda ko‘rsatkich 21,0–22,3 foiz oralig‘ida barqaror saqlanib, viloyatning eng barqaror ko‘chib kelish hududlaridan biriga aylangan. Yangiqo‘rg‘on tumanida esa ko‘rsatkich 2010–2020-yillarda 19,0–20,2 foiz oralig‘ida bo‘lgan bo‘lsa, 2025-yilga kelib 8,4 foizgacha keskin pasaygan. Davlatobod va Yangi Namangan shaharlari 2025-yilda mos ravishda 19,4 va 12,3 foizlik ko‘chib kelish ko‘rsatkichlari bilan viloyatdagi eng yuqori natijalar qatoridan o‘rin olgan.

2-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, viloyat bo‘yicha ko‘chib ketganlar ulushi 2010-yilda 22,5 foizni tashkil etgan bo‘lsa, 2015-yilda 20,3 foizgacha pasaygan, 2020-yilda esa 29,0 foizgacha keskin oshgan. 2025-yilga kelib ko‘rsatkich 16,3 foizga tushib, tahlil qilinayotgan davrning eng past natijasini qayd etgan.

2-jadval. Namangan viloyati aholisi ko‘chib ketganlar ulushi (10 000 aholiga nisbatan)

Hududlar	2010-y, (%)	2015-y, (%)	2020-y, (%)	2025-y, (%)
Namangan shahri	35,1	39,6	32,0	17,3
Davlatobod shahri	–	–	–	19,2
Yangi Namangan shahri	–	–	–	15,2

Tumanlar				
Mingbuloq tumani	27,3	28,7	20,0	15,7
Kosonsoy tumani	11,3	10,8	18,1	11,2
Namangan tumani	17,2	10,0	21,7	9,2
Norin tumani	26,0	24,2	52,4	25,5
Pop tumani	29,0	19,3	31,2	22,0
To‘raqo‘rg‘on tumani	16,2	16,3	20,1	13,0
Uychi tumani	16,0	15,0	24,2	10,0
Uchqo‘rg‘on tumani	26,0	16,3	39,0	21,8
Chortoq tumani	16,0	13,0	29,0	13,2
Chust tumani	22,0	16,0	36,4	20,8
Yangiqo‘rg‘on tumani	12,4	11,8	21,0	12,7
Viloyat bo‘yicha	22,5	20,3	29,0	16,3

Jadval stat.uz sayti ma’lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Namangan shahrida ko‘chib ketganlar ulushi 2010-yildagi 35,1 foizdan 2015-yilda 39,6 foizgacha oshgan, 2020-yilda 32,0 foizga, 2025-yilda esa 17,3 foizga tushgan. Tumanlar kesimida eng yuqori ko‘rsatkich Norin tumanida qayd etilgan: 2020-yilda ushbu tumanda ko‘chib ketganlar ulushi 52,4 foizga yetib, jadvaldagi eng yuqori natija bo‘lgan. Shuningdek, 2020-yilda Uchqo‘rg‘on tumanida 39,0 foiz, Chust tumanida 36,4 foiz, Pop tumanida 31,2 foiz va Chortoq tumanida 29,0 foiz ko‘rsatkichlar kuzatilgan. Kosonsoy, To‘raqo‘rg‘on, Uychi va Yangiqo‘rg‘on tumanlarida ko‘rsatkichlar nisbatan past bo‘lgan, biroq ular ham 2020-yilda 18,1–24,2 foiz oralig‘ida bo‘lgan. 2025-yilgi ma’lumotlar umumiy pasayish tendensiyasini tasdiqlaydi: eng past ko‘rsatkichlar Namangan tumanida (9,2 foiz), Uychi tumanida (10,0 foiz), Kosonsoy tumanida (11,2 foiz), Yangiqo‘rg‘on tumanida (12,7 foiz) va To‘raqo‘rg‘on tumanida (13,0 foiz) qayd etilgan bo‘lsa, eng yuqori ko‘rsatkichlar Pop tumanida (22,0 foiz) va Uchqo‘rg‘on tumanida (21,8 foiz) saqlanib qolgan.

3-jadval. Namangan viloyati migratsiya saldosi (10 000 aholiga nisbatan)

Hududlar	2010-y, (%)	2015-y, (%)	2020-y, (%)	2025-y, (%)
Namangan shahri	-7,3	-34,3	-24,0	-5,5
Davlatobod shahri	–	–	–	0,2%
Yangi Namangan shahri	–	–	–	-2,9%
Tumanlar				
Mingbuloq tumani	-3,1	-6,0	-0,6	-4,9
Kosonsoy tumani	-2,5	-2,5	-11,1	-7,2
Namangan tumani	+8,4	+29,0	+0,3	-1,5
Norin tumani	-14,6	-14,4	-30,1	-4,5
Pop tumani	-8,7	-0,1	-19,8	-12,7
To‘raqo‘rg‘on tumani	+4,1	+10,8	-13,0	-8,2
Uychi tumani	+0,3	+8,5	-13,0	+0,8
Uchqo‘rg‘on tumani	-14,6	+3,7	-17,0	-15,5
Chortoq tumani	-4,7	+7,1	-14,2	-10,0
Chust tumani	+2,2	+2,6	-29,2	-10,6
Yangiqo‘rg‘on tumani	+7,8	+8,2	-2,0	-4,8
Viloyat bo‘yicha	-16,4	-1,5	-16,3	-7,4

Jadval stat.uz sayti ma’lumotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

3-jadvalda keltirilgan migratsiya saldosi ko‘rsatkichlari – ko‘chib kelganlar va ko‘chib ketganlar ulushi o‘rtasidagi farq sifatida hisoblangan – Namangan viloyatida migratsiya saldosining tahlil qilingan barcha davrlarda asosan manfiy bo‘lganini ko‘rsatadi: 2010-yilda -16,4 foiz, 2015-yilda -1,5 foiz, 2020-yilda -16,3 foiz, 2025-yilda -7,4 foiz. Namangan shahrida migratsiya saldosi barcha davrlarda manfiy bo‘lib, 2015-yilda -34,3 foizga yetib eng past qiymatini qayd etgan; 2025-yilga kelib ko‘rsatkich -5,5 foizgacha yaxshilangan. Tumanlar orasida Namangan tumani ijobiy saldoga ega yagona hudud sifatida ajralib turadi: 2010-yilda +8,4 foiz va 2015-yilda +29,0 foiz musbat saldo qayd etilgan bo‘lsa-da, 2020–2025-yillarda ko‘rsatkich mos ravishda +0,3 va -1,5 foizgacha pasaygan. To‘raqo‘rg‘on, Uychi, Chust va Yangiqo‘rg‘on tumanlarida ham ayrim yillarda musbat saldo kuzatilgan – jumladan, 2015-yilda To‘raqo‘rg‘on tumanida +10,8 foiz, Uychi tumanida +8,5 foiz, Yangiqo‘rg‘on tumanida +8,2 foiz.

2020-yil barcha hududlar kesimida eng noqulay davr sifatida ajralib turadi: Norin tumanida -30,1 foiz, Chust tumanida -29,2 foiz, Namangan shahrida -24,0 foiz, Pop tumanida -19,8 foiz va Uchqo‘rg‘on tumanida -17,0 foiz manfiy saldo qayd etilgan. 2025-yilga kelib ayrim hududlarda ijobiy o‘zgarish kuzatilgan: Davlatobod shahrida +0,2 foiz va Uychi tumanida +0,8 foiz musbat saldo qayd etilgan bo‘lsa, Uchqo‘rg‘on (-15,5 foiz), Pop (-12,7 foiz), Chust (-10,6 foiz) va Chortoq (-10,0 foiz) tumanlarida manfiy saldo yuqori darajada saqlanib qolgan.

Munozara. Namangan viloyatida migratsiya jarayonlarining hududiy jihatdan notekis kechishini va bunga bir qator ijtimoiy-iqtisodiy omillarning ta’sir ko‘rsatishini yaqqol namoyon etadi. Namangan shahriga yo‘naltirilgan ichki migratsiya oqimlarining hududlar kesimida notekis taqsimlanishi, avvalo, iqtisodiy omillar bilan izohlanadi. Kosonsoy, Chust, To‘raqo‘rg‘on, Uychi tumanlari hamda Namangan tumanining qishloq hududlaridan shahar tomon faol migratsiya kuzatilishiga asosan ish o‘rinlarining yetishmasligi, daromad darajasining nisbatan pastligi hamda shahar infratuzilmasiga yaqinlik sabab bo‘lmoqda. Norin va Uchqo‘rg‘on tumanlarida esa yuqori aholi zichligi natijasida yuzaga kelgan mehnat resurslari ortiqchaligi shahar tomon migratsiya oqimini kuchaytiruvchi asosiy omil hisoblanadi. To‘raqo‘rg‘on va Uychi tumanlarining Namangan shahriga geografik yaqinligi esa ularda kundalik va doimiy migratsiya jarayonlarining faol kechishini ta’minlaydi. Namangan tumani qishloq hududlaridan shahar markaziga xizmat ko‘rsatish, ta’lim olish va bandlik maqsadida ko‘chib kelish holatlarining ustunligi esa viloyat ichida urbanizatsiya jarayonlarining izchil kuchayib borayotganidan dalolat beradi.

Migratsiya dinamikasidagi uch bosqichli o‘zgarish o‘ziga xos ijtimoiy-iqtisodiy sabablarga ega. 2010–2015-yillardagi intensiv o‘sish bosqichi asosan infratuzilma rivojlanishi, qurilish va xizmat ko‘rsatish sohalarining kengayishi hamda aholining markazlashuv tendensiyasi kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lgan. 2020-yilga to‘g‘ri keluvchi ikkinchi bosqichda kuzatilgan turg‘unlashuv va ba’zi ko‘rsatkichlarning keskin o‘sishi (masalan, ko‘chib ketishning kuchayishi) pandemiya davridagi iqtisodiy cheklovlar va mehnat bozoridagi beqarorlik bilan izohlanadi. 2025-yilgi umumiy pasayish tendensiyasi esa, bir tomondan, ayrim hududlarda iqtisodiy va ijtimoiy

sharoitlarning yaxshilanayotganidan, aholini o‘z yashash joyida ushlab qolish imkoniyatlari ortayotganidan dalolat bersa, boshqa tomondan, ba’zi hududlarda migratsion jozibadorlikning pasayib borayotganini yoki aholining nisbatan barqarorlashuv bosqichiga kirganini ham anglatishi mumkin. Norin, Chust, Uchqo‘rg‘on va Pop tumanlarida kuzatilgan yuqori ko‘chib ketish ko‘rsatkichlari iqtisodiy markazlarga yaqinlashish, munosib ish o‘rinlari izlash va turmush sharoitlarini yaxshilash istagi bilan bog‘liq bo‘lib, bu hududlarda mehnat resurslari salohiyatining qisqarishi va iqtisodiy faollik darajasiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi ehtimoli mavjud. Aksincha, Namangan tumani, To‘raqo‘rg‘on va Uychi tumanlarida ayrim yillarda kuzatilgan musbat migratsiya saldosi ushbu hududlarning Namangan shahriga bevosita tutashligi, transport qulayligi va yangi turar-joy massivlarining faol shakllanishi bilan izohlanadi.

Demografik nuqtai nazardan, migratsiyada asosan yosh va mehnatga layoqatli aholi ishtirok etishi sababli, yuqori ko‘chib ketish ko‘rsatkichlariga ega hududlarda aholining yosh tarkibida nomutanosiblik kuchayishi, mehnat resurslari salohiyati qisqarishi hamda aholining qarish jarayoni tezlashishi ehtimoli yuqori. Uzoq muddat davom etadigan manfiy migratsiya saldosi, o‘z navbatida, hudud aholisi sonining o‘sish sur’atlariga sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatadi, biroq Namangan viloyatida kuzatilayotgan yuqori tabiiy o‘sish ko‘rsatkichlari ushbu yo‘qotishlarni ma’lum darajada qoplab kelmoqda, bu esa umumiy demografik barqarorlikni saqlab turishga xizmat qilmoqda.

Xulosa. Namangan viloyatida 2010-2025-yillar davomida kuzatilgan migratsiya jarayonlarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, ushbu jarayonlar viloyat hududlari kesimida ham, vaqt bo‘yicha ham notekis kechadi. Namangan shahri va unga tutash To‘raqo‘rg‘on, Uychi hamda Namangan tumanlari migratsion jozibadorligi yuqori hududlar sifatida ajralib tursa, Norin, Chust, Uchqo‘rg‘on va Pop tumanlarida aksincha, barqaror migratsion chiqim kuzatiladi. Viloyat bo‘yicha migratsiya saldosi tahlil qilingan barcha davrlarda asosan manfiy bo‘lib qolgan, biroq 2025-yilga kelib manfiy ko‘rsatkichlarning sezilarli qisqarishi migratsiya jarayonlarida ma’lum darajadagi barqarorlashuv yuz berayotganidan dalolat beradi. Bunda migratsiya dinamikasida uchta aniq bosqich – 2010–2015-yillardagi intensiv o‘sish, asosan pandemiya ta’siri ostida shakllangan 2020-yildagi keskin o‘zgarish va 2025-yildagi umumiy pasayish – o‘zaro farqlanadi. Ushbu hududiy va vaqtinchalik tafovutlarning asosida hududlararo iqtisodiy imkoniyatlar, bandlik darajasi, shahar markaziga geografik yaqinlik hamda infratuzilma rivojlanish darajasidagi farqlar yotadi.

Olingan natijalar Namangan viloyati hududlarining demografik rivojlanish xususiyatlarini ilmiy asosda baholash, aholi joylashuvi va mehnat resurslarining hududiy taqsimlanishini takomillashtirish, shuningdek migratsion yo‘qotishlarni kamaytirishga qaratilgan mintaqaviy ijtimoiy-iqtisodiy siyosat chora-tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Xususan, migratsion chiqim yuqori bo‘lgan hududlarda yangi ish o‘rinlari yaratish, kichik biznesni rivojlantirish va infratuzilmani yaxshilashga qaratilgan maqsadli dasturlarni amalga oshirish istiqbolda migratsion yo‘qotishlarni sezilarli darajada kamaytirish, hududlar o‘rtasidagi demografik nomutanosiblikni yumshatish imkonini beradi.

Adabiyotlar

1. Zulkhumor T., Lutfullo I., Muazzam S., Nizomiddin J. Territorial characteristics of social and environmental problems in the location of the population of Uzbekistan. // International Journal of Health Sciences, 2022, Vol. 6(S3). – P. 11026-11033.

2. Ibragimov L. Z., Davranova M. A. The influence of demographic factors to labor market in Samarkand region. // Materials of the International Research Competition, – Petrozavodsk: 2019.

3. Ibragimov L. Z. State policy in supporting an employment of population in Uzbekistan. // Lucrările Seminarului Geografic “Dimitrie Cantemir”, 2016, Vol. 41. – P. 105-110.

4. Ibragimov L. Z. The influence of demographic factors on employment and labor market (A case study of Samarkand Region). // Lucrările Seminarului Geografic “Dimitrie Cantemir”, 2017, Vol. 45. – P. 151-158.

5. Tojiyeva Z., Omanova K., Pardayev N., Jaloliddinov N., Bekzod Musayev and Sadriddin Khursanov.Regional Characteristics in the Dynamics and Location of the Rural Population of the Republic of Uzbekistan. 2024. E3S Web of Conferences 491, 04004.

6. Ibragimov L.Z., Po‘latova Q.D. Aholi geografiyasi va demografiya asoslari [Matn]: o‘quv qo‘llanma – Toshkent: «Bookmany print», 2026.

7. Umurzakov B., Tojieva Z. O‘zbekistonning demografik rivojlanish va urbanizatsiya. // Ilg‘or iqtisodiyot va pedagogik texnologiyalar, 2025, (2). – P. 430-438.

8. Tojiyeva Z.N. O‘zbekiston Respublikasida demografik jarayonlar va ularning hududiy xususiyatlari [Geografiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati]. 2017.

9. O‘zbekiston Respublikasi Davlat Statistika qo‘mitasi ma’lumotlari: https://stat.uz/uz/rasmiy-statistika

O‘ZBEKISTONDA MAVSUMIY REKREATSIYA TIZIMLARI RIVOJLANIShINING GEOGRAFIK OMILLARI VA HUDUDIY XUSUSIYATLARI

Qurbonov Shuxrat Bekmetovich – *geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*
Chirchiq davlat pedogogika universiteti
Yeshimbetov Uktamjon Xudaybergenovich – *iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*
u.eshimbetov1981@gmail.com
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedogogika instituti
Hamdamov Eldorbek Doniyorjon o‘g‘li – *mustaqil tadqiqotchi*
Andijon davlat universiteti

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ СЕЗОННЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В УЗБЕКИСТАНЕ

Курбанов Шухрат Бекметович – *доктор философии по географическим наукам, доцент*
Чирчикский государственный педагогический университет
Ешимбетов Уктамжон Худайбергенович – *доктор философии по экономическим наукам, доцент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза
Хамдамов Элдорбек Дониёржонович – *самостоятельный соискатель*
Андижанский государственный университет

GEOGRAPHICAL FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF SEASONAL RECREATIONAL SYSTEMS AND THEIR TERRITORIAL CHARACTERISTICS IN UZBEKISTAN

Kurbonov Shuhrat Bekmetovich – *Associate Professor*
Chirchik State Pedagogical University
Eshimbetov Uktamjon Khudaybergenovich – *Doctor of Philosophy in Economic Sciences, Associate Professor*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz
Hamdamov Eldorbek Doniyorjonovich – *independent researcher*
Andijan State University

Tayanch so‘zlar: mavsumiy rekreatsiya, hududiy rekreatsiya tizimi, rekreatsion mavsumiylik, tabiiy-iqlimiy omillar, rekreatsion talab, mavsumiylik koeffitsiyenti, hududiy tipologiya.

