

ILIM HÁM JÁMIYET

Ilimiy-metodikaliq jurnal

FAN VA JAMIYAT

Ilmiy-uslubiy jurnal

2026/6-1



www.journal.ndpi.uz



ISSN 2010-720X

2004-jildin mart ayidan baslap shuğa basladı

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍ MEKTEPKE
SheKEMGI HÁM MEKTEP BILIMLENDIRIWI
MINISTRILIGI**



**Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik
pedagogikalıq institutı**



ILIM hám JÁMIYET

Ilimiy-metodikalıq jurnal

Seriya: Tábiyy hám texnikalıq ilimler

**Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat
pedagogika instituti**

FAN va JAMIYAT

Ilmiy-uslubiy jurnal

Seriya: Tabiiy va texnika fanlari

**Нукусский государственный педагогический
институт имени Ажинияза**

НАУКА и ОБЩЕСТВО

Научно-методический журнал

Серия: Естественно-технические науки

**Nukus State Pedagogical Institute
named after Ajiniyaz**

SCIENCE and SOCIETY

Scientific-methodical journal

Series: Natural-technical sciences

№ 6/1

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

REDKOLLEGIYA AǴZALARÍ

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

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

**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 muǵallımı»
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
janındaǵı xabar hám ǵalaba
kommunikaciylar agentligi
tárepinen qayta dizimge alınıp,
1098-sanlı gúwalıq berilgen.**

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

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

BAS MAQALA

МУСТАҚИЛЛИК – ЯНГИ ИМКОНияТЛАР, ЮКСАЛИШ ВА
БУЮК МАҚСАДЛАР ПОЙДЕВОРИҚодиров Қувондик Айтбаевич – педагогика фанлари доктори (DSc)
Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти биринчи проректори

Ўттиз беш йил... Инсон ҳаёти нуқтаи назаридан қараганда, бу бир авлоднинг умрига тенг давр. Давлат ва миллат тақдири нуқтаи назаридан эса бу – ўзликни англаш, миллий тараққиёт йўлини белгилаш, улкан мақсадлар сари дадил қадам ташлаш давридир.

Бугун Ўзбекистон Республикаси давлат мустақиллигининг 35 йиллигини катта ифтихор ва шукроналик билан нишонлар эканмиз, энг аввало, истиқлол йилларида босиб ўтган йўлимиз, эришган натижаларимиз ва олдимизда турган юксак мақсадлар ҳақида мушоҳада юритамиз.

Давлатимиз раҳбари Шавкат Мирзиёевнинг Ўзбекистон Республикаси давлат мустақиллигининг 35 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги нутқида таъкидланганидек, **«Мустақиллик, энг аввало, бизга шону шарафимизни, муқаддас динимизни, она тилимизни, унутилаётган миллий қадриятларимизни қайтариб берди»**. Бу фикр истиқлолнинг халқимиз ҳаётидаги тарихий аҳамиятини яна бир бор ёрқин ифода этади.

Зеро, мустақиллик бизга нафақат сиёсий ва ҳуқуқий эркинлик, балки ўз тараққиёт йўлимизни мустақил белгилаш, инсон қадрини улуғлаш, халқнинг орзу-интилишларини давлат сиёсати даражасига кўтариш имконини берди.

Инсон қадри – ислохотларнинг бош мезони

Сўнгги йилларда мамлакатимизда амалга оширилаётган кенг қўламли ислохотларнинг марказида инсон ва унинг манфаатлари тургани алоҳида аҳамиятга эга.

Президентимиз таъбири билан айтганда, **«Инсон қадри учун! деган ғояни давлат сиёсатининг марказига олиб чиқдик»**. Бу ғоя бугун ҳаётимизнинг турли жабҳаларида – таълим, соғлиқни сақлаш, ижтимоий ҳимоя, иқтисодиёт, тадбиркорлик, ёшлар сиёсати ва бошқа соҳаларда амалий ифодасини топмоқда.

Ислохотларнинг самарасини рақамлар ҳам тасдиқлайди. Мамлакатимизда камбағаллик даражаси 2017 йилдаги 35 фоиздан 4 фоизга туширилгани, 650 мингдан зиёд оила замонавий уй-жойларга эга бўлгани, аҳоли жон бошига даромад ва ҳаёт сифати изчил ошиб бораётгани юртимиздаги янгиланишларнинг инсон ҳаётидаги амалий натижаларидир.