Rezyume. Maqolada O‘zbekistonda mavsumiy rekreatsiya tizimlarining shakllanishi va rivojlanishiga ta’sir etuvchi tabiiy-iqlimiy, gidrologik, biologik, ijtimoiy-iqtisodiy, infratuzilmaviy hamda institutsional omillar tizimli-geografik yondashuv asosida tahlil qilingan.

Ключевые слова: сезонная рекреация, территориальная рекреационная система, рекреационная сезонность, природно-климатические факторы, рекреационный спрос, коэффициент сезонности, территориальная типология.

Резюме. В статье на основе системно-географического подхода проанализирована система природно-климатических, гидрологических, биологических, социально-экономических, инфраструктурных и институциональных факторов, влияющих на формирование и развитие сезонных рекреационных систем в Узбекистане.

Key words: seasonal recreation, territorial recreational system, recreational seasonality, natural and climatic factors, recreational demand, seasonality coefficient, territorial typology.

Summary. The article analyzes, based on a systemic-geographical approach, a set of natural-climatic, hydrological, biological, socio-economic, infrastructural, and institutional factors influencing the formation and development of seasonal recreational systems in Uzbekistan.

Kirish. Rekreatsiya va turizm zamonaviy hududiy rivojlanishning eng dinamik tarmoqlaridan biri bo‘lib, u aholining dam olishi va salomatligini tiklash bilan bir qatorda xizmatlar bozori, bandlik, transport, savdo, kichik biznes va hududiy infratuzilma rivojiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Biroq rekreatsion faoliyatning hududiy tashkil etilishi yil davomida bir xil kechmaydi. Tabiiy sharoit, iqlimning davriy o‘zgarishi, suv rejimi, biologik resurslarning fenologik xususiyatlari, ta’til va bayramlar, aholining bo‘sh vaqti, transport kirishuvchanligi hamda xizmatlar taklifi rekreatsion oqimlarning vaqt bo‘yicha keskin farqlanishiga olib keladi.

Ishning maqsadi va vazifalari. Tadqiqotning maqsadi O‘zbekistonda mavsumiy rekreatsiya tizimlarining shakllanishi va rivojlanishining geografik omillarini aniqlash, ularning hududiy xususiyatlarini baholash hamda mavsumiylikni boshqarishning ilmiy-uslubiy asoslarini takomillashtirish. Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi *vazifalar* belgilandi: “Mavsumiy rekreatsiya” va “mavsumiy rekreatsiya tizimi” tushunchalarining mazmunini aniqlash va ularga ilmiy ta’rif berish; mavsumiy rekreatsiyaga ta’sir etuvchi tabiiy-iqlimiy, gidrologik-biologik, ijtimoiy-demografik, iqtisodiy-infratuzilmaviy va institutsional omillarni tizimlashtirish; O‘zbekiston hududlarida rekreatsion faollikning mavsumiy va hududiy farqlanish xususiyatlarini aniqlash; O‘zbekiston hududlarining mavsumiy rekreatsion tipologiyasini ishlab chiqish; rekreatsion mavsumiylikni baholash uchun mavsumiylik koeffitsienti, mavsum davomiyligi va rekreatsion yuklama ko‘rsatkichlariga asoslangan uslubiy yondashuvni taklif etish; mavsumiy rekreatsiya tizimlarini samarali va ekologik jihatdan barqaror boshqarish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Asosiy qism. Turizm bo‘yicha xalqaro adabiyotlarda mavsumiylik talabning yil davomida notekis taqsimlanishi, tashrifchilar soni, xarajatlar, transport harakati, bandlik va turistik obyektlardan foydalanish darajasining davriy tebranishlari orqali izohlanadi [1-4]. R.W.Butler

mavsumiylikni turizm hodisasidagi vaqt nomutanosibligi sifatida talqin qiladi. T.Baum va S.Lundtorp tahriri ostidagi tadqiqotlar esa mavsumiylikni o‘lchash, uning iqtisodiy va hududiy oqibatlarini baholash hamda yuqori va past mavsumlar o‘rtasidagi tafovutlarni boshqarish masalalarini alohida ilmiy yo‘nalish darajasiga olib chiqqan [1;2]. J.Y.Chung mavsumiylikning salbiy oqibatlari bilan bir qatorda past mavsumning ekologik tiklanish va resurslardan foydalanish bosimini kamaytirishdagi ijobiy jihatlarini ham ta’kidlaydi [3].

O‘zbekiston uchun bu masala ayniqsa dolzarb hisoblanadi. O‘zbekiston Milliy statistika qo‘mitasi ma’lumotlariga ko‘ra, mamlakatga turistik maqsadlarda kelgan xorijiy fuqarolar soni 2022-yildagi 5,23 mln kishidan 2024-yilda 7,96 mln kishiga, 2025-yilda esa 11,68 mln kishiga yetgan [7, 8]. Shu bilan birga, 2025-yilda hordiq va dam olish maqsadidagi kirish turistik safarlari 1,19 mln birlikni tashkil etgan [9].

2030-yilgacha O‘zbekistonda turizmning yalpi ichki mahsulotdagi ulushini 7 foizga, xorijiy turistlar oqimini 20 mln nafarga, ichki turistik safarlarni 25 mln taga yetkazish kabi maqsadlar belgilangan [10]. Mazkur vazifalarning bajarilishi faqat turistik obyektlar sonini ko‘paytirish bilan emas, balki mavjud rekreatsion resurslardan yil davomida oqilona foydalanish, yuqori mavsumdagi ortiqcha bosimni kamaytirish va past mavsumlarda iqtisodiy faollikni ushlab turish bilan ham chambarchas bog‘liq.

“Mavsum” tushunchasi yilning muayyan davrida tabiat va jamiyat jarayonlarining takroriy xususiyatga ega bo‘lishini anglatadi. Turizmda esa mavsumiylik ko‘pincha tashriflar sonining bir yoki bir necha oyda jamlanishi bilan tavsiflanadi. Biroq rekreatsiya turizmga nisbatan kengroq tushuncha bo‘lib, dam olish, sog‘lomlashtirish, sport, qisqa muddatli tabiat qo‘ynidagi hordiq, shahar rekreatsiyasi, sanatoriy-kurort faoliyati kabi turli shakllarni qamrab oladi.

Mualliflar nuqtayi nazaridan, mavsumiy rekreatsiya - tabiiy-iqlimiy, gidrologik, biologik, ijtimoiy-vaqt, iqtisodiy-infratuzilmaviy va institutsional omillarning yil davomida davriy o‘zgarishi natijasida rekreatsion talab, tashriflar oqimi, xizmatlardan foydalanish va hududiy yuklamaning takrorlanuvchi vaqt tafovutlari bilan namoyon bo‘lish jarayonidir. Bu ta’rifda mavsumiylikning ikki tomoni birlashtiriladi, ya’ni birinchisi - resursning ma’lum davrda rekreatsiyaga yaroqliligi; ikkinchisi - aholi va turistlarning aynan shu davrda rekreatsion faoliyatni amalga oshirish imkoniyati va ehtiyoji.

Mavsumiylikni faqat salbiy hodisa sifatida baholash ham bir tomonlama yondashuvdir. Yuqori mavsum bandlik, daromad, xizmatlar hajmi va biznes faolligini oshiradi, lekin bir vaqtning o‘zida transport tirbandligi, narxlarning keskin o‘sishi, suv va energetika iste’molining ko‘payishi, chiqindi va antropogen bosimning ortishi kabi muammolarni yuzaga keltirishi mumkin. Past mavsum iqtisodiy faollikni pasaytirsa-da, tabiiy landshaftlarning nisbatan tiklanishi, infratuzilmani ta’mirlash, kadrlarni tayyorlash va hududning ekologik yuklamasini me’yorlashtirish uchun imkon yaratadi [3, 5].

O‘zbekistonning keskin kontinental iqlimi, balandlik mintaqalari, cho‘l va voha landshaftlari, yirik daryo va suv omborlari, tog‘ tizmalari hamda aholi joylashuvining notekisligi rekreatsion faoliyat mavsumiyligiga turli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Mazkur omillarni faqat “tabiiy” va “ijtimoiy” guruhlarga ajratish yetarli emas. Ularni beshta o‘zaro bog‘liq yo’nalishda ko‘rib chiqish maqsadga muvofiq (1-jadval).

O‘zbekiston hududida rekreatsiya mavsumiyligini belgilovchi eng barqaror omillardan biri harorat rejimidir. Tekislik va vohalarda yoz oylaridagi yuqori harorat ochiq maydondagi faol rekreatsiyani cheklab, talabni tog‘ va tog‘oldi hududlariga siljitadi. Aksincha, bahor va kuzda cho‘l, adir va tarixiy shaharlar bo‘yicha sayohatlar uchun nisbatan qulay termik sharoit shakllanadi. Tog‘larda esa balandlik ortishi bilan yozgi issiqlik yumshaydi, qishda esa qor qoplami mavjud bo‘lsa, qishki sport va faol dam olish shakllari rivojlanadi. Demak, iqlim mavsumiy talabning faqat intensivligini emas, balki hududiy yo‘nalishini ham o‘zgartiradi.

Qor qoplami qishki rekreatsiyaning alohida resursi hisoblanadi. Uning qalinligi va saqlanish muddati chang‘i, snoubord, qishki sayr va tog‘ kurortlari faoliyatining barqarorligini belgilaydi. Biroq iqlim o‘zgarishi sharoitida qor mavsumining beqarorlashuvi qishki rekreatsiya tizimlari uchun strategik xatar hisoblanadi.

Daryo, soy, ko‘l va suv omborlarining suv rejimi suvbo‘yi rekreatsiyasi mavsumiyligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Suv sathi, oqim tezligi, suv harorati va sanitariya holati cho‘milish, qayiqda sayr qilish, baliqchilik va plyaj rekreatsiyasining davomiyligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

1-jadval. Mavsumiy rekreatsiya tizimlarini shakllantiruvchi omillarning tasnifi

Omillar yo‘nalishi	**Asosiy komponentlar**	**Mavsumiy ta’sir mexanizmi**	**O‘zbekiston uchun tipik ko‘rinish**
Tabiiy-iqlimiy	Harorat, yog‘in, qor qoplami, shamol, namlik, quyoshli kunlar	Resursdan foydalanish qulayligini va ochiq havodagi faoliyat muddatini belgilaydi	Tog‘larda yozgi salqinlik va qishki qor; cho‘llarda bahor-kuz qulayligi
Gidrologik-biologik	Daryo va suv omborlari rejimi, o‘simlik va fauna faolligi	Suvbo‘yi dam olish, baliqchilik, ekoturizm va tabiat kuzatuvining vaqt chegaralarini belgilaydi	Chorvoq, Aydar-Arnasoy, tog‘ daryolari; bahorgi gullash va kuzgi landshaftlar
Ijtimoiy-demografik	Ta’til, dam olish kunlari, bayramlar, aholi tarkibi va bo‘sh vaqt	Rekreatsion talabning hafta, oy va fasllar bo‘yicha jamlanishini kuchaytiradi	Yozgi ta’til davrida oilaviy va yoshlar rekreatsiyasi, Navro‘z va bayram kunlaridagi qisqa safarlar
Iqtisodiy-infratu-	Daromad, narx,	Mavsumiy talabni qabul	Toshkent aglomeratsiya

zilmaviy	transport, joylashtirish, ovqatlanish, servis quvvati	qilish, uzaytirish yoki boshqa davrga yo‘naltirish imkonini yaratadi	sidan tog‘ hududlariga qisqa muddatli oqimlar; kurort va mehmonxona klasterlari
Institut-sional-boshqaruv	Me’yoriy cheklovlar, muhofaza rejimi, tadbirlar kalendari, marketing	Resurslardan foydalanish vaqtini tartibga soladi va talabni maqsadli boshqaradi	Qo‘riqlanadigan hududlar rejimi, ov/baliq ovlash muddatlari, festival va tadbirlar taqvimi

Biologik resurslar ham rekreatsion jarayonning vaqt tuzilishini shakllantiradi. O‘simliklarning gullash davri, tog‘ va cho‘l landshaftlarining fenologik holati, dorivor o‘simliklardan foydalanish mavsumi, yovvoyi hayvon va qushlarni kuzatish davrlari ekoturizm va tabiatshunoslik rekreatsiyasiga turlicha ta’sir ko‘rsatadi. Bunday resurslarni tibbiy ta’sirga oid bahsli da’volardan ko‘ra, landshaft jozibadorligi, fenologik xilma-xillik va ekologik ta’lim imkoniyatlari nuqtayi nazaridan baholash ilmiy jihatdan to‘g‘riroqdir.

Mavsumiy rekreatsion oqimning shakllanishida aholining bo‘sh vaqt rejimi iqlimdan kam bo‘lmagan ahamiyatga ega. Maktab va oliy ta’limdagi ta’tillar, mehnat ta’tili, dam olish kunlari va bayramlar qisqa vaqt ichida rekreatsion talabni keskin oshiradi. Ayniqsa iyun-avgust davrida bolalar va yoshlar, ular bilan birga oilaviy guruhlarning bo‘sh vaqti ko‘payadi. Natijada tog‘ va suv bo‘yi hududlarida “ta’til mavsumi” tabiiy qulaylik bilan ustma-ust tushib, yuqori yuklama hosil qiladi.

Aholining daromadlari, yirik shaharlar va rekreatsiya hududlari o‘rtasidagi masofa, yo‘l sifati, jamoat transporti, avtomobillashuv darajasi va servis narxlari mavsumiy oqimning real hajmini belgilaydi. Toshkent shahri va Toshkent viloyatining tog‘ rekreatsiya hududlari o‘rtasidagi yaqinlik bunga yaqqol misol bo‘la oladi. Katta shahar aholisi uchun bir kunlik va dam olish kunlari rekreatsiyasi imkoniyati yuqori bo‘lgani sababli talab nafaqat fasllar, balki hafta kunlari bo‘yicha ham sezilarli tebranadi. Bunday hududlarda “haftalik mavsumiylik” va “sutkalik pik yuklama” ko‘rsatkichlarini ham kuzatish zarur.

O‘zbekistonda turistik oqimning tez sur’atlarda kengayishi mavsumiy rekreatsiya tizimlarini boshqarish masalasini amaliy jihatdan yanada dolzarb qiladi. Rasmiy ma’lumotlar 2022-2025-yillar oralig‘ida mamlakatga turistik maqsadlarda amalga oshirilgan kirish safarlari soni ikki barobardan ko‘proq oshganini ko‘rsatadi [7, 8]. Mazkur dinamika joylashtirish vositalari, transport, ovqatlanish, sanitariya, chiqindi boshqaruvi va tabiiy rekreatsiya hududlarining ekologik sig‘imiga tushadigan yuklamaning ham ortib borishini anglatadi.

Biroq yillik ko‘rsatkichlar mavsumiylikni o‘lchash uchun yetarli emas. Kelgusida milliy va hududiy statistik kuzatuvlarda rekreatsiya maqsadidagi tashriflarni oylar, hududlar, tashrif maqsadi va joylashtirish turi bo‘yicha muntazam e’lon qilish katta ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘ladi. Ayniqsa dam olish maskanlari, turistik bazalar, sanatoriylar, tog‘ kurortlari va suvbo‘yi rekreatsiya obyektlarining oylik bandlik darajasi mavsumiylikni bevosita baholash imkonini beradi.

Birinchi tip – yozgi tog‘ va tog‘oldi rekreatsiyasi ustun hududlar. Ular yozgi jaziramadan qochish, salqin mikroiqlim, daryo-soylar, o‘rmon va tog‘ landshaftlari bilan bog‘liq. Ugom-Chotqol, Zomin, Hisor va boshqa tog‘li hududlarda may oxiri-sentyabr oralig‘ida rekreatsion faollik yuqori bo‘lishi mumkin. Mazkur tipda asosiy xatar - dam olish kunlari va yozgi ta’til paytida qisqa muddatli ortiqcha yuklama.

Ikkinchi tip – ikki mavsumli tog‘ rekreatsiyasi. Bunda yozgi dam olish bilan bir qatorda qor qoplami barqaror bo‘lgan davrda qishki sport va tog‘ kurorti faoliyati shakllanadi. Toshkent viloyatining ayrim tog‘ hududlari bunday modelga yaqin. Ikki mavsumli tizimning ustunligi infratuzilmadan yilning katta qismida foydalanish imkoniyati bo‘lsa, kamchiligi qishki mavsumning qor va ob-havo sharoitiga yuqori darajada bog‘liqligidir.

Uchinchi tip - issiq mavsumdagi suvbo‘yi rekreatsiyasi. Chorvoq, Aydar-Arnasoy, boshqa suv omborlari va daryo bo‘ylarida cho‘milish, plyaj, qayiq, baliqchilik va qisqa muddatli oilaviy dam olish shakllari asosan iliq va issiq davrda jadallashadi. Bunday hududlarda suv sifati, qirg‘oq sig‘imi, sanitariya, xavfsizlik va suv rejimi mavsumiy barqarorlikning asosiy shartlaridir.

To‘rtinchi tip - bahor-kuzgi cho‘l, adir va ekoturistik rekreatsiya. Qizilqum, Ustyurt, Orolbo‘yi va cho‘l landshaftlarida yozgi ekstremal issiqlik ochiq havodagi sayohatlarni cheklaydi, qishning sovuq va shamolli davrlari ham ma’lum noqulaylik tug‘diradi. Shu sababli bahor va kuz oylarida cho‘l peyzajlari, biologik xilma-xillik, etnografik obyektlar va ekspeditsion yo‘nalishlar uchun nisbatan qulay mavsum shakllanadi. Bu tip O‘zbekistonda mavsumni yozdan tashqari davrlarga kengaytirishning muhim zahiralaridan biridir.

Beshinchi tip - yil bo‘yi faoliyat yuritishi mumkin bo‘lgan shahar, madaniy va davolash-sog‘lomlashtirish rekreatsiyasi. Toshkent, Samarqand, Buxoro, Xiva singari tarixiy-madaniy markazlarda tashriflar yil davomida davom etsa-da, yozgi issiq va qishki ob-havo sabab ma’lum tebranishlar kuzatiladi. Muzeylar, gastronomik turizm, kongress va tadbir turizmi, yopiq ko‘ngilochar infratuzilma hamda sanatoriy-kurort xizmatlari mavsumiy tafovutlarni yumshatish imkonini beradi.

Mavsumiy rekreatsiya tizimini samarali tashkil etish uchun yillik umumiy tashriflar sonidan ko‘ra oylik va haftalik ma’lumotlar muhimroqdir. Shuning uchun har bir yirik rekreatsiya hududi bo‘yicha kamida to‘rtta ma’lumot qatori muntazam yuritilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunda tashrifchilar soni, joylashtirish vositalarining bandlik darajasi, transport oqimi, ekologik yuklama ko‘rsatkichlari. Ushbu ma’lumotlar mavsumiylikning nafaqat talab tomonini, balki hududning qabul qilish qobiliyatini ham baholash imkonini beradi.

Rekreatsion mavsumiylik iqtisodiy tizimda ikki qarama-qarshi holatni yuzaga keltiradi. Yuqori mavsumda tadbirkorlik daromadi, xizmatlar hajmi, transport va savdo faolligi oshadi, vaqtinchalik ish o‘rinlari ko‘payadi. Biroq xizmat ko‘rsatuvchi korxonalar daromadining yilning qisqa davriga bog‘lanib qolishi investitsiya xavfini oshiradi,

doimiy malakali kadrlarni saqlashni qiyinlashtiradi va past mavsumda infratuzilmaning kam quvvatda ishlashiga sabab bo‘ladi [1-3]. Shu nuqtayi nazardan, mavsumiylik iqtisodiy samaradorlikning vaqt bo‘yicha nomutanosibligidir.

Ijtimoiy jihatdan yuqori mavsum mahalliy aholining bandligi va daromadlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin, lekin transport tirbandligi, shovqin, narxlarning oshishi, jamoat makonlariga bosim va kundalik hayot ritmining o‘zgarishi kabi salbiy tashqi ta’sirlarni ham keltirib chiqaradi. Past mavsum esa xizmat ko‘rsatish bilan band aholining daromadlarini qisqartirishi mumkin. Shuning uchun mahalliy aholi manfaatlarini mavsumiy turizm boshqaruviga kiritish, ularning fikrini muntazam o‘rganish va turizm daromadlarining hududda qolishini ta’minlash muhim.

Ekologik jihatdan eng katta xavf tashriflar sonining qisqa davrda haddan tashqari jamlanishi bilan bog‘liq. Tog‘ yo‘llarining yemirilishi, o‘simlik qoplamining bosilishi, chiqindilar, suv resurslariga yuklama, yong‘in xavfi va avtomobil chiqindilari yuqori mavsumda kuchayadi. Past mavsum tabiiy tizimlar uchun nisbiy tiklanish davri bo‘lib xizmat qilishi mumkin, ammo bu avtomatik ravishda ekologik barqarorlikni ta’minlamaydi. Agar yuqori mavsumdagi yuklama landshaftning qayta tiklanish imkoniyatidan oshib ketsa, mavsumlar oralig‘idagi “dam berish” yetarli bo‘lmaydi.

Maqolaning asosiy mazmuni avvalo, “mavsumiy rekreatsiya” tushunchasining turizm mavsumiyligidan kengroq hududiy-geografik mazmunda talqin etilganida namoyon bo‘ladi. Mavsumiylik rekreatsion talabning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan cheklanmay, resursning mavsumiy yaroqliligi, transport va infratuzilma quvvati, ekologik yuklama va boshqaruv cheklovlari birligida ko‘rib chiqildi. Shu asosda “mavsumiy rekreatsiya tizimi” tushunchasiga hududiy-funksional ta’rif taklif qilindi.

Ikkinchidan, mavsumiylik omillari ikki guruhli klassik sxemadan kengaytirilib, tabiiy-iqlimiy, gidrologik-biologik, ijtimoiy-demografik, iqtisodiy-infratuzilmaviy va institutsional-boshqaruv bloklariga ajratildi.

Uchinchidan, O‘zbekiston hududlari uchun besh tipdan iborat mavsumiy rekreatsion tipologiya taklif etildi: yozgi tog‘-tog‘oldi, ikki mavsumli tog‘, issiq mavsumdagi suvbo‘yi, bahor-kuzgi cho‘l-adir va nisbatan yil bo‘yi faol shahar/sog‘lomlashtirish tiplari. Ushbu tipologiya keyingi bosqichda oylik tashriflar va bioklimatik ma’lumotlar bilan tekshirilishi mumkin bo‘lgan metodik model hisoblanadi.

To‘rtinchidan, mavsumiylikni hududiy boshqaruvga bog‘lash uchun oylik mavsumiylik koeffitsiyenti, variatsiya koeffitsiyenti, mavsum uzunligi va maksimal yuklama ko‘rsatkichlarini birlashtiruvchi monitoring sxemasi tavsiya etildi.

Xulosa. O‘zbekiston Respublikasida rekreatsion faoliyatning mavsumiyligi tabiiy-iqlimiy sharoit bilan bir qatorda gidrologik-biologik, ijtimoiy-demografik, iqtisodiy-infratuzilmaviy va institutsional omillarning o‘zaro ta’siri natijasida shakllanadi. Shu sababli uni faqat fasllar almashinuvi yoki harorat bilan izohlash ilmiy jihatdan yetarli emas.

Mavsumiy rekreatsiya - rekreatsion resurslar yaroqliligi va rekreatsion talabning vaqt bo‘yicha davriy moslashuvi natijasida tashriflar, xizmatlar va hududiy yuklamaning takrorlanuvchi tafovutlari bilan namoyon bo‘ladigan jarayondir. Mavsumiy rekreatsiya tizimi esa ushbu jarayonlarni bir hudud doirasida birlashtiradigan funksional-geografik tizimdir.

Mamlakatda turistik oqimlarning tez o‘sishi mavsumiy boshqaruvga bo‘lgan ehtiyojni oshirmoqda. 2025-yilda turistik maqsadlarda kirish safarlarining 11,68 mln taga yetgani rekreatsiya va turizm infratuzilmasining nafaqat umumiy quvvatini, balki vaqt bo‘yicha pik yuklamani ham hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [8].

Mavsumiylikni yumshatishning eng samarali yo‘li uni “yo‘qotish” emas, balki hududiy va vaqt bo‘yicha diversifikatsiya qilishdir. Bahor-kuzgi cho‘l va ekoturizm, qishki tog‘ rekreatsiyasi, yil bo‘yi shahar va sog‘lomlashtirish xizmatlari, past mavsum tadbirlari hamda differensial narx siyosati yuqori mavsum bosimini kamaytirishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Butler R.W. Seasonality in tourism: issues and implications // In: Baum T., Lundtorp S. (eds.). Seasonality in Tourism. – Oxford: Pergamon, 2001. – P. 5–22.

2. Baum T., Lundtorp S. (eds.). Seasonality in Tourism. – Oxford: Elsevier/Pergamon, 2001. – 194 p.

3. Chung J.Y. Seasonality in tourism: A review // e-Review of Tourism Research. – 2009. – Vol. 7, No. 5. – P. 82-96.

4. Lundtorp S. Measuring Tourism Seasonality // In: Baum T., Lundtorp S. (eds.). Seasonality in Tourism. – Oxford: Pergamon, 2001. – P. 23–50.

5. UN Tourism. Innovative approaches to overcome seasonality: materials of the UNWTO Affiliate Members Conference. – Punta del Este, 2014.

6. UN Tourism. International Network of Sustainable Tourism Observatories (INSTO): tourism seasonality as a mandatory sustainability monitoring area. – UN Tourism materials.

7. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. O‘zbekiston Respublikasining ijtimoiy-iqtisodiy holati. XVIII. O‘zbekiston Respublikasida turistik oqimlar, 2024-yil yanvar–dekabr. – Toshkent, 2025.

8. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. O‘zbekiston Respublikasida turistik oqimlar, 2025-yil yanvar-dekabr. – Toshkent, 2026.

9. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi SIAT. O‘zbekiston Respublikasiga hordiq va dam olish maqsadida kelgan xorijiy fuqarolarning kirish turistik safarlari soni. 2026.

10. O‘zbekiston Respublikasi Turizm qo‘mitasi. 2030-yilgacha turizm sohasini rivojlantirishning ustuvor maqsadlari to‘g‘risidagi rasmiy ma’lumotlar. 2026.

11. Baratov P. O‘zbekiston tabiiy geografiyasi. – Toshkent, 1997.

12. Kuskova A.S., Golubayeva V.L., Odintsova T.N. Rekreatsionnaya geografiya. – Moskva: «Flinta», 2005.

13. Aleksandrova A.Yu. Struktura turisticheskogo rynka. – Moskva: «Press-Solo», 2002.

14. Xaitboyev R. Ekologik turizm. – Toshken: «Barkamol fayz media», 2018.

UDK: 502.3:528.8:551.435.6(575.1)

VEGETATSIYA INDEKSINING ME'YORLAShTIRILGAN FARQI (NDVI) TAHLILI ASOSIDA NIShON TUMANINING ChO'LLANIShINI TADQIQ QILISh

Mamatova Dilnoza Navruzovna – *tayanch doktorant*
dilnozamamatova201@gmail.com
Baxriyev Muhammad Baxtiyor o'g'li – *assistent o'qituvchi*
Qarshi davlat texnika universiteti
Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich – *texnika fanlari doktori, professor*
Qarshi iqtisodiyot va pedagogika universiteti

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ НИШАНСКОГО РАЙОНА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НОРМАЛИЗОВАННОГО РАЗНОСТНОГО ИНДЕКСА РАСТИТЕЛЬНОСТИ (NDVI)

Маматова Дильноза Наврузовна – *базовый докторант*
Бахриев Мухаммад Бахтиёрович – *ассистент-преподаватель*
Каршинский государственный технический университет
Эшонкулов Равшан Абдуразакович – *доктор технических наук, профессор*
Каршинский университет экономики и педагогики

STUDY OF DESERTIFICATION IN NISHAN DISTRICT BASED ON THE ANALYSIS OF THE NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)

Mamatova Dilnoza Navruzovna – *doctoral student*
Bakhriev Muhammad Bakhtiyorovich – *assistant teacher*
Karshi State Technical University
Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich – *doctor of technical sciences, professor*
Karshi University of Economics and Pedagogy

Tayanch so'zlar: geografik o'rni, relyef, yaylov, eroziya, cho'l, sun'iy yo'ldosh, elektromagnit spektr, raster, NDVI, vegetatsiya.

Rezyume. Maqolada cho'llanish jarayonlarini baholashga oid olimlarning ilmiy izlanishlari va metodologik yondashuvlari tahlil qilingan. Shuningdek, tadqiqot obyekti sifatida Qarshi cho'lining Nishon tumani hududi tanlanib, masofadan zondlash ma'lumotlari hamda GAT (geografik axborot tizimi) asosida cho'llanish jarayonini baholash ishlari amalga oshirilgan. Cho'llanish jarayonlarini aniqlash va baholashda qo'llanilgan spektral indeks orqali geoekologik ko'rsatkichlarning tahlili va tavsifi keltirilgan.

Ключевые слова: географическое положение, рельеф, пастбище, эрозия, пустыня, искусственный спутник, электромагнитный спектр, растр, NDVI, растительность.

Резюме. В статье проанализированы научные исследования и методологические подходы ученых, посвященные оценке процессов опустынивания. В качестве объекта исследования была выбрана территория Нишанского района Каршинской пустыни, где на основе данных дистанционного зондирования и ГИС (географических информационных систем) были проведены работы по оценке процессов опустынивания. Представлены анализ и характеристика геоэкологических показателей с использованием спектрального индекса, примененного для выявления и оценки процессов опустынивания.

Key words: geographical location, relief, pasture, erosion, desert, artificial satellite, electromagnetic spectrum, raster, NDVI, vegetation.

Summary. The article analyzes the scientific research and methodological approaches of scholars related to the assessment of desertification processes. The Nishon district of the Karshi Desert was selected as the research area, and desertification assessment was carried out based on remote sensing data and GIS (Geographic Information Systems). The study presents an analysis and description of geoecological indicators using a spectral index applied to identify and evaluate desertification processes.

Kirish. Sun'iy yo'ldosh va yerni masofadan zondlash ma'lumotlaridan foydalangan holda cho'llanish jarayonini tadqiq etish suv resurslari tanqis arid zonalar imkoniyatlarini saqlash va yaxshilash, cho'llanish oqibatlarini bartaraf etish imkonini beradi. Mamalakatimizda cho'llanish jarayonini oldini olish va masalaga yechim topish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 24-sentyabrdagi PQ-338-son Qarorida O'zbekiston Respublikasida chang bo'ronlariga qarshi kurashish va ularning oqibatlarini yumshatish bo'yicha 2024-2030-yillarga mo'ljallangan milliy dasturining V bo'limi 24-bandida "Degradatsiyaga uchragan yaylov uchastkalarini aniqlash, geobotanik, tuproq, melioratsiyasi bo'yicha izlanishlar o'tkazish hamda ularning elektron xaritalarini yaratish" vazifasining yuklatilishi bu jarayonning davlat ahamiyati darajasida ekanligini yaqqol ko'rish mumkin [5]. Zero cho'llanish qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil hududlarda aholining turmush tarziga va atrof-muhitga tahdid soluvchi eng murakkab muammolardan biri hisoblanadi. Ilm-fan taraqqiyoti, ayniqsa geofazoviy texnologiyalarning rivojlanishi geoekologik jarayonlarni tezkor, davomiy va keng hududlardagi yechimini topishga imkon beradi.

Adabiyotlar tahlili. Hozirda hududni masofadan zondlash tasvirlarini o'rganishda turli xil ma'lumotlar to'plamlari mavjud. Yer yuzasidagi geofizik jarayonlarni kuzatishga mo'ljallangan sun'iy yo'ldoshlar, jumladan Landsat, Sentinel va MODIS dasturlari geotasvirlardan foydalanishga ustuvor ahamiyat berilmoqda.

1-jadvalda cho‘l tadqiqotlarida keng qo‘llaniladigan masofadan zondlash ma’lumotlarining umumiy tavsifi keltirilgan. Ushbu ma’lumotlar to‘plamlari keng qamrovli tahlil va tadqiqotlarni olib borish uchun zarur bo‘lgan ma’lumotlar asosini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi [1:4].

1-jadval. Sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlar to‘plami tafsilotlari

Sun’iy yo‘ldosh	Mam-lakat	Rezo-lyutsiya (m)	Ishga tushi-rilgan yil	Tavsif
Landsat 8	Amerika	15 / 30 / 100	2013	Orbitada uzoq vaqt ishlagan; ko‘p spektral ka-nallari mavjud
Landsat 9	Amerika	15 / 30 / 100	2021	Radiometrik aniq-ligi yuqori; sig-nal-shovqin nis-bati biroz yaxshi-langan
Sentinel 2	Yevropa kosmik agentligi	10/20/60	2015	U asosan global yuqori sifatli va tez-tez qayd etish imkoniyatiga ega bo‘lgan yer kuza-tish uchun ishlati-ladi; bu biotizim o‘zgarishlarini xaritalash, qirg‘oq zonalarini va ich-ki suv havzalarini monitoring qilish, shuningdek, falo-katlarni xarita-lashni o‘z ichiga oladi.