Энг муҳими, бу ўзгаришлар халқимиз онги ва дунёқарашида ҳам акс этмоқда. Бугун юртдошларимиз эртанги кунга ишонч билан қараб, фарзандларининг таълими ва касбий келажагига катта эътибор қаратмоқда.

Таълим – Янги Ўзбекистон тараққиётининг асосий капитали

Ҳар қандай давлатнинг келажаги, аввало, унинг таълим тизими ва инсон капиталига боғлиқ. Шу маънода, кейинги йилларда мамлакатимизда таълим соҳасига қаратилаётган эътиборни мустақиллик йилларидаги энг муҳим стратегик йўналишлардан бири, деб баҳолаш мумкин.

Президентимиз ўз нутқида бу ҳақда: **«Дунё ҳамжамиятида муносиб ўрин эгаллашимиз учун бизга билимли, келажак касбларини пухта эгаллаган, мустақил фикрига эга бўлган янги авлод мутахассислари керак»**, дея таъкидлади.

Дарҳақиқат, сўнгги йилларда мактабгача таълимдан тортиб олий таълим ва илм-фангача бўлган тизимда катта ўзгаришлар амалга оширилди. Олий таълимда тахсил олаётган талабалар сони 1 миллион 600 минг нафарга етгани, хотин-қизларнинг талабалар орасидаги улуши ярмидан ошгани таълим олиш имкониятлари сезиларли даражада кенгайганини кўрсатади.

Бу рақамларнинг ҳар бири ортида минглаб ёшларнинг тақдири, орзуси ва келажаги мужассам.

Айниқса, ҳудудларда олий таълим муассасаларининг моддий-техник базасини мустаҳкамлаш, янги ўқув бинолари, талабалар турар жойлари, лабораториялар ва замонавий таълим инфратузилмасини барпо этишга қаратилаётган эътибор ёшлар учун сифатли таълим олиш имкониятларини янада кенгайтirmoқда.

Нукус давлат педагогика институти – ислохотларнинг Қорақалпоғистондаги амалий натижаси

Буни Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти мисолида ҳам яққол кўриш мумкин.

Қорақалпоғистонда педагог кадрлар тайёрлашнинг таянч масканларидан бири бўлган институтимиз бугун ўзининг янги тараққиёт босқичига қадам қўймоқда.

Институтда 2 минг ўринга мўлжалланган янги ўқув биносининг фойдаланишга топширилиши бунинг ёрқин мисолидир. Мазкур лойиҳа учун давлат бюджети ҳисобидан **76 миллиард сўм** маблағ ажратилди. Янги бинода замонавий ўқув ва маъруза аудиториялари, замонавий лабораториялар, IT-инкубация маркази, ахборот-ресурс маркази, регистратор офиси ва бошқа зарур инфратузилмалар ташкил этилди.

Бу – шунчаки янги бино эмас. Бу – Қорақалпоғистон ёшларининг билим олиши, замонавий касбларни эгаллаши, илмий-тадқиқот билан шуғулланиши ва ўз салоҳиятини рўёбга чиқариши учун яратилган янги имкониятлар маконидир.

Бугун институтимизда 15 мингга яқин талаба таҳсил олаётгани ҳам олий таълимга бўлган талаб ва имкониятлар қанчалик кенгайганини кўрсатади.

Бир вақтлар олий маълумот олишни истаган ёшлар учун имкониятлар чекланган бўлган бўлса, бугун Қорақалпоғистоннинг энг чекка ҳудудларидаги иқтидорли ёшлар ҳам ўз вилоятида замонавий олий таълим олиш, танлаган касби бўйича мутахассис бўлиш имкониятига эга.

Бу ўзгаришнинг ижтимоий аҳамияти ниҳоятда катта. Чунки олий таълим муассасаси – фақат диплом берадиган даргоҳ эмас. У инсоннинг дунёқарабини шакллантиради, унинг интеллектуал салоҳиятини юксалтиради, янги ғоялар ва ташаббусларга йўл очади. Айниқса, педагогика институти учун бу масъулият янада юксак. Зеро, бугун институт аудиторияларида таълим олаётган ёшлар эртага мактабларда минглаб болаларга сабоқ берадиган, уларнинг қалбига билим ва маърифат уруғини сочадиган устозлардир.