Cho‘l tadqiqotlari sohasida ko‘plab olimlar Landsat ma’lumotlaridan keng foydalanadilar, chunki ular qisqa tasvirga olish davri, ma’lumotlarni olishning qulayligi, yuqori signal-shovqin nisbati va sezilarli fazoviy aniqlik kabi afzalliklarga ega. Shu sababli Landsat ma’lumotlari ilmiy jamoatchilik tomonidan katta e’tiborga sazovor bo‘lgan. Landsat 9 ning ishga tushirilishi esa radiometrik aniqlikni oshirgan va signal-shovqin nisbatini biroz yaxshilagan holda yer yuzasini kuzatish imkoniyatlarini yanada kengaytirdi. Natijada, Landsatn 9 cho‘l tadqiqotlari sohasida kelajakdagi ilmiy izlanishlar uchun yanada aniq va ishonchli ma’lumotlar manbaini taqdim etmoqda.

Bundan tashqari, Sentinel 2 boshqa sun’iy yo‘ldosh, jumladan Landsatni samarali to‘ldirib, yer yuzasini kuzatish imkoniyatlarini yanada oshiradi. Sentinel 2 tasvirlaridan cho‘l tadqiqotlarida foydalanish cho‘l ekotizimlarini chuqurroq tushunishga yordam beradi va ushbu sohadagi turli amaliyotlarni qo‘llab-quvvatlaydi [1].

Vegetatsiya indeksining me’yorlashtirilgan farqi (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) deyarli barcha tadqiqotlarda cho‘llashish jarayonini o‘rganishdagi asosiy ko‘rsatkich bo‘lib xizmat qiladi. Tabiiyki, uning zich bo‘lishi qum zarrachalarni ko‘chishga to‘sqinlik qiladi, qum yuzasi haroratini pasaytiradi, cho‘l tuproqlari shakllanishi kabi ijobiy ta’sirlar ko‘rsatadi [2].

ArcGIS dasturida NDVI indeksidan foydalanib degradatsiya jarayonlarini oldindan prognozlash va boshqaruv rejalarini ishlab chiqish imkonini beradi. NDVI analiz natijalari yer resurslari va vegetatsiya holatini tahlil qilishda beqiyos imkoniyatlar yaratadi. Ushbu indeks asosida fazoviy va vaqtinchalik tahlillarni olib borish orqali ekologik muammolar, qishloq xo‘jaligi samaradorligi to‘g‘risida aniq xulosalar chiqarish mumkin. Tahlil natijalariga asoslangan takliflar esa uzoq muddatli ekologik barqarorlik va qishloq xo‘jaligi rivojlanishini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi [3].

Metodologiya. Masofadan zondlash ma’lumotlari va tasvirlarni tahlil qilish vositalari Nishon tumanida cho‘llanish jarayonlarini aniqlash, kuzatish, monitoring qilish va baholash maqsadida qo‘llanildi. Tadqiqot hududida cho‘llanish rivojlanishini yanada aniqroq baholash uchun turli masofadan zondlash ko‘rsatkichlari va tasvir indekslaridan foydalaniladi. Jumladan, NDVI o‘simlik vegetatasiyasini aniqlashda qo‘llanildi.

Tadqiqot hududi Qarshi cho‘li tarkibidagi Nishon tumani bo‘lib, Qashqadaryo vohasining janubida joylashgan. Tuman janubda Turkmaniston, shimolda Qarshi, sharqda G‘uzor, g‘arbda Kasbi tumanlari bilan chegaradosh bo‘lib, dengiz sathidan 346 metr balandlikda. Maydoni 2,1 ming km². Hududining asosiy qismi cho‘l, qir hamda adirlardan iborat. Bu yerda Nishon, Gulbodom, G‘ovur, Kaptarli, Oydin kabi cho‘l va yaylovlar mavjud. Iqlimi keskin kontinental. Yillik o‘rtacha harorat 14,8°. Yanvarning o‘rtacha harorati 0,2°, eng past harorat -15°, iyulniki 28,8°, eng yuqori harorat 45°. Vegetatsiya davri 230 kun. Oktabr oyining oxirlari va noyabr oyining boshlaridan havo soviydi va namgarchilik boshlanadi. Yillik yog‘in 180–220 mm. Tuprog‘i asosan, bo‘z tuproq. 47196 ga yer maydoni sug‘oriladi, shu jumladan, 24553 ga paxta, 18640 ga g‘alla, 596,6 ga sabzavot va poliz, 1637 ga yem-xashak ekinlari bilan band.

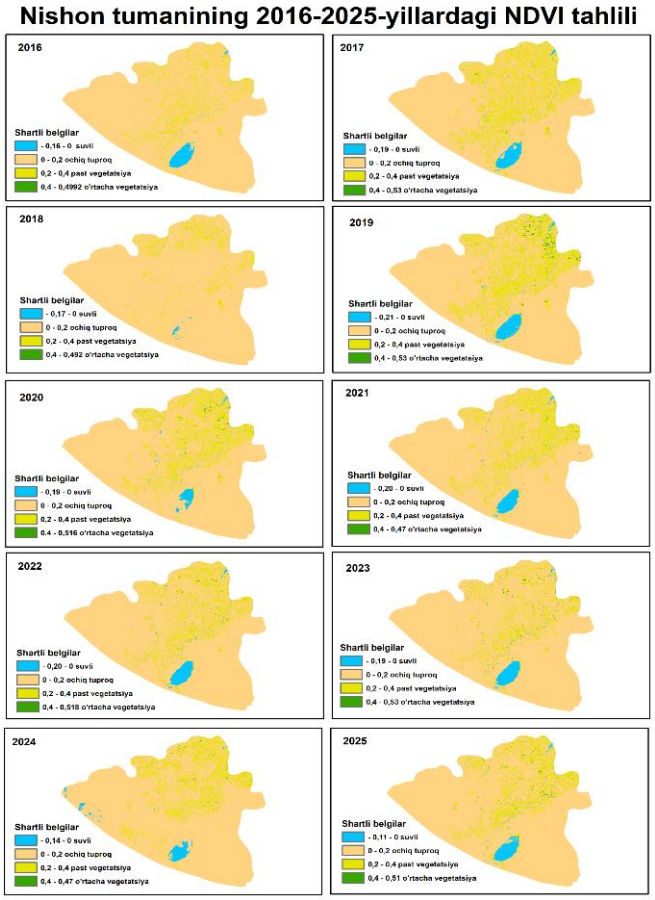
Mazkur tadqiotda Nishon tumani bo‘yicha 10 yillik vegitatsiya davri yuqori bo‘lgan may oyida olingan (2016-yildan 2025-yilgacha) Landsat 8-9 OLI/TIRS tasvirlaridan foydalanildi. Tasvirlarni klassifikatsiya qilish, har bir sinf maydonini aniqlash va xaritalarni eksport qilish jarayonlari QGIS 3.40 va ArcGIS 10.8 muhiti orqali amalga oshirildi.

NDVI qiymati Landsat sun’iy yo‘ldosh tasvirlari ma’lumotlarida qizil (Red) va yaqin infraqizil (NIR) spektral diapazonlar nisbatiga asoslanib hisoblanadi. Ushbu indeks o‘simlik qoplamining hududiy kengayishini hamda vaqt bo‘yicha o‘zgarishini monitoring qilishda qo‘llanildi va (1)-tenglama asosida hisoblandi:

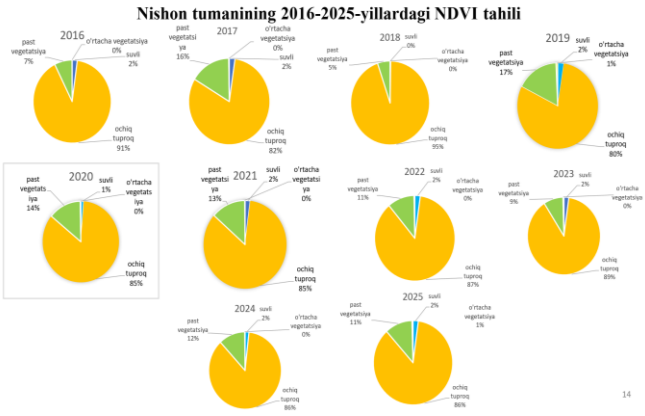
$$\mathrm{NDVI} = \frac{(\mathrm{NIR}-\mathrm{R})}{(\mathrm{NIR}+\mathrm{R})} \quad (1)$$

NDVI qiymatlari +1 dan −1 gacha oraliqda bo‘ladi. Landsat 8-9 OLI tasvirlarida 5-kanal yaqin infraqizil (NIR), 4-kanal qizil (R) diapazon sifatida qo‘llaniladi. Odatda, o‘simliklar uchun indeks qiymatlari 0,20 dan 0,95 gacha oraliqda bo‘ladi. NDVI indeks ko‘rsatkichi o‘simlik vegetatsiyasi davrida eng yuqori qiymatlarga ega bo‘lganligi sababli 10 yillik ma’lumotlarni tahlil qilishda may oyi tasvirlaridan foydalanildi. Bu oyda NDVI qiymatlari aniq farqlandi, qurg‘oqchilik ta’siri uncha kuchli emasligi va tasvirlarga bulutlarning ta’siri bo‘lmaganligi sababli tasvirlar yuqori aniqlikka ega bo‘ldi.

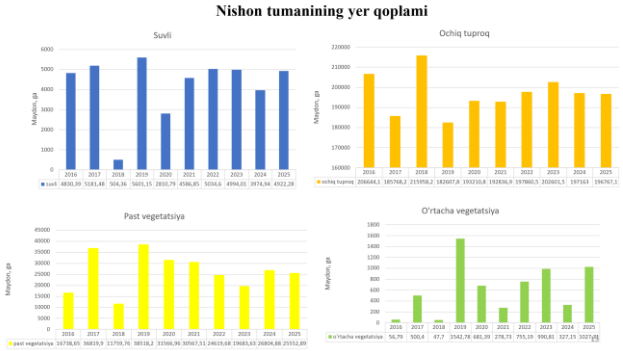
Natija va muhokama. Cho‘llanish jarayonini o‘rganish yog‘ingarchilik kam, suv resurslari taqchil, mamlakatimizning 70 foizi yoki 31,4 mln gektari tabiiy sho‘rlanishga, qum ko‘chkilari, changli bo‘ronlar va garmsellar tarqalishi ta’siriga uchragan qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil maydonlar [4] uchun juda muhim. Jumladan, Nishon tumani ham Qarshi cho‘li hududida joylashganligi sababli intensiv cho‘llanish jarayonini monitoring qilish va baholash yer degradatsiyasi darajasini aniqlash hamda amalga oshirilgan chora-tadbirlarning samaradorligini baholash nuqtai nazaridan nihoyatda muhimdir.



1-rasm.Qashqadaryo viloyati Nishon tumanining may oyidagi NDVI xaritasi yillar kesimida



2-rasm. 2016–2025-yillarda Nishon tumanida yer qoplami holatining NDVI asosidagi tahlili (% da)



3-rasm. Maydon birligidagi NDVI asosidagi tahlili (gektarda)

Masofadan zondlash tasvirlari orqali olingan hududning tabiiy sharoitidan kelib chiqqan holda NDVI qiymatlari asosida quyidagi sinflar ajratildi: -1 ÷ 0 gacha suvli hududlarni; 0 ÷ 0,2 gacha ochiq tuproq; 0,2 ÷ 0,4 gacha past vegetatsiyali; 0,4 ÷ 0,53 gacha o‘rtacha vegetatsiya qiymatlarni belgilab olindi. Bunday sinflanish yordamida Nishon tumanidagi yashil biomassani miqdori kartografik usulda ifodalandi. Xaritalar tahliliga ko‘ra hududning katta qismi past NDVI qiymatiga ega va bu cho‘l landshaftlarining ustunligini ko‘rsatdi. Umuman olganda, NDVI indekslari asosida olib borilgan monitoring Nishon tumanida cho‘llanish jarayonlari davom etayotganini, vegetatsiya qoplamining ayrim yillarda qisqa muddatli yaxshilanishiga qaramay, hududning katta qismi degradatsiyaga moyilligini ko‘rsatishi aniqlandi. Mazkur natijalar masofadan zondlash ma’lumotlari cho‘llanishni baholash va kelgusidagi ekologik prognozlarni ishlab chiqishda samarali usul ekanligini tasdiqlaydi.

Diagrammalar asosida 2016-2025-yillar oralig‘ida Nishon tumanida NDVI ko‘rsatkichlari sezilarli darajada ochiq tuproq ustunligi ma’lum bo‘ldi. Bu esa hududning asosiy qismi kam vegetatsiyali va cho‘llanishga moyil ekanligini tasdiqlaydi.

Tahlillarga ko‘ra ochiq tuproq maydonlari barcha yillarda eng katta ulushni egallagan bo‘lib, 80–95 % oralig‘ida o‘zgarib turgan. Eng yuqori ko‘rsatkich 2018-yilda kuzatilgan (95 %). Bu yil vegetatsiya qoplami keskin kamaygan va cho‘llanish jarayoni kuchayganini bildiradi. Past vegetatsiya maydonlari 5–17 % oralig‘ida o‘zgaradi. Eng yuqori ko‘rsatkich 2019-yilda (17 %) qayd etilgan bo‘lib, bu ayrim hududlarda vegetatsiya tiklanganini ko‘rsatadi. O‘rtacha vegetatsiya deyarli barcha yillarda juda kam ulushni tashkil etgan (0–1 %). Bu Nishon tumanida zich va barqaror o‘simlik qoplami yetarli emasligini ko‘rsatadi. Suvli hududlar 0–2 % atrofida bo‘lib, juda kichik maydonni egallaydi. Bu esa hududning qurg‘oqchil ekanligini tasdiqlaydi.

Yillik dinamikaga qaraganda 2016-2018-yillarda ochiq tuproq maydonlari ortib, vegetatsiya kamaygan, bu cho‘llanishning kuchaygan davrini ko‘rsatadi. 2019-2021-yillarda past vegetatsiya ulushining oshishi kuzatilgan, bu iqlim sharoiti yoki sug‘orish ta’sirida o‘simlik qoplami biroz yaxshilanganini anglatadi. 2022-2025-yillarda esa ochiq tuproq yana 86–89 % atrofida saqlanib qolgan bo‘lib, cho‘llanish jarayonlari barqaror davom etayotganini ko‘rsatadi (2-rasm).

Har bir sinfning maydoni hisoblab chiqildi. 2016 yilda “past vegetatsiya” va “o‘rtacha vegetatsiya” yerlar jami

16795 gektarga yaqin maydonni tashkil etgan bo‘lsa, bu ko‘rsatkich 2019 yilda 40060 gektarga, 2025 yilda esa 26580 gektarga tushib ketgan (3-rasm).

Xulosa. Umumiy xulosa sifatida aytish mumkinki, NDVI diagrammalari Nishon tumanida cho‘llanish jarayonlari yuqori darajada ekanligini, hududda vegetatsiya qoplami sust rivojlanganini va ekologik degradatsiya davom etayotganini ko‘rsatadi. Masofadan zondlash ma’lumotlari asosida olingan ushbu natijalar hududda yaylovlardan oqilona foydalanish, meliorativ tadbirlarni kuchaytirish hamda sun’iy ko‘kalamzorlashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar

1. Wang Z., Shi Y., Zhang Y. Review of Desert Mobility Assessment and Desertification Monitoring Based on Remote Sensing. // Remote Sens, 2023, № 15. – P. 4412.
2. Matchanov M.J. Geofazoviy texnologiyalar asosida Xorazm vohasi ekologik xavfsizligini tabiiy geografik baholash: geog.fanl.dokt. (DSc) ... dis. – Samarqand: 2025.
3. Avilova N.F. ArcGIS dasturida yaylov yerlarini tahlil qilish va baholash. (Qashqadaryo viloyati G‘uzor tumani misolida). – Toshkent: // O‘zbekiston zamini jurnali, 2026. № 1, 66-b.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-fevraldagi «O‘zbekiston Respublikasida cho‘llanish va qurg‘oqchilikka qarshi kurashish bo‘yicha ishlar samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-4204-son Qarori.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 24-sentyabrdagi «Chang bo‘ronlariga qarshi kurashish va atmosfera havosi sifatini yaxshilash bo‘yicha birinchi navbatdagi chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi PQ-338-son Qarori.
6. https://uz.wikipedia.org/2026.

QORAQALPOG‘ISTONDA AGROSANOAT MAKONINI TIPOLOGIYALASh

Oteuliev Medetbay Orinbaevich – *geografiya fanlari falsafa doktori, doktorant*
medetbay.oteuliev@gmail.com
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti

ТИПОЛОГИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОСТРАНСТВА В КАРАКАЛПАКСТАНЕ

Отеулиев Медетбай Оринбаевич – *доктор философии по географическим наукам, докторант*
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

TYPOLOGY OF THE AGRO-INDUSTRIAL SPACE IN KARAKALPAKSTAN

Oteuliev Medetbay Orinbaevich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences, doctoral student*
Karakalpak State University named after Berdakh

Tayanch so‘zlar: agrosanoat makoni, tipologiyalash, lokalizatsiya koeffitsienti (LQ), klaster tahlili, tuproq sho‘rlanishi, yer osti suvi mineralizatsiyasi.

Rezyume. Maqolada Orolbo‘yi mintaqasining o‘ziga xos tabiiy-geografik va meliorativ murakkabliklari sharoitida Qoraqalpog‘iston Respublikasi tumanlarining agrosanoat makonini tipologiyalash masalasi tadqiq etilgan. Tumanlarning o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi bo‘yicha ixtisoslashuv darajasini aniqlash uchun lokalizatsiya koeffitsienti (LQ) hisoblangan, iqtisodiy va meliorativ ko‘rsatkichlar kesishmasida k-means klaster tahlili yordamida to‘rtta tipologik guruh ajratilgan. Tuproq sho‘rlanishi va yer osti suvi mineralizatsiyasi bilan qishloq xo‘jaligi o‘sish sur’ati o‘rtasidagi bog‘liqlik korrelyatsiya tahlili (Pearson R, R^2) orqali baholangan.

Ключевые слова: агропромышленное пространство, типология, коэффициент локализации (LQ), кластерный анализ, засоление почв, минерализация подземных вод.

Резюме. В статье исследуется вопрос типологии агропромышленного пространства районов Республики Каракалпакстан в условиях специфических природно-географических и мелиоративных сложностей региона Приаралья. Для определения степени специализации районов по лесному и рыбному хозяйству рассчитан коэффициент локализации (LQ), на пересечении экономических и мелиоративных показателей с помощью k-means кластерного анализа выделены четыре типологические группы. Связь между засолением почв и минерализацией подземных вод и темпами роста сельского хозяйства оценивалась с помощью корреляционного анализа (Pearson R, R^2).

Key words: agro-industrial space, typology, localisation coefficient (LQ), cluster analysis, soil salinity, groundwater mineralisation.

Summary. This article examines the typology of the agro-industrial space of the districts of the Republic of Karakalpakstan under the conditions of the unique natural-geographical and reclamation complexities of the Aral Sea region. To determine the level of specialisation of districts in forestry and fisheries, the localisation coefficient (LQ) was calculated, and four typological groups were identified using k-means cluster analysis at the intersection of economic and land reclamation indicators. The relationship between soil salinity and groundwater mineralisation and agricultural growth rates was evaluated using correlation analysis (Pearson R, R2).

Kirish. Orolbo‘yi hududi, jumladan Qoraqalpog‘iston Respublikasi, o‘zining o‘ziga xos tabiiy-geografik va meliorativ sharoitlari bilan ajralib turadi. Orol dengizining qurishi natijasida yuzaga kelgan ekologik inqiroz [2], yer osti va sizot suvlari sathining o‘zgarishi, tuproqlarning ikkilamchi sho‘rlanishi va shamol eroziyasi hududda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini yuritishni sezilarli darajada murakkablashtirmoqda. Respublika tarkibidagi 17 ma’muriy-hududiy birlik (16 tuman va Nukus shahri) turli darajadagi meliorativ yuk va tabiiy resurslarga ega bo‘lib, bu esa ular o‘rtasida ishlab chiqarish salohiyati, iqtisodiy natijadorlik va ekologik barqarorlik bo‘yicha sezilarli tengsizliklarni keltirib chiqarmoqda [6].

Mavjud amaliyotda qishloq xo‘jaligini rivojlantirish siyosati ko‘pincha respublika miqyosida yagona yondashuv asosida shakllantiriladi, biroq tumanlarning meliorativ holati (sho‘rlanish darajasi, suv sifati) va iqtisodiy ixtisoslashuvi o‘rtasidagi farqlar hisobga olinmasa, resurslardan foydalanish samaradorligi pasayadi [9]. Shu sababli, tumanlarni ularning tabiiy-meliorativ cheklovlari va iqtisodiy salohiyatiga ko‘ra tipologiyalash [7], har bir guruh uchun ilmiy asoslangan ixtisoslashuv yo‘nalishlarini belgilash dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning maqsadi Qoraqalpog‘iston Respublikasi tumanlari agrosanoat makonini statistik ma’lumotlar asosida tipologiyalash va ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishdan iborat.

Materiallar va metodlar. Tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi va Qoraqalpog‘iston Respublikasi meliorativ xizmatlarining quyidagi rasmiy ma’lumotlari ishlatildi: tumanlar kesimida qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsuloti (xizmati) hajmi, joriy narxlarda, (mlrd. so‘m); tumanlar kesimida qishloq xo‘jaligi mahsuloti, amaldagi narxlarda; tumanlar kesimida qishloq xo‘jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishining o‘tgan yilga nisbatan foizdagi o‘sish sur’ati [3]; Qoraqalpog‘iston Respublikasi sug‘oriladigan yerlarining sho‘rlanish darajasi to‘g‘risida ma’lumot [5]; tumanlar kesimida yer osti suvlarining mineralizatsiya darajasi (g/l) [4].

Tumanlarning o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi bo‘yicha ixtisoslashuv darajasini aniqlash uchun lokalizatsiya koeffitsienti (Location Quotient, LQ) qo‘llanildi [1]:

$$LQ_i = \frac{\frac{e_i}{e_{i,jami}}}{\frac{E_R}{E_{R,jami}}}$$

bu yerda: e_i – i-tumanning o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsuloti hajmi (qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi umumiy hajmi bilan sof qishloq xo‘jaligi hajmi o‘rtasidagi farq sifatida hisoblab chiqilgan), $e_{i,\ jami}$ – i-tumanning qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi umumiy hajmi; E_R va $E_{R,jami}$ – mos ravishda respublika bo‘yicha yig‘indi ko‘rsatkichlar (o‘rmon+baliqchilik xo‘jaligi hajmi va umumiy hajm). LQ > 100% qiymati tumanning respublika o‘rtachasiga nisbatan o‘rmon-baliqchilik xo‘jaligiga yuqori darajada ixtisoslashganligini bildiradi.

Tumanlarni iqtisodiy va meliorativ ko‘rsatkichlar kesishmasida guruhlash uchun uch o‘lchovli fazoda (ishlab chiqarish hajmi, o‘sish sur’ati, sho‘rlangan yerlar ulushi, barchasi standartlashtirilgan holda) k-means klaster tahlili (k = 4) qo‘llanildi. Klasterlar soni respublika amaliyotida qabul qilingan tipologik guruhlar (yetakchi, o‘rtacha, muammoli, inqirozli) soniga mos ravishda tanlandi.

Ekologik (tuproq sho‘rlanishi, yer osti suvi minerali-zatsiyasi) va iqtisodiy (ishlab chiqarish o‘sish sur’ati) ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni baholash uchun Pearson korrelyatsiya koeffitsienti (R) va determinatsiya koeffitsienti (R^2) Python (scipy.stats) dasturida hisoblangan.

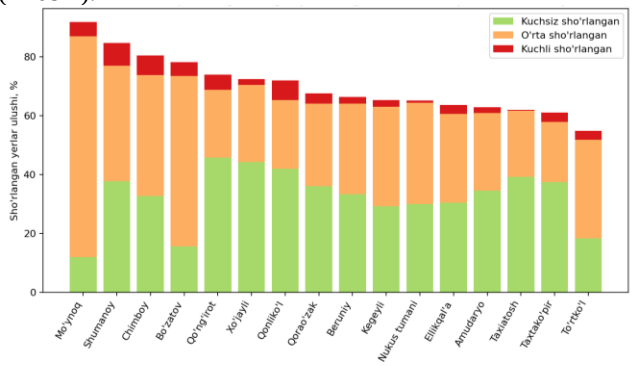
Natijalar va muhokama. 2025 yil yakuni bo‘yicha Amudaryo (3915,8 mlrd. so‘m), Beruniy (2434,3), Ellikqal’a (2420,5) va To‘rtko‘l (2293,9) tumanlari qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsuloti hajmi bo‘yicha yetakchi hisoblanadi (1-jadval). Bu tumanlar Amudaryo daryosi qirg‘og‘iga yaqin joylashgan bo‘lib, nisbatan yaxshi sug‘orish va drenaj infratuzilmasiga ega. Eng past ko‘rsatkich Mo‘ynoq (239,2 mlrd. so‘m) va Bo‘zatov (402,1 mlrd. so‘m) tumanlarida qayd etilgan.

O‘sish sur’ati bo‘yicha 2025-yilda Qo‘ng‘irot (111,5%), Amudaryo (108,6%) va Qorao‘zak (106,7%) tumanlari eng yuqori dinamikani ko‘rsatgan, Mo‘ynoq tumani esa yagona tuman sifatida pasayish (92,2%) qayd etgan, bu uning o‘ta og‘ir meliorativ va ekologik holati bilan bog‘liq.

1-jadval. Tumanlar bo‘yicha qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsuloti hajmi, o‘sish sur’ati va sho‘rlanish darajasi, 2025-y.

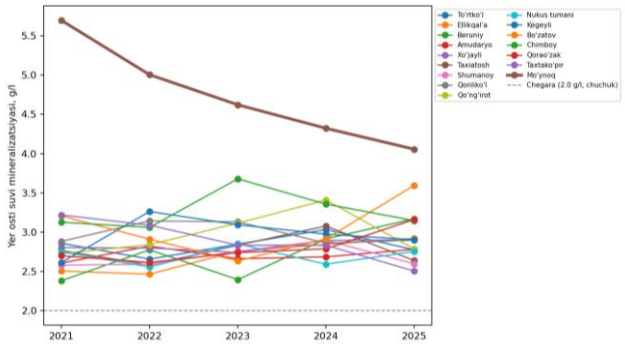
Tuman	Hajm, mlrd. so‘m (2025)	O‘sish sur’ati, % (2025/2024)	Sho‘rlangan yerlar, % (2025)
Amudaryo	3915,8	108,6	62,8
To‘rtko‘l	2293,9	102,7	54,9
Ellikqal’a	2420,5	103,7	63,6
Beruniy	2434,3	103.6	66,4
Chimboy	1693,8	102,8	80,4
Qo‘ng‘irot	1242,4	111,5	73,9
Qonliko‘l	1168,0	105,4	72,0
Xo‘jayli	1014,6	103,3	72,4
Shumanoy	940,1	104,7	84,6
Qorao‘zak	851,1	106,7	67,5
Taxtako‘pir	845,3	104,3	61,0
Kegeyli	811,5	106,5	65,2
Nukus tumani	698,1	100,9	65,2
Taxiatosh	508,2	103,2	62,0
Bo‘zatov	402,1	101,9	78,2
Mo‘ynoq	239,2	92,2	91,8

Sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish darajasi bo‘yicha respublika miqyosida 2024-2025-yillarda umumiy sho‘rlangan yerlar ulushi 70,6%dan 70,4%gacha, deyarli o‘zgarishsiz saqlanib qolgan, biroq kuchsiz sho‘rlangan yerlar ulushi 31,9%dan 32,4%gacha o‘sgan. Bu ba’zi tumanlarda meliorativ holatning sekin yaxshilanishidan darak beradi. Tuman kesimida eng yuqori sho‘rlanish darajasi Mo‘ynoq (91,8%), Shumanoy (84,6%) va Chimboy (80,4%) tumanlarida, eng past ko‘rsatkich esa To‘rtko‘l (54,9%) va Taxtako‘pir (61,0%) tumanlarida qayd etilgan (1-rasm).



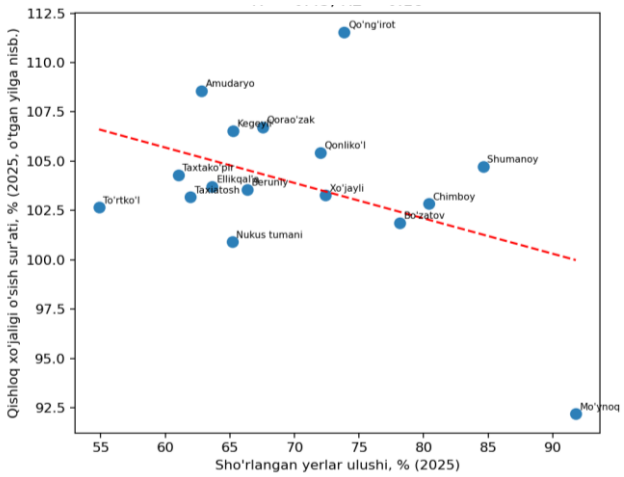
1-rasm. Tumanlar bo‘yicha sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish darajasi tarkibi (kuchsiz/o‘rta/kuchli), 2025-y.

Yer osti suvlari mineralizatsiyasining 2021-2025-yillardagi dinamikasi tahlili shuni ko‘rsatadiki, Mo‘ynoq tumani boshqa barcha tumanlardan sezilarli darajada farqlanadi: mineralizatsiya darajasi 2021-yilda 5,70 g/l dan 2025-yilda 4,06 g/l gacha pasaygan bo‘lsa-da, u respublika bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkich bo‘lib qolmoqda va chuchuk suv chegarasidan (1 g/l) 4 barobardan ortiq yuqori (2-rasm, 3-jadval). Qolgan tumanlarda mineralizatsiya darajasi nisbatan barqaror bo‘lib, 2,5–3,6 g/l oralig‘ida tebranib turibdi; Bo‘zatov (2021-y. 3,21→2025-y. 3,60 g/l) va Beruniy (2,38 → 3,17 g/l) tumanlarida esa o‘sish tendensiyasi kuzatilgan, bu tuproq sho‘rlanishi kuchayishi xavfini bildiradi.



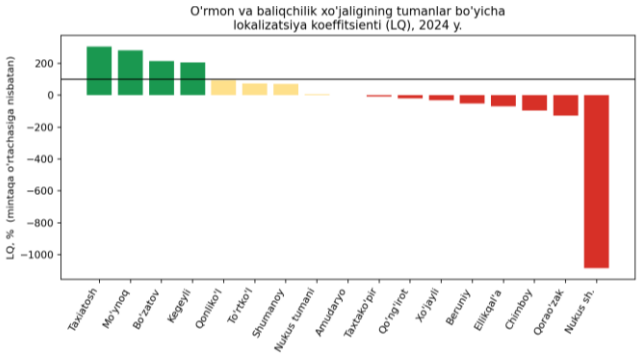
2-rasm. Tumanlar bo‘yicha yer osti suvlari minerali-zatsiyasining 2021–2025 yillardagi dinamikasi (g/l).

Tuproq shoʻrlanishi darajasi (2025-y., % shoʻrlangan yer) bilan qishloq xoʻjaligi oʻsish surʼati (2025-y., oʻtgan yilga nisbatan %) oʻrtasidagi Pearson korrelyatsiya koeffitsienti R = -0,43 (R^2 = 0,18; p = 0,10; n = 16) ni tashkil etdi. Bu zaif-oʻrtacha teskari bogʻliqlikni koʻrsatadi, biroq statistik ahamiyatlilik chegarasida (p ≈ 0,10). Yer osti suvi mineralizatsiyasi (2025-y., g/l) bilan oʻsish surʼati oʻrtasidagi bogʻliqlik ancha kuchliroq va statistik ahamiyatli chiqdi: R = -0,64 (R^2 = 0,42; p = 0,007; n = 16) (3-rasm). Bu shuni koʻrsatadiki, tuproqning umumiy shoʻrlanish darajasidan koʻra, yer osti suvlarining sifati (mineralizatsiyasi) qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishi dinamikasiga koʻproq taʼsir koʻrsatuvchi omil hisoblanadi. Bu sugʻorish suvi sifatini nazorat qilish va drenaj tizimlarini takomillashtirishning ustuvor ahamiyatga ega ekanligidan dalolat beradi. Shoʻrlanish darajasining 2024-2025-yillardagi oʻzgarishi bilan oʻsish surʼati oʻzgarishi oʻrtasida esa sezilarli bogʻliqlik aniqlanmadi (R^2 = 0,03; p = 0,51), bu qisqa muddatli (bir yillik) oʻzgarishlarning ishlab chiqarishga taʼsirini baholash uchun uzunroq vaqt qatorlari zarurligini koʻrsatadi.



3-rasm. Tuproq shoʻrlanishi ulushi va qishloq xoʻjaligi oʻsish surʼati oʻrtasidagi bogʻliqlik (R^2 = 0,18).