Шу маънода, институтга киритилаётган ҳар бир инвестицияни биз келажакка киритилаётган инвестиция, деб биламиз.

Имконият бор жойда натижа бўлади

Таълим соҳасидаги ислохотларнинг яна бир муҳим жиҳати – ёшларга фақат олий таълим олиш эмас, балки сифатли ва замонавий билим олиш имкониятини яратишга устувор аҳамият берилётганидир.

Янги ўқув бинолари, лабораториялар, рақамли технологиялар, IT-инфратузилма, хорижий таълим муассасалари билан ҳамкорлик, академик мобиллик ва илмий тадқиқотлар учун яратилаётган шароитлар бугунги талаба учун янги имкониятлар эшигини очмоқда.

Бу жараёнда Қорақалпоғистон ёшларининг имкониятларини кенгайтириш алоҳида аҳамият касб этади. Ҳудудда замонавий олий таълим инфратузилмасининг ривожланиши ёшларнинг ўз ҳудудида қолган ҳолда сифатли таълим олишига, кейинчалик эса замонавий билим ва касбий кўникмаларини юрт равнақида йўналтиришига хизмат қилади.

Давлатимиз раҳбари таъкидлаганидек, **«Ота-оналар учун фарзандини олий маълумотли қилиш фақат орзу эмас, эришса бўладиган мақсадга айланди».**

Менимча, бу фикр бугун Қорақалпоғистондаги минглаб оилалар ҳаётида ўзининг амалий ифодасини топмоқда.

Янги марралар – янги масъулият

Мустақилликнинг 35 йиллиги биз учун нафақат босиб ўтилган йўлни сарҳисоб қилиш, балки келгуси вазифаларни белгилаб олиш фурсати ҳамдир.

Президентимиз нуткида келгуси ўн йиллик **«миллий юксалиш даври»** бўлиши таъкидланди. Янги даврнинг биринчи миллий дастури билим ва малакани мамлакат тараққиётининг асосий капиталига айлантиришга қаратилгани ҳам таълим олдига турган улкан вазифаларни белгилаб беради. Шунингдек, келгуси

йилларда камида 10 та университетни дунёнинг ТОП-1000 талигига киритиш мақсади қўйилди.

Бу мақсадлар биз – олий таълим тизими вакиллари зиммасига ҳам катта масъулият юклайди.

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти жамоаси бугун яратилган имкониятларнинг қадрига етиб, уларни юксак натижаларга айлантиришни ўзининг энг муҳим вазифаларидан бири, деб билади.

Биз учун янги бинолар, замонавий лабораториялар ва инфратузилмаларнинг ўзи натижа эмас. Асосий натижа – уларда таълим олган ёшнинг билимли, мустақил фикрлайдиган, Ватан тақдирига дахлдорлик ҳисси билан яшайдиган ва замонавий касбларни эгаллаган етук мутахассис бўлиб шаклланишидир.

Шунинг учун ҳам биз педагог кадрлар тайёрлаш сифатини янада ошириш, илмий-тадқиқот ишларини ривожлантириш, халқаро ҳамкорликни кенгайтириш, талабалар учун замонавий таълим муҳитини яратиш ва ҳар бир ёшнинг иқтидорини рўёбга чиқариш йўлида бор имкониятларимизни сафарбар этамиз.

Мустақиллик – келажакка ишонч

Ўттиз беш йиллик мустақиллик тарихи бизга бир ҳақиқатни англатди: тараққиётнинг энг катта кучи – инсон, унинг билими, салоҳияти, меҳнати ва Ватанга бўлган муҳаббатидир.

Бугун Ўзбекистон янги тараққиёт босқичига дадил қадам қўймоқда. Бу жараёнда таълим ва илм-фан, айниқса, ёшлар салоҳиятини рўёбга чиқариш ҳал қилувчи аҳамият касб этади.

Биз бугунги ёшларга яратилган имкониятларга қараб, мустақилликнинг энг буюк меваси нимада эканини кўришимиз мумкин. У – эркин фикрлайдиган, билим олишга интиладиган, дунё билан рақобат қилишга қодир янги авлоддир.