Oʻrmon va baliqchilik xoʻjaligining tumanlar boʻyicha ixtisoslashuv darajasini aks ettiruvchi LQ koʻrsatkichi tahlili (4-rasm) shuni koʻrsatadiki, eng yuqori LQ qiymatlari aynan yuqori shoʻrlangan va suv havzalariga (Orol dengizi qoldiqlari, koʻllar tizimi) yaqin joylashgan tumanlarda qayd etilgan: Taxiatosh (LQ = 305,4%), Moʻynoq (280,2%), Boʻzatov (213,7%) va Kegeyli (205,9%). Bu tumanlarda qishloq xoʻjaligi uchun yaroqsiz yoki chegaraviy shoʻrlangan yerlardan baliqchilik havzalari va tuzga chidamli oʻrmon ekinlari (saksovul, gledichiya, tamarisk kabi) plantatsiyalari sifatida foydalanish samarali muqobil ixtisoslashuv yoʻnalishi sifatida shakllanayotgani koʻrinadi. Aksincha, Qorao'zak, Chimboy va Ellikqal'a kabi nisbatan yaxshi sugʻoriladigan tumanlarda LQ manfiy qiymatlarga ega boʻlib, bu yerda qishloq xoʻjaligi (dehqonchilik) ustuvor ixtisoslashuv sifatida saqlanib qolmoqda.



4-rasm. Oʻrmon va baliqchilik xoʻjaligi boʻyicha tumanlar lokalizatsiya koeffitsienti (LQ, %), 2024-y.

Ishlab chiqarish hajmi, oʻsish surʼati va shoʻrlanish darajasi kesishmasida oʻtkazilgan k-means klaster tahlili natijasida toʻrtta oʻziga xos tipologik guruh ajratildi (2-jadval).

I klaster ("Yetakchi-barqaror") tumanlari respublika mahsuloti hajmining qariyb yarmini taʼminlaydi va nisbatan past shoʻrlanish darajasiga ega. Bu yerlarda intensiv dehqonchilikni yanada rivojlantirish maqsadga muvofiq. II klaster oʻrtacha koʻrsatkichlarga ega boʻlib, meliorativ holatni yaxshilash orqali I klaster darajasiga oʻsish salohiyatiga ega.

2-jadval. Qoraqalpogʻiston Respublikasi tumanlarining agrosanoat-meliorativ tipologiyasi (k-means klaster tahlili natijalari).

Klaster	Tumanlar	Oʻrtacha hajm, mlrd. soʻm	Oʻrtacha oʻsish, %	Oʻrtacha shoʻrlanish, %	Tipologik nom
I	Amudaryo, Toʻrtkoʻl, Ellikqalʼa, Beruniy	2766.1	104.6	61.9	Yetakchi-barqaror (yuqori hajm, past shoʻrlanish)
II	Taxiatosh, Nukus tumani, Kegeyli, Qoraoʻzak, Taxtakoʻpir	742.8	104.3	64.2	Oʻrtacha rivojlangan, Meliorativ jihatdan nisbatan qulay
III	Xoʻjayli, Shumanoy, Qonlikoʻl, Qoʻngʻirot, Boʻzatov, Chimboy	1076.8	104.9	76.9	Yuqori shoʻrlanish sharoitida jadal rivojlanayotgan
IV	Moʻynoq	239.2	92.2	91.8	Inqirozli – ekologik cheklovlar ustuvor

III klaster yuqori shoʻrlanish (76,9%) sharoitida ham nisbatan yuqori oʻsish surʼatini (104,9%) saqlab qolmoqda. Bu qisman baliqchilik va chorvachilikka yoʻnaltirilgan

diversifikatsiya hisobiga erishilgan bo‘lishi mumkin. IV klaster (Mo‘ynoq) alohida ajratilgan, chunki uning ko‘rsatkichlari boshqa barcha tumanlardan tubdan farq qiladi va maxsus davlat dasturlari doirasida qo‘llab-quvvatlashni talab qiladi [8].

Xulosa. Qoraqalpog‘iston Respublikasi tumanlari agrosanoat makonini tipologiyalash natijasida iqtisodiy salohiyat va meliorativ holat o‘rtasida sezilarli farqlanish mavjudligi aniqlandi. Yer osti suvlari mineralizatsiyasi qishloq xo‘jaligi o‘sish sur’atiga tuproq sho‘rlanishi ulushiga qaraganda kuchliroq va statistik ahamiyatli ta’sir ko‘rsatishi (R^2 = 0,42) isbotlandi. LQ va klaster tahlili asosida ajratilgan to‘rtta tipologik guruh uchun ishlab chiqilgan differensiallashgan takliflar mintaqada resurslardan oqilona foydalanish va tumanlar o‘rtasidagi ijtimoiy-iqtisodiy tengsizlikni kamaytirishga xizmat qilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Isaacson W. Location Quotient Analysis: Methods and Applications in Regional Economics. // Regional Studies Journal, 2019.

2. Micklin P. The Aral Sea Disaster. // Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2007, Vol. 35. – P. 47-72.

3. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. Tumanlar kesimida qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsuloti (xizmati) hajmi hamda ishlab chiqarishning o‘tgan yilga nisbatan foizdagi o‘sish sur‘ati to‘g‘risida ma’lumotlar, 2010-2026 yy. – Toshkent, 2026.

4. Qoraqalpog‘iston Respublikasi gidrogeologiya-melioratsiya ekspeditsiyasi. Yer osti suvlarining mineralizatsiya darajasi to‘g‘risida ma’lumotlar, 1991-2025 yy. – Nukus, 2025.

5. Qoraqalpog‘iston Respublikasi suv xo‘jaligi boshqarmasi. Sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish darajasi bo‘yicha ma’lumot, 2025-yil 1-oktabr holatiga. – Nukus, 2025.

6. UNDP/UNEP. Aral Sea Basin: Environmental and Socio-economic Assessment. – Tashkent, 2021.

7. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – Москва: «Высшая школа», 1991.

8. Раҳимов У.Х. Орол бўйи минтақасида қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг ҳудудий хусусиятлари. – Тошкент: «Фан», 2020.

9. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – Москва: «Мысль», 1990.

УДК 37:311:911.3(575.1)

РАЗВИТИЕ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Тожиева Зулхумор Назаровна – *доктор географических наук, профессор*
z_tadjieva@mail.ru
Джураева Зарина Бахтиёровна – *магистрант*
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

TOShKENT VILOYATIDAGI UMUMIY O‘RTA TA’LIM MUASSASALARINING RIVOJLANIShI VA HUDUDIY JOYLAShUVI

Tojiyeva Zulxumor Nazarovna – *geografiya fanlari doktori, professor*
Djurayeva Zarina Baxtiyor qizi – *magistrant*
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti

DEVELOPMENT AND TERRITORIAL DISTRIBUTION OF GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS IN TASHKENT REGION

Tojieva Zulkhumor Nazarovna – *Doctor of Geographical Sciences, Professor*
Dzhuraeva Zarina Bakhtiyorovna – *master's student*
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Таянч сўзлар: Тошкент вилояти, умумий ўрта таълим, мактаб, жойлашув, ўқувчилар, ўқитувчи, ривожланиш.

Резюме. Мақолада Тошкент вилоятидаги умумий ўрта таълим тизимининг ривожланиши ва ҳудудий жойлашувининг ўзига хос хусусиятлари таҳлил қилинган. Унда вилоят туманлари ва шаҳарларида таълим тизимининг ривожланиш даражаси кўриб чиқилиб, умумий ўрта таълим муассасаларининг ҳудудий тақсимланиши, уларнинг ривожланиш динамикаси ҳамда ўқувчилар сонидаги ўзгаришлар таҳлил этилган. Статистик маълумотлар асосида вилоят туманлари ва шаҳарларидаги умумий ўрта таълим мак-таблари сони ҳамда уларда таҳсил олаётган ўқувчилар сони ўрганилган.

Ключевые слова: Ташкентская область, общеобразовательное учреждение, школа, размещение, учащийся, учитель, развитие.

Резюме. В статье анализируются особенности развития и территориального распределения общеобразовательной системы в Ташкентской области. Рассматривается уровень развития образовательной системы среди районов и городов, приводится анализ распределения общеобразовательных учреждений по территории области, динамика их развития, а также изменения численности учащихся. На основе статистических данных исследуются количество общеобразовательных школ и численность обучающихся по районам и городам области.

Key words: Tashkent region, general education institution, school, distribution, student, teacher, development.

Summary. The article analyzes the features of the development and territorial distribution of the general education system in the Tashkent region. It examines the level of development of the educational system across districts and cities, provides an analysis of the distribution of general education institutions throughout the region, their development dynamics, as well as changes in student enrollment. Based on statistical data, the study investigates the number of general education schools and the number of students in districts and cities of the region.

Введение. В современных условиях развитие системы образования является одним из важнейших факторов социально-экономического развития государства и формирования человеческого капитала. Система общего образования играет ключевую роль в подготовке подрастающего поколения, формировании интеллектуального потенциала общества и обеспечении устойчивого развития страны. В связи с этим в Республике Узбекистан проводится последовательная государственная политика, направленная на модернизацию образовательной системы, повышение качества образования и развитие образовательной инфраструктуры.

В последние годы в стране реализуется ряд масштабных реформ, направленных на совершенствование системы образования. В частности, в Указе Президента Республики Узбекистан от 26 мая 2023 года № УП-79 определены меры по совершенствованию деятельности Министерства дошкольного и школьного образования и организаций, входящих в его систему. В данном документе особое внимание уделяется развитию сети образовательных учреждений, созданию современных условий для обучения учащихся, повышению качества образовательного процесса и внедрению современных педагогических технологий [1].

Ташкентская область является одним из наиболее развитых регионов Республики Узбекистан, где наблюдается значительный рост населения и активное социально-экономическое развитие. В связи с этим возрастает потребность в развитии сети общеобразовательных учреждений и совершенствовании территориального размещения школ. Анализ количества общеобразовательных учреждений и численности учащихся в разрезе районов и городов области позволяет определить особенности развития системы общего образования и выявить существующие проблемы.

Основная часть. Ташкентская область является одним из крупных административно-территориальных регионов Республики Узбекистан и играет важную роль в социально-экономическом развитии страны. В административном отношении область включает 15 районов (Аккурганский, Ахангаранский, Бекабадский, Бостанлыкский, Букинский, Куйичирчикский, Зангиатинский, Юкоричирчикский, Кибрайский, Паркентский, Пскентский, Уртачирчикский,

Чиназский, Янгиюльский, Ташкентский) и 7 городов (Нурафшон, Алмалык, Ангрен, Бекабад, Ахангаран, Чирчик, Янгиюль). В области наблюдается стабильный рост численности населения, что, в свою очередь, оказывает влияние на развитие системы общего образования и увеличение количества обучающихся в общеобразовательных учреждениях.

Система общего образования Ташкентской области включает сеть общеобразовательных школ, расположенных в городах и районах региона. Развитие данной системы тесно связано с демографическими процессами, уровнем урбанизации и социально-экономическим развитием территорий. В последние годы особое внимание уделяется расширению сети образовательных учреждений, улучшению материально-технической базы школ и созданию современных условий для обучения учащихся.

В начале 2023-2024 учебного года в Ташкентской области функционировало 917 общеобразовательных учреждений, что на 23 учреждения больше по сравнению с 2020 учебным годом. Данная динамика свидетельствует о постепенном развитии сети образовательных учреждений и расширении образовательной инфраструктуры региона.

Если рассматривать распределение по городам, наибольшее количество общеобразовательных учреждений сосредоточено в городах Ангрен (43 школы), Чирчик (28 школ) и Алмалык (26 школ). Эти города выделяются относительно высоким уровнем развития образовательной сети. В то же время наименьший показатель наблюдается в городе Ахангаран, где функционирует 11 общеобразовательных учреждений.

Среди районов области наибольшее количество общеобразовательных учреждений отмечается в Бекабадском (62 школы), Кибрайском (60 школ), Бостанлыкском (58 школ), а также в Пскентском и Янгиюльском районах (по 57 школ). Это объясняется как значительной численностью населения данных районов, так и их социально-экономическим развитием.

Вместе с тем относительно низкие показатели наблюдаются в Куйичирчикском (40 школ), Чиназском (41 школа), Паркентском (42 школы) и Зангиатинском районах (44 школы). Подобные различия в количестве образовательных учреждений обусловлены демографическими особенностями территорий, уровнем урбанизации и потребностями населения в образовательных услугах.

1-таблица. Количество общеобразовательных учреждений в Ташкентской области (на начало учебного года, единиц)

	2010/2011 гг.	*2015/2016 гг.*	*2020/2021 гг.*	*2021/2022 гг.*	*2022/2023 гг.*	*2023/2024 гг.*
Ташкентская область	**891**	**877**	**894**	**897**	**907**	**917**
Город Нурафшон			13	14	13	14
Город Алмалык	24	24	24	24	25	26
Город Ангрен	45	44	46	48	43	43
Город Бекабад	17	17	20	19	22	21
Город Ахангаран			9	10	11	11
Город Чирчик	26	24	25	26	26	28
Город Янгиюль			13	12	14	15
Аккурганский район	50	50	50	50	51	51
Ахангаранский район	58	59	51	51	53	54
Бекабадский район	57	57	59	61	62	62
Бостанлыкский район	53	54	54	54	57	58
Букинский район	54	54	54	54	56	56
Куйичирчикский район	51	51	52	52	53	40
Зангиатинский район	79	77	43	43	40	44
Юкоричирчикский район	40	40	41	41	40	53
Кибрайский район	51	48	48	49	44	60
Паркентский район	50	49	53	54	59	42
Пскентский район	44	39	42	43	43	57
Уртачирчикский район	74	74	62	57	58	49
Чиназский район	48	48	49	48	49	41
Янгиюльский район	70	68	55	56	56	57
Ташкентский район			31	31	32	35

Таблица составлена автором на основе данных Главного управления статистики Ташкентской области.

Численность учащихся в общеобразовательных учреждениях Ташкентской области составляет 532,6 тыс. человек (по состоянию на 2023 год). По сравнению с 2020 годом данный показатель увеличился на 14,8 тыс. человек, или на 2,8 %, что свидетельствует о росте контингента обучающихся в регионе. В среднем на одну школу приходится 580 учащихся. В школах города Чирчик обучается 31,7 тыс. учащихся, что является наибольшим показателем среди городов области; при этом на одну школу приходится 1132 учащихся, что указывает на высокую нагрузку на образовательные

учреждения. Если рассматривать районы области, то по численности учащихся лидируют Янгиюльский (35,4 тыс. человек), Ташкентский (33,5 тыс. человек) и Паркентский (33,3 тыс. человек).

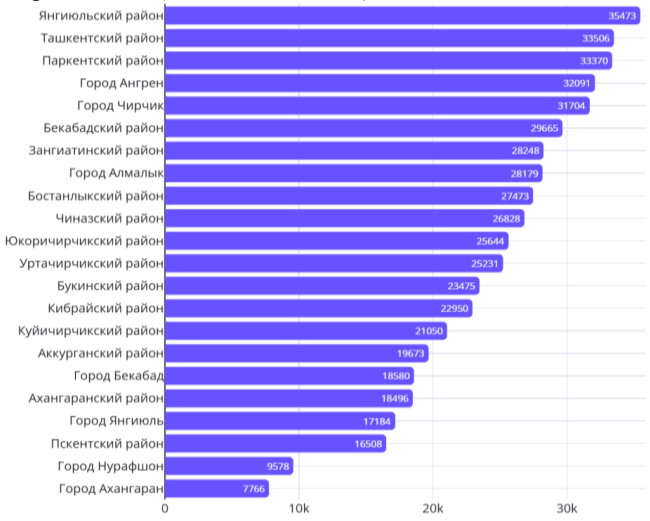


Рис. 1. Численность учащихся (на начало учебного года, человек) [2].

В общей структуре учащихся по полу общеобразовательных учреждений, принятых за 100 %, доля девочек составляет 47,9 % (255,1 тыс. человек), а доля мальчиков – 52,1 % (277,5 тыс. человек).

Если рассматривать численность учащихся по классам, то в 2023 году в 1-4 классах обучалось 207,9 тыс. человек, в 5-9 классах – 253,0 тыс. человек, а в 10-11 классах – 68,4 тыс. человек. В общеобразовательных учреждениях на начало 2023/2024 учебного года осуществляли деятельность 38,4 тыс. учителей (без учёта совместителей). По сравнению с 2020 годом (37,3 тыс. человек) данный показатель увеличился на 2,9 %, что свидетельствует о постепенном росте кадрового потенциала системы образования.

Коэффициент обеспеченности общеобразовательными школами является одним из важных показателей системы образования, отражающим уровень охвата учащихся и соотношение между количеством школ и численностью обучающихся. С помощью данного показателя можно оценить степень нагрузки на школы, а также уровень использования их проектной мощности. Кроме того, данный коэффициент позволяет определить достаточность или нехватку образовательных учреждений в отдельных территориях. В связи с этим анализ коэффициента обеспеченности школами имеет важное значение для развития и планирования системы образования на региональном уровне.

По состоянию на 15 сентября 2021 года в 48,6 % общеобразовательных школ коэффициент охвата составлял до 1,0, в 30,2 % школ – находился в пределах 1,1-1,4, в 15,6 % школ – 1,5-1,9, а в 5,5 % школ данный показатель составлял 2,0 и выше. Высокий уровень коэффициента охвата свидетельствует о стабильном развитии системы образования в регионе. В таких условиях расширяются возможности получения образования для учащихся, а учебный процесс в школах организуется более эффективно. Повышение уровня охвата способствует улучшению доступа к образованию, развитию интеллектуального потенциала учащихся и подготовке квалифицированных кадров. В конечном итоге это оказывает положительное влияние на социально-экономическое развитие региона.

Распределение численности учащихся общеобразовательных учреждений по языкам обучения выглядит следующим образом: из общего числа учащихся 79,4 % (423,1 тыс. человек) обучаются на узбекском языке, 12,8 % (68,3 тыс. человек) – на русском языке, 4,2 % (22,4 тыс. человек) – на казахском языке, 1,3 % (6,7 тыс. человек) – на таджикском языке, 0,14 % (745 человек) – на киргизском языке, а 2,1 % (11,2 тыс. человек) обучаются на других языках.

В городах Ангрен, Алмалык и Чирчик доля учащихся, обучающихся в узбекских классах, значительно выше по сравнению с другими городами. В Янгиюльском, Бекабадском, Паркентском, Зангиатинском и Ташкентском районах узбекский язык также является основным языком обучения в системе общего образования.

Среди других языков обучения наибольшее количество учащихся, обучающихся на русском языке, наблюдается в городах Чирчик и Ангрен, а также в Юкоричирчикском районе. Учащиеся, обучающиеся на казахском языке, в основном сосредоточены в Бостанлыкском и Юкоричирчикском районах, тогда как наибольшее число учащихся, обучающихся на таджикском языке, зафиксировано в городе Ангрен и Паркентском районе.

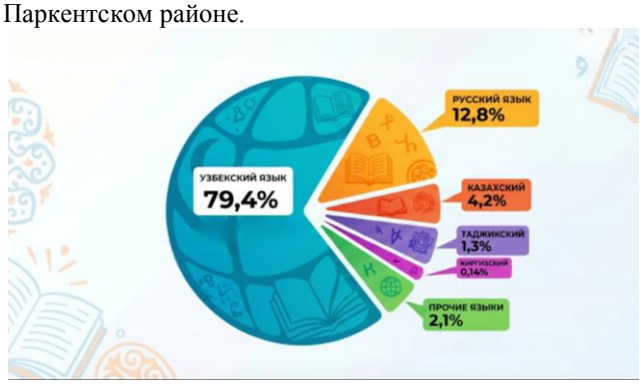


Рис. 2. Распределение численности учащихся общеобразовательных учреждений по языкам обучения [3].

Размещение школ на территории Ташкентской области формировалось в тесной взаимосвязи с природно-географическими, демографическими и социально-экономическими особенностями региона. Территориальная организация сети школ, прежде всего, определяется характером расселения населения, плотностью населения и системой размещения населённых пунктов.

В пределах области размещение школ носит неравномерный характер. В промышленно развитых и урбанизированных районах, таких как города Чирчик, Ангрен и Алмалык, общеобразовательные учреждения расположены относительно плотно. В данных территориях высокая плотность населения обусловливает небольшие расстояния между школами, которые, как правило, составляют 0,5–1,5 км.

В отличие от этого, в сельских и предгорных районах области, в частности в Бостанлыкском, Паркентском и Ахангаранском районах, школы размещены более разрозненно, поскольку населённые пункты здесь характеризуются низкой плотностью и значительной территориальной рассредоточенностью.

В результате одна общеобразовательная школа обслуживает сразу несколько населённых пунктов, а расстояние между ними в среднем составляет 2-4 км, а в отдельных горных районах может достигать 4-7 км.



Рис. 2. Распределение школ по типам местности в Ташкентской области [3].

Общее количество общеобразовательных школ в Ташкентской области составляет 888 учреждений. Их территориальное распределение по типам местности характеризуется значительной неравномерностью.

Наибольшая доля школ приходится на сельскую местность – 632 школы, что составляет примерно 71,2% от общего числа. Это свидетельствует о том, что система образования области ориентирована преимущественно на сельское население, которое занимает значительную часть территории региона.

В городской местности расположено 153 школы (около 17,2%). Несмотря на меньшую численность по сравнению с сельскими территориями, городские школы, как правило, отличаются большей вместимостью и более развитой инфраструктурой.

В районных центрах функционируют 72 школы, что составляет примерно 8,1% от общего числа. Данная категория занимает промежуточное положение между городскими и сельскими образовательными учреждениями и выполняет важную административно-образовательную функцию. Минимальное количество школ размещено в отдалённых районах – 31 школа (около 3,5%). Это объясняется низкой плотностью населения и сложными условиями расселения в данных территориях. Таким образом, анализ показывает, что распределение школ в Ташкентской области имеет ярко выраженную сельскую направленность. Это отражает особенности расселения населения и подчеркивает необходимость дальнейшего развития образовательной инфраструктуры, особенно в отдалённых и труднодоступных районах.

Такие территориальные различия в размещении школ объясняются рядом факторов, среди которых основными являются природные условия (сложность рельефа, наличие горных территорий), уровень развития транспортной инфраструктуры и плотность населения.

В последние годы в области реализуются меры по расширению территориального охвата образовательных учреждений за счёт строительства новых школьных зданий и реконструкции существующих.

Заключение. В результате проведённого исследования установлено, что система общего образования Ташкентской области характеризуется устойчивой положительной динамикой развития, выражающейся в увеличении количества общеобразовательных учреждений, росте численности учащихся и постепенном укреплении кадрового потенциала. Расширение сети школ и увеличение числа учебных мест свидетельствуют о приоритетном внимании государства к развитию образовательной сферы.

Анализ территориального распределения общеобразовательных учреждений показал, что их размещение в значительной степени соответствует особенностям расселения населения и уровню социально-экономического развития отдельных территорий. Наибольшая концентрация школ и учащихся наблюдается в городах и экономически развитых районах, тогда как в сельских и предгорных районах сохраняется более разреженная сеть образовательных учреждений. Это обусловливает определённые различия в доступности образования и уровне нагрузки на школы.

Выявлено, что в ряде городов и районов наблюдается высокая наполняемость школ, что свидетельствует о необходимости дальнейшего расширения образовательной инфраструктуры, строительства новых школ и оптимизации их территориального размещения. В то же время в сельских районах актуальной задачей остаётся повышение доступности образовательных услуг с учётом природно-географических условий и транспортной обеспеченности.

Литература

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 26 мая 2023 года № УП-79 «О мерах по эффективной организации деятельности Министерства дошкольного и школьного образования и организаций в его системе».
2. Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. Официальные статистические данные по системе образования. – Ташкент, 2023. https://stat.uz/uz/rasmiy-statistika/social-protection-2
3. Министерство дошкольного и школьного образования Республики Узбекистан. Статистический сборник. – Ташкент, 2023. https://gov.uz/oz/uzedu/pages/statistika
4. Солиев А. Ўзбекистон иқтисодий ва ижтимоий географияси. – Тошкент: «Ўзбекистон». 2014.
5. Курбанов Ш.Б., Федорко В.Н. География Узбекистана (II часть. Экономическая и социальная география Узбекистана). Учебник / Отв. ред. М.И. Назаров. – Ташкент: «Yangi Chirchiq prints», 2024.

NUKUS ShAHRIDA AHOLIGA UY-JOY KOMMUNAL XIZMAT KO‘RSATISh TIZIMINI YAXShILAShDA ChIQINDILARNI BOShQARIShNING AHAMIYATI

Uzakbaev Koblan Keunimjay uli – *geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori*
koblan.uzakbaev91@gmail.com
Seytnazarov Arman Kalbay uli – *talaba*
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ЗНАЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ НАСЕЛЕНИЮ ГОРОДА НУКУСА

Узакбаев Коблан Кеунимжаевич – *доктор философии по географическим наукам*
Сейтназаров Арман Калбаевич – *студент*
Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

THE SIGNIFICANCE OF WASTE MANAGEMENT IN IMPROVING THE HOUSING AND COMMUNAL SERVICES SYSTEM FOR THE POPULATION OF NUKUS

Uzakbaev Koblan Keunimjayevich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences*
Seytnazarov Arman Kalbayevich – *student*
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: Nukus, chiqindi, mikroorganizmlar, gelmintlar, havo, suv, tuproq, o‘simliklar, logistika, aholiga xizmat ko‘rsatish sohalari, “Guzar” MFY, chiqindi tashlash maydonchasi, chiqindi qutisi, xonadon, bolalar bog‘chasi, savdo do‘koni, kafe, dorixona, sartaroshxona, tonna, “aqlli chiqindi qutisi”, “toza shahar”, “yashil iqtisodiyot”, “yashil makon”, “yashil hudud”

Rezyume. Maqolada Nukus shahrida uy-joy kommunal xizmat ko‘rsatish tizimini takomillashtirishda chiqindilarni samarali boshqarishning ahamiyati yoritilgan. Tadqiqot obyekti sifatida Nukus shahridagi “Guzar” mahalla fuqarolar yig‘ini hududi tanlangan. Hududda hosil bo‘ladigan maishiy chiqindilarning kundalik, oylik va yillik hajmi statistik ma’lumotlar asosida aniqlangan. Mavjud chiqindi tashlash maydonchalari va chiqindi qutilarining holati hududiy jihatdan baholangan. Chiqindilarning o‘z vaqtida olib chiqilmasligi natijasida yuzaga keladigan sanitariya, ekologik va estetik muammolar tahlil qilingan. Maishiy chiqindilarni boshqarishda ultratovushli sensorlarga asoslangan “aqlli chiqindi qutisi” tizimini joriy etish taklif etilgan. Mazkur tizim chiqindi qutilarining to‘lish darajasini masofadan kuzatish va chiqindi tashish yo‘nalishlarini optimallashtirish imkonini beradi. Taklif etilgan yechimlar “toza shahar” konsepsiyasini amalga oshirish, aholining chiqindi madaniyatini yuksaltirish va Nukus shahrining ekologik holatini yaxshilashga xizmat qilishi yoritilgan.

Ключевые слова: Нукус, отходы, микроорганизмы, гельминты, воздух, вода, почва, растения, логистика, сферы обслуживания населения, «Гузар» МСГ, площадка для складирования отходов, мусорный контейнер, домовладение (квартира), детский сад, торговый магазин, кафе, аптека, парикмахерская, тонна, «умный мусорный контейнер», «чистый город», «зелёная экономика», «зелёное пространство», «зелёная территория».

Резюме. В статье освещена важность эффективного управления отходами в совершенствовании системы жилищно-коммунального обслуживания населения города Нукус. В качестве объекта исследования выбрана территория махаллинского схода граждан «Гузар» города Нукус. На основе статистических данных определён суточный, месячный и годовой объём образующихся бытовых отходов. В территориальном аспекте оценено состояние существующих площадок для складирования отходов и мусорных контейнеров. Проанализированы санитарные, экологические и эстетические проблемы, возникающие вследствие несвоевременного вывоза отходов. Предложено внедрить систему «умных мусорных контейнеров» на основе ультразвуковых датчиков. Данная система обеспечивает дистанционный мониторинг уровня заполнения контейнеров и позволяет оптимизировать маршруты вывоза отходов. Показано, что предложенные решения способствуют реализации концепции «чистый город», повышению культуры обращения с отходами населения и улучшению экологической обстановки города Нукус.

Key words: Nukus, waste, microorganisms, helminths, air, water, soil, plants, logistics, service sectors, “Guzar” MSA, waste disposal site, waste bin, apartment, kindergarten, store, cafe, pharmacy, barbershop, ton, “smart waste bin”, “clean city”, “green economy”, “green space”, “green territory”.

Summary. The article highlights the significance of effective waste management in improving the housing and communal services system in the city of Nukus. The object of the study was the territory of the “Guzar” mahalla citizens’ assembly in the city of Nukus. The daily, monthly, and annual volume of household waste generated in the territory was determined based on statistical data. The condition of existing landfills and waste bins was assessed at the regional level. The sanitary, environmental, and aesthetic problems arising from the untimely removal of waste are analysed. It is proposed to introduce a "smart waste bin" system based on ultrasonic sensors in household waste management. This system allows for remote monitoring of trash can filling levels and optimising waste transportation routes. It is highlighted that the proposed solutions will serve to implement the “clean city” concept, increase the waste culture of the population, and improve the ecological state of Nukus.

Kirish. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2026-yil 16-fevraldagi “Mamlakat taraqqiyotining 2030-yilgacha mo‘ljallangan ustuvor yo‘nalishlari doirasida islohotlarni izchil davom ettirish va yangi bosqichga olib chiqishning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-21-son Farmonining 72-maqsadida Qattiq maishiy chiqindilarni to‘plash va olib chiqish xizmatlari sifatini yaxshilash bo‘yicha aniq maqsad va vazifalar belgilangan.

Chiqindilar butun dunyo bo‘ylab, jumladan, O‘zbekiston uchun ham dolzarb muammoga aylanib bormoqda. Chiqindilar tarkibida ko‘p miqdordagi mikroorganizmlar, shuningdek, gelmintlar va pashsha tuxumlari mavjud. Kemiruvchilar ham katta miqdordagi axlatlarda to‘planishi mumkin. Agar to‘g‘ri yoki o‘z vaqtida tozalanmasa, chiqindilar havo, suv, tuproq, o‘simliklar, uylar va jamoat binolarini ifloslantiradi, bu esa aholi punktlarining sanitariya holatini sezilarli darajada yomonlashtiradi. Shuning uchun aholi punktlaridagi chiqindi tashlash maydonchalarini vaqtida tozalashning gigienik ahamiyati juda muhimdir.

Chiqindilarni yo‘q qilish tizimi o‘zini oqlaydigan kam sonli boshqaruv texnologiyalaridan biridir. Undan “aqlli chiqindilarni yig‘ish logistikasi”ni yaratish, shu orqali yoqilg‘i sarfini tejash, dvigatelning ortqicha ishlash muddatini kamaytirish va xodimlar vaqtini va ularga ketadigan harajatlarni tejash mumkin. Tizim mahalliy va mintaqaviy chiqindilarni boshqarish operatorlari, shahar, shaharcha va tumanlarning hokimliklari, mahalla va qishloq fuqarolar yig‘inlari uchun foydalidir. Chiqindilarni yo‘q qilish tizimi asosan chiqindi tashuvchilar uchun yaratilgan bo‘lsa-da, bu texnologiya shahar ozodaligiga va ekologik vaziyatni yaxshilashga hissa qo‘shadi. Chiqindilarni o‘z vaqtida va sifatli olib tashlash “toza shahar” konsepsiyasini amalga oshirishimizga va shaharlarimiz va qishloqlarimizdagi sanitariya holatining yaxshi bo‘lishiga, farzandlarimizning sog‘ligiga ham o‘z ta’sirini ko‘rsatadi.

Materiallar va usullar. Bu maqolada asosan geografik taqqoslash, kameral, hududiy analiz, statistik-matematik metodlardan foydalanildi.

Adabiyotlar bo‘yicha sharx. Chiqindilarni boshqarish masalasiga geografik yondashuv ilk bor 1972-yilda Jan Guye tomonidan uning doktorlik dissertatsiyasida amalga oshirilgan. U “Chiqindilar geografiyasi asoslari: Le-Man va Lyej mintaqalarida inventarizatsiya va qiyosiy tahlil tajribasi” nomli ishi orqali fransuz ilmiy maktabida ushbu mavzuni rivojlantirgan. Garchi bu geografik tadqiqotlarda yangi yo‘nalish bo‘lsa-da, mazkur masala ko‘pincha e’tibordan chetda qolib kelgan. Jan Guye ushbu yo‘nalishdagi asosiy tadqiqotchi bo‘lib, u yangi fan – rudologiya (chiqindilarni boshqarishni tizimli o‘rganish)ning asoschisi hisoblanadi. U 1990-yildan buyon Le-Mandagi Rudologiya institutiga rahbarlik qilgan. Ushbu sohaga katta hissa qo‘shgan olimlardan yana biri Grenobl universitetidan Alber Toveron hisoblanadi [11]. Asta-sekin chiqindilar masalasi ko‘plab xalqaro va milliy ekologik siyosat hujjatlarida tobora ko‘proq muhokama qilinadigan mavzuga aylandi. Uning hududiy jihatlari geograf olimlarning ushbu tadqiqot yo‘nalishiga qiziqishi ortishi bilan yaqqol namoyon bo‘ldi va “chiqindilar geografiyasi” yo‘nalishi shakllandi. Fransuz maktabida ushbu soha ijtimoiy-iqtisodiy darajaning chiqindilarni boshqarish xizmatlariga (yig‘ish tizimlari, tashish, qayta ishlash va utilizatsiya qilish) ta’sirini hamda ularning hududiy rejalashtirishdagi o‘rnini o‘rganadi. Hududiy yondashuvdan xoli bo‘lgan aksariyat texnik yoki iqtisodiy tadqiqotlar (konseptual va uslubiy ishlar) Guye [4, 5], Tabo va Amez [12] kabi geograflarning ishlarida ko‘rib chiqilgan.