Президентимиз ўз нуткида жуда катта ишонч билан: **«Биз бугун кечагидан кучлимиз. Насиб этса, эртага бундан ҳам кучли бўламиз»**, дея таъкидлади. Бу сўзлар ҳар биримиз учун улкан ишонч ва масъулият манбаидир.

Дарҳақиқат, бугун кечагидан кучли бўлиш – эришилган натижалар билан чекланиб қолмаслик, доимо изланиш, янгиликка интилиш ва келажак авлод учун янада мустаҳкам пойдевор яратиш демакдир.

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти жамоаси ҳам ана шу эзгу мақсадлар йўлида – билимли авлод, малакали педагоглар ва Янги Ўзбекистоннинг муносиб фидойиларини тарбиялашдек шарафли вазифани сидқидилдан адо этишда давом этади.

Зеро, мустақиллик – бу бизга берилган буюк неъматгина эмас, балки уни асраш, мустаҳкамлаш ва келгуси авлодларга янада обод, қудратли ва фаровон Ўзбекистонни қолдириш масъулияти ҳамдир.

Ягона Ватан, ягона халқ бўлиб, янги ҳаёт ва буюк келажакимизни биргаликда барпо этайлик!

Юртимиз тинч, осмонимиз мусаффо, халқимиз фаровон, ёшларимиз билимли ва бахтли бўлсин!

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALIQ ILIMLER

Fizika-matematika. Texnika. Informatika

UCH FAZALI INERTSIONAL - VISKOELASTIK REOLOGIK MODELNI QURISH
VA QOVUSHQOQLIK PARAMETRINING HARORATGA BOG'LIQLIGI TAHLILI

Ahmadov Ilhom Aktam o'g'li – tayanch doktorant

ilhomahmadov0516@gmail.com

Isomova Sabohat Islom qizi – tayanch doktorant

Navoiy davlat universiteti

ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ ИНЕРЦИОННО-ВЯЗКОУПРУГОЙ РЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
И АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРА ВЯЗКОСТИ

Ахмадов Илхом Актамович – докторант

Исомова Сабохат Ислмовна – докторант

Навоийский государственный университет

CONSTRUCTION OF A THREE-PHASE INERTIO-VISCOELASTIC RHEOLOGICAL MODEL
AND ANALYSIS OF TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE VISCOSITY PARAMETER

Ahmadov Ilhom Aktamovich – doctoral student

Isomova Sabohat Islomovna – doctoral student

Navoi State University

Tayanch so'zlar: reologik model, inertsional-viskoelastik muhit, relaksatsiya vaqti, qovushqoqlik parametri, haroratga bog'liqlik, Arrenius tenglamasi.

Rezyume. Maqolada inertsional va viskoelastik xossalarga ega bo'lgan murakkab reologik muhitlarni modellashirish masalasi ko'rib chiqiladi. Tadqiqotda elastik prujina, qovushqoq dempfer va inertsional massadan iborat uch fazali gibrid model qurilib, kuchlanish va deformatsiya o'rtasidagi bog'liqlik differensial tenglama ko'rinishida ifodalanadi. Shuningdek, qovushqoqlik parametrining haroratga bog'liqligi Arrenius tenglamalari asosida tahlil qilinadi. Model reologik jarayonlarda harorat omilining so'nish koeffitsientiga ta'sirini aniq baholash imkonini beradi.

Ключевые слова: реологическая модель, инерционно-вязкоупругая среда, время релаксации, параметр вязкости, температурная зависимость, уравнение Аррениуса.

Резюме. В статье рассматривается проблема моделирования сложных реологических сред, обладающих инерционными и вязкоупругими свойствами. В исследовании строится трехфазная гибридная модель, состоящая из упругой пружины, вязкого демпфера и инерционной массы, и выводится дифференциальное уравнение связи напряжения и деформации. Также на основе уравнений Аррениуса и ВФТ анализируется температурная зависимость параметра вязкости. Модель позволяет точно оценить влияние температурного фактора на коэффициент затухания в реологических процессах.

Key words: rheological model, inertio-viscoelastic medium, relaxation time, viscosity parameter, temperature dependence, Arrhenius equation.

Summary. This paper addresses the modeling of complex rheological media possessing both inertial and viscoelastic properties. In the study, a three-phase hybrid model consisting of an elastic spring, a viscous dashpot, and an inertial mass is constructed, and a differential equation relating stress and strain is derived. Furthermore, the temperature dependence of the viscosity parameter is analyzed based on the Arrhenius and VFT equations. The model enables an accurate evaluation of the temperature factor's effect on the damping coefficient in rheological processes.

Kirish. Sanoat texnologiyalari, neft-kimyo, polimerlar fizikasi hamda geodinamikada uchraydigan ko'plab real muhitlar bir vaqtning o'zida ham elastik, ham qovushqoq, ham inertsional xossalarga ega [1]. An'anaviy klassik reologik modellar (Masalan, Maksvell, Kelvin-Foygt yoki Standard Chiziqli Qattiq Jism modellari) ushbu munosabatlarni ifodalashda faqat deformatsiya va kuchlanishning birinchi tartibli hosilalari bilan cheklanadi [2]. Biroq yuqori chastotali dinamik va tebranma yuklamalar ta'sirida muhitning inertsional qarshiligi va retardatsiya (kechikish) jarayonlarini to'liq hisobga olish uchun relaksatsion-inertsional elementlarni parallel va ketma-ket birlashtiruvchi gibrid modellarni tadqiq qilish talab etiladi [3].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi elastik prujina ($f_3 G_i$), qovushqoq dempfer ($f_1 \mu_i$) va inertsional massadan ($f_2 m_i$) tashkil topgan uch fazali inertsional-viskoelastik gibrid reologik modelning matematik tenglamasini qurish

hamda uning dinamik xossalarini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqotning obyekti reologik retardatsiya xususiyatiga ega inertsional-viskoelastik muhitlar bo'lsa, uning predmeti ushbu muhitdagi kuchlanish va deformatsiya bog'liqliklarini hamda qovushqoqlik koeffitsientining haroratga bog'liqlik qonuniyatlarini aniqlashdir [4]. Muhit reologiyasida harorat omilining o'rni nihoyatda yuqori hisoblanadi. Haroratning o'zgarishi muhitning ichki ishqalanishi va qovushqoqlik koeffitsientiga ($f_1 \mu_i$) to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatib, tebranishlarning so'nish koeffitsienti hamda relaksatsiya vaqtini o'zgartiradi [5], [6]. Shu munosabat bilan, maqolada harorat o'zgarishining reologik parametrlarga ta'sirini tahlil qilish uchun Arrenius model-laridan foydalanilgan [7].

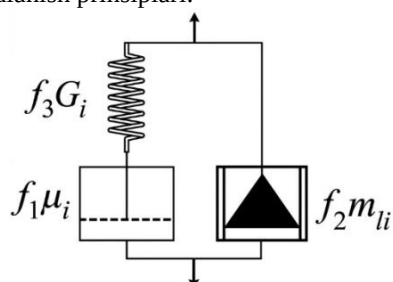
Ushbu ishning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilayotgan uch fazali gibrid model yordamida dinamik yuklamalar ta'sirida relaksatsiya va

inertsional impuls berish jarayonlarini bir vaqtda model-lashtirish hamda harorat o'zgarishi sharoitida muhitning reologik xatti-harakatini aniqroq bashorat qilish imkoniyati yaratiladi [8].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Reologik muhitlarda viskoelastik va inertsional xossalarni bir vaqtda hisobga olish murakkab dinamik va tebranma jarayonlarni tadqiq qilishda muhim yo'nalishlardan biridir. Klassik reologiyada Maksvell hamda Kelvin-Foygt modellari keng foydalaniladi [1], [2]. Ushbu modellar materialning mos ravishda relaksatsiya va retardatsiya (kechikish) xossalarini alohida-alohida yoritib beradi. Biroq yuqori chastotali tebranishlar va tez o'zgaruvchi yuklamalar ta'sirida ushbu klassik yondashuvlar muhitdagi inertsional qarshilikni to'liq aks ettira olmaydi [3]. Ushbu muammoni hal etish uchun ilmiy izlanishlarda viskoelastik elementlarga inertsional (massa) parametrlarini parallel yoki ketma-ket ulash orqali gibrid modellarni qurish konsepsiyasi ilgari surilgan [4]. Bunday modellar muhitda to'liqlar tarqalishi hamda tebranishlarning so'nish koeffitsiyentini aniqroq baholash imkonini beradi.

Shu bilan birga, reologik jarayonlarda harorat omilining ta'siri ko'plab olimlar tomonidan o'rganilgan. Qovushqoqlik koeffitsiyentining haroratga bog'liqligini ifodalashda Arrenius modellaridan unumli foydalanib kelinmoqda [5], [6]. Biroq, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, inertsional massaga ega bo'lgan uch fazali reologik modellar uchun qovushqoqlik parametrining haroratga bog'liqligi va uning reologik retardatsiya vaqtiga ta'siri yetarlicha yaxlit tadqiq etilmagan. Adabiyotlardagi ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirish maqsadida ushbu maqolada elastik prujina, qovushqoq dempfer va inertsional massa birlashtirilgan gibrid model taklif etiladi [7], [8].

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda inertsional hamda viskoelastik xususiyatlarni o'zida mujassam etgan uch fazali gibrid reologik modelni qurish uslubiyati qo'llanilgan. Model uchta asosiy elementdan tashkil topgan: elastik prujina ($f_3 G_i$), qovushqoq dempfer ($f_1 \mu_i$) hamda inertsional massa ($f_2 m_{li}$). Modelning strukturalanishi va ulanish prinsiplari:



1-chizma. 3-tartibli inertso-viskoelastik reologik modelning mexanik sxemasi

Chap tarmoq (Maxwell parametri): 1-rasmda ko'rsatilganidek, elastik prujina ($f_3 G_i$) va qovushqoq dempfer ($f_1 \mu_i$) o'zaro ketma-ket (series) ulangan. Ushbu tarmoqda umumiy deformatsiya tezligi elementlar deformatsiya tezliklarining yig'indisiga teng:

$$\dot{\varepsilon}_{\text{chap}} = \dot{\varepsilon}_e + \dot{\varepsilon}_v = \frac{1}{f_3 G_i} \dot{\sigma}_1 + \frac{1}{f_1 \mu_i} \dot{\sigma}_1 \quad (1)$$

Ushbu munosabatdan chap tarmoqdagi kuchlanish σ_1 uchun quyidagi differensial tenglama hosil qilinadi:

$$\sigma_1 + \tau \frac{\partial \sigma_1}{\partial t} = f_1 \mu_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \quad (2)$$

bu yerda $\tau = \frac{f_1 \mu_i}{f_3 G_i}$ – muhitning reologik relaksatsiya (retardatsiya) vaqti.

O'ng tarmoq (Inertsional element): Inertsional massa ($f_2 m_{li}$) chap tarmoqqa parallel ravishda ulangan. Bu element deformatsiyaning ikkinchi tartibli hosilasiga (tezlanishga) mutanosib qarshilik kuchlanishini hosil qiladi:

$$\sigma_2 = f_2 m_{li} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2} \quad (3)$$

Gibrid reologik tenglamaning umumlashtirilishi: Parallel ulanish qonuniyatiga ko'ra umumiy kuchlanish $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$ ga teng. Chap tarmoq tenglamasidagi σ_1 o'rniga $\sigma - f_2 m_{li} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2}$ ifodasi qo'yilib, quyidagi differensial tenglama keltirib chiqariladi:

$$\sigma + \tau \frac{\partial \sigma}{\partial t} = f_1 \mu_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + f_2 m_{li} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2} + \tau f_2 m_{li} \frac{\partial^3 \varepsilon}{\partial t^3} \quad (4)$$

Reologik retardatsiya jarayoniga harorat ta'sirini baholash uchun qovushqoqlik parametri $\mu_i(T)$ haroratning funksiyasi sifatida kiritiladi. Buning uchun Arreniusning termodinamik modeli qo'llaniladi:

$$\mu_i(T) = \mu_0 \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (5)$$

bu yerda μ_0 – chegaraviy qovushqoqlik, E_a – aktivlanish energiyasi, R – universal gaz doimiysi, T – mutlaq harorat (K).

Tahlil va natijalar. Ushbu bo'limda taklif etilgan uch fazali gibrid reologik modelning analitik tahlili hamda harorat omilining qovushqoqlik parametri va relaksatsiya vaqtiga