Chiqindilarni boshqarish geografiya sohasidagi doktorlik tadqiqotlarida alohida yo‘nalishga aylandi: Kah [6, 7], Nkunku [10], Perrin [11], Kampan [1]. Rivojlanayotgan mamlakatlarda chiqindilarni boshqarishning dolzarb muammolari va uning atrof-muhitga ta’siri geograflar e’tiborini tortdi; xususan, Afrika qit’asida va turli mintaqa yoki shaharlar misolida o‘tkazilgan Mombo va Edu [9], Menye [8], El-Abidini [2], Firdaus va Ahmad [3] tadqiqotlarida ushbu masala yoritilgan. Umuman olganda, chiqindilarni boshqarishga geografik yondashuv miqdoriy va sifat usullari orqali amalga oshiriladi.

Natijalar. Nukus shahri aholisining soni 2026-yil 1-yanvar holatiga 349,4 ming kishini tashkil etib, bu ko‘rsatkich bo‘yicha O‘zbekistonda 5- [13], mintaqada esa 1-o‘rinda turuvchi yirik shahar hisoblanadi. 2025-yil davomida aholidan 81 093 tonna maishiy chiqindi chiqqan bo‘lib [14], bu chiqindilar deyarli qayta ishlanmaydi. Nukus shahri aholisi eng zich joylashgan hududlar shaharning janubi-sharqiy hududidagi kichik tumanlarga to‘g‘ri keladi. Bu hududda joylashgan “Guzar” MFY dagi aholi 100 % ko‘p qavatli joylarda yashab, chiqindilarni hududda joylashgan 3 ta chiqindi tashlash maydonchasiga tashlaydi. MFY hududida jami 1056 xonadon, 2 ta bolalar bog‘chasi, 11 ta savdo do‘koni, 2 ta kafe, 2 ta dorixona, 2 ta sartaroshxona bo‘lib, hududdan har kuni 3,6 tonna, oyiga 108 tonna, 1 yilda esa 1 317,6 tonna chiqindi chiqadi.

MFY hududida joylashgan 3 ta chiqindi tashlash maydonchasidagi 12 ta chiqindi qutisi ma’nan eskirgan va aholining sutkalik chiqindi hajmini qanoatlantirmaydi.

Maishiy chiqindilarni olib chiqish, yo‘q qilish va ko‘mish bilan bog‘liq bir qator dolzarb muammolar mavjud. Bularga chiqindilarni qayta ishlash zavodlarining yo‘qligi, chiqindi qutilarining aholi soniga nomuvofiqligi, chiqindi madaniyati va boshqalar kiradi. Bundan tashqari, muammolardan biri to‘la chiqindi qutilarining o‘z vaqtida bo‘shatilmaganligidir. Bu masala bir qancha nuqtai nazardan ko‘rib chiqilishi kerak.

Birinchidan, chiqindi qutilarida to‘plangan chiqindilar va uning natijasida ularning atrofida sochilgan chiqindilar bino, ko‘cha va shaharning estetik ko‘rinishini buzadi.

Ikkinchidan, to‘plangan chiqindilar inson salomatligi, ayniqsa bolalar uchun bevosita xavf tug‘diradi, chunki u bakteriyalar va mikroblar uchun ko‘payish joyi bo‘lib xizmat qiladi.

Uchinchidan, to‘plangan chiqindilar kalamush populyatsiyasining ko‘payishi uchun qulay muhit yaratadi, bu ba’zi hollarda odamlarga yoki uy hayvonlariga jismoniy zarar yetkazishi mumkin.

Shubhasiz, chiqindi qutilari muntazam ravishda bo‘shatilishi kerak. Biroq, chiqindi tashuvchilar ko‘pincha chiqindi qutilariga belgilangan vaqtda tashrif buyursalar, chiqindilarni olib tashlashni yuqori sifatli deb hisoblashadi. Qattiq maishiy chiqindilarni olib tashlash muammosini hal qilish uchun yangi yondashuvlar va zamonaviy texnologiyalar zarur.

Bunday zamonaviy texnologiyalarni turmushga tadbiq etish Yangi O‘zbekiston siyosatining ajralmas qismi bo‘lib, Davlatimiz va Prezidentimiz tomonidan olib borilayotgan “yashil iqtisodiyot”, “yashil makon”, “yashil hudud”

siyosatining ajralmas qismi hisoblanadi.

Muhokama. Chiqindilarni boshqarish uchun “aqlli chiqindi qutisi” loyihasining asosiy vazifalari chiqindilarni boshqarishni avtomatlashtirish va ekologik samaradorlikni oshirishga qaratilgan. G‘oyaning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- to‘lgan chiqindi qutilaridagi chiqindilarni olib chiqish muammosini o‘rganish;
- aniqlangan muammoning yechimlarini tahlil qilish;
- yechimlarni tahlil qilish va optimal yechimini tanlash;
- tizimni joriy etishning iqtisodiy hisob-kitobi va uning o‘zini oqlash muddatini aniqlash;
- ultratovushli sensorlar orqali chiqindi qutisi qanchalik to‘lganini aniqlash va bu ma’lumotni markaziy tizimga avtomatik uzatish;
- joyni tejash uchun chiqindilarni siqish va qutining sig‘imini 3-5 barobargacha oshirish;
- qaysi hududda qancha chiqindi yig‘ilayotganini tahlil qilib, chiqindi tashuvchi mashinalar harakat yo‘nalishini (logistikasini) optimallashtirish;
- Nukus shahri “Guzar” MFY hududidagi chiqindi tashlash maydonchalariga tashlanayotgan har kunlik, oylik va yillik chiqindi miqdori va tarkibini aniqlash va yig‘ilgan ma’lumotlarni chiqindilarni olib chiqish bilan shug‘ullanadigan sanitar tozalash korxonalari bilan tahlil qilish;
- Hududdagi chiqindi tashlash maydonchalarining sanitar holatini o‘rganish, chiqindi qutilarining eskirganlarini yangisiga almashtirish;
- Nukus shahri “Guzar” MFY hududiga o‘rnatilgan chiqindilarni boshqarish uchun “aqlli chiqindi qutisi” loyihasini hududdagi chiqindilarni olib chiqish bilan shug‘ullanadigan sanitar tozalash korxonasi bilan birgalikda olib borish;
- Hududdagi aholining chiqindi madaniyatini o‘rganib chiqish, bolalar o‘rtasida chiqindilarni maxsus belgilangan chiqindi tashlash maydonchalariga tashlash bo‘yicha ko‘nikmalarni shakllantirish bo‘yicha tadbirlar tashkillashtirish va aholi o‘rtasida keng tushuntirish ishlarini olib borish;

Bu loyiha shahar tozaligini saqlashda inson omilini kamaytiradi va harajatlarni tejaydi.

Xulosa. “Aqlli chiqindi qutilari” hududning estetik ko‘rinishini yaxshilab, chiqindi bilan to‘lgan qutilardan chiqadigan badbo‘y xidni minimallashtiradi.

Chiqindilarning vaqtida va atrofga yoyilishining olinishi natijasida bakteriya va mikroblarning ko‘payishining, kalamush populyatsiyaning, qushlarning chiqindilarni hudud bo‘ylab yayratib tashlashining oldi olinadi. Bu esa hududda yashayotgan insonlar, ayniqsa bolalar salomatligiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi.

Chiqindilarni vaqtida olib ketilishi hudud aholisining kommunal xizmatlarga bo‘lgan ishonchini oshiradi va hayotidan mamnunlik uyg‘otadi. Aholining chiqindi madaniyati yuksaladi.

Chiqindi qutilarining to‘lganligini vaqtida bilish, chiqindi tashish avtomobillarining ortiqcha yoqilg‘i yoqishining oldini oladi, haydovchining ish vaqtini kamaytiradi va xizmatlarni ko‘rsatishda inson omilini kamaytirish sanitar tozalash korxonasining ish unumdorligini oshirib, ortiqcha harajatlarni tejashga yordam beradi.

Adabiyotlar

1. Campan F. Le traitement et la gestion des déchets ménagers à la Réunion: approche géographique., Université de la Réunion, Thèse de doctorat, 2007.
2. El Abidinesy, Z., Géographie urbaine de l'insalubrité. Le cas de Saint-Louis du Sénégal. – Paris: L'Harmattan, 2009.
3. Firdaus G., Ahmad A., Management of Urban Solid Waste Pollution in Developing Countries, Int.J. Environ. Res., 2010, 4. – P. 795-806.
4. Gouhier J., Au-delà du déchet, le territoire de qualité: Manuel de rudologie, Le Havre, Presses Universitaires de Rouen et du Havre, 2006.
5. Gouhier J., Eléments pour une géographie des déchets : essai d'inventaire et analyse comparée dans le Maine et la Région de Liège, Universite de Caen, Thèse de doctorat, 1972.
6. Kah E. La méthode d’évaluation contingente appliqué aux déchets urbains, L’Espace géographique, 2003, 1. – P. 47-59.
7. Kah E., Un problème de préservation de l’environnement en géographie: l’élimination des déchets ménagers. L’exemple du consentement à payer”, Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2000.
8. Meunier N.A., Géographie d'une ville à travers la gestion des déchets, Ouagadougou (Burkina Faso) in Mappemonde, 2007, № 83(3).
9. Mombo J.B., Edou M. La gestion des déchets solides urbains au Gabon, Geo-Eco-Trop, 2005, 29. – P. 89-100.
10. N’kounkou U., Gestion territoriale des ordures ménagères franciliennes – le gisement des ordures ménagères, leurs espaces de production: vers une minimisation du flux résiduel. Université du Maine, thèse de doctorat, 2000.
11. Perrin N., Approche globale des besoins en informations des collectivités locales dans le domaine de la gestion des déchets ménagers. Essai d’une analyse spatiale sur les villes de Grenoble, Vitry-Sur-Seine et de la Communauté d’Agglomération du Pays Voironnais, Thèse de doctorat ,l’Université Joseph Fourier. – Grenoble, 2004.
12. Tabeaud M., Hamez G., Les métamorphoses du déchet. – Paris: Publications de la Sorbonne, 2000.
13. www.stat.uz
14. www.qrstat.uz

M A Z M U N Í

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER

Fizika-matematika. Texnika. Informatika

Эшмурадов Д.Э., Низомов Н.Б., Исмаилов О.М. Суюқ маҳсулотлар сифат кўрсаткичларини назорат қилиш учун адаптив сиғимли датчик ва ўлчаш тизимини математик моделлаштириш ……... 3
Haqqulov M.K. Kremniyda II va VI guruh kirishma atomlarining binar nanoklasterlar hosil qilish shartlari ……... 6
Jalelov M.A. Neytron-transmutaciyalıq legirlengen kremniydegi teń salmaqlı emes zaryad tasıwshılardıń jasaw waqtı ……... 9
Mamutova G.Sh. Analytical reconstruction for a weighted integral geometry problem using the fourier transform ……. 13
Qurbonov N.N. Kompyuter tomografiyasi tasvirlarini furye almashtirishi yordamida qayta ishlash va filtrlash usullarini tadqiq etish ……. 16
Tanirbergenov S.A. Dual sanlar haqqında túsinikler …….. 21
Умматов О.О., Очилов Г.М. Роль одновременной активации и модифицирования при получении металлсодержащих пористых композитов на основе древесного карбонизата 23
Уразымбетова Э.П., Тлеумуратова Б.С. Пространственно-временная связь запылённости атмосферы и первичной заболеваемости болезнями органов пищеварения в Каракалпакстане …….. 28
Uteuliev N.U., Abdalieva G.R., Asenbaev N.A., Orazbaev J.A., Asenbaeva D.A. Qoraqalpoq tili uchun subword tokenizatsiya algoritmlarining qiyosiy tahlili …… 31
Yakubov S.X., Jamalova G.B. Soliq tizimida boshqaruv qarorlarini qabul qilishni matematik modellashtirish va tahlil qilish …… 34
Zikrillayev X.F., Hamroqulov Sh.I. Kremniy namunalarini olmos simli kesish qurilmasida tayyorlash va marganets, temir, nikel kirishma atomlari o‘zaro ta’sirini o‘rganish uchun metodik yondashuv ……... 38
Шарибаев М.Б., Юсупов О.Н., Каландарова Ш.К., Абдикамалова Д. Влияние γ-облучении на фотолюминесцентные свойства квантовых ямах CdZnSe/ZnSe ……... 41

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya

Алламбергенова Н.Б., Ажиев А.Б., Мамарахимов О.М. Влияние гидрогелей и стимуляторов роста на всхожесть и приживаемость семян перспективных галофитов в условиях осушенного дна Аральского моря ……. 44
Атаджанов Х.Л., Шакарбоев Э.Б., Бердибаев А.С. Чиябўрилар популяцияси сонининг прогноз модели …… 47
Berdibaev A.S. Qaraqalpaqstan sharayatında sarı *C.fulvus* hám kishkene *C.pygmaeus* balpaqlar gelmintofaunası …… 52
Bozorova A.X. Ivanov usuli yordamida Arbekina navli zaytun (olea europaea l.) barg sathini aniqlash va tahlil qilish ……. 55
Jollibekova G.P., Juginisov T.I., Saparov K.A. Qoraqalpog‘iston sharoitida dominant tur so‘qir qandalalar (*hemiptera: miridae*)ning bioekologik xususiyatlari …… 58
Марупов А.А. Современная оценка геолого-геоморфологических условий и состояния почв сельскохозяйственных земель Ферганской долины ……... 62

Matmuratov M.A., Saparov K.A., Saparov A.D., Sultanov E.Q. Qoraterang ko‘lining ekotizimlarining ekologik holatini zoobentos ko‘rsatkichlari asosida baholash …… 65
Matmuratova G.I. Qoraqalpog‘iston agrotsenozlari bargxo‘r qo‘ng‘izlarining ekologiyasi …. 68
Mirametova N.P. Atrof-muhit sifatini integral baholash asosida Orolbo‘yi mintaqasining atmosfera havosi holatini tahlil qilish ……... 70
Otenova F.T. Qoraqalpog‘iston sharoitida sug‘oriladigan erlarning holatini ekologik baholashning dolzarb muammolari ……... 73
Serjanova G.S., Juginisov T.I. Qoraqolpog‘iston sharoitida *aleyrodidae* oilasi oqqanotlilarining oziqaviy o‘simliklari va fenologik kalendari ……... 77

Geografiya

Abdiramanov J.B. Geografiya táliminde ekologiyalıq mádeniyattı qáliplestiriw hám tálim beriwdiń ózgeshelikleri ……. 80
Xolbekova O‘.T., Ravshanov A.X. O‘zbekistonda madaniy turizm va etnoturizmning innovatsion rivojlanish tendensiyalari va ilmiy asoslari ……... 83
Ibragimov L., Talabboyeva M., Po‘latova Q. Namangan viloyati migratsiya jarayonlarining hududiy tafovutlari ……... 88
Qurbonov Sh.B., Yeshimbetov U.X., Hamdamov E.D. O‘zbekistonda mavsumiy rekreatsiya tizimlari rivojlanishining geografik omillari va hududiy xususiyatlari ……..... 92
Mamatova D.N., Baxriyev M.B., Eshonqulov R.A. Vegetatsiya indeksining me’yorlashtirilgan farqi (ndvi) tahlili asosida Nishon tumanining cho‘llanishini tadqiq qilish 96
Oteuliev M.O. Qoraqalpog‘istonda agrosanoat makonini tipologiyalash …… 100
Тожиева З.Н., Джураева З.Б. Развитие и территориальное распределение общеобразовательных учреждений в Ташкентской области ……. 104
Uzakbaev K.K., Seytnazarov A.K. Nukus shahrida aholiga uy-joy kommunal xizmat ko‘rsatish tizimini yaxshilashda chiqindilarni boshqarishning ahamiyati …… 108

Dıqqat, jazılıw – 2026!

Húrmetli, jurnal oqıwshıları! Eger, Siz ilim, tálim-tárbiya hám oqıtıwdıń jańa zamanagóy usılları, jańalıqları menen óz waqtında jaqınnan tanıspaqshı, ózińizdiń usı tarawdağı jetiskenliklerińiz hám oy-pikirlerińiz benen ortaqlaspaqshı 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 Ilimler Akademiyası janındağı 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 mıń) swm.

Redakciya mánzili: Nókis qalası, P.Seytov kóshesi, n/j.

Indeks: 230100, Telefon: +998612294086; +998933652520.

JURNALDÍŃ BASÍP SHÍǴARÍLÍWÍNA

JUWAPKER: Ájiniyaz atındağı 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

Jeke esap beti: 4001 1086 0354 0170 9410 0350 005

Maqalalardıń mazmunına hám durıslıǵına avtorlar juwapker, olardıń pikirleri redakciyanıń pikirleri bolıp esaplanbaydı	*Jurnalǵa jıl dawamında jazılǵan avtorlardıń miynetleri birinshi gezekte járiyalanadı. Maqala kólemi 6 betten kem bolmawı, 8 betten aspawı kerek.*
Jurnal 1992-jıldan shıǵa basladı *ISSN 2010-720X* *Indeksi: Jeke puqaralar ushın — 2101.* *Mákemeler ushın — 2102.*	*Basıwǵa ruxsat etildi: 14.11.2026* *Buyırtpa: №0428 Format: 60x84 1/8* *Kólemi: 14 b/t. Jurnal jılına 8 márte shıǵadı.* *Reestr № 089632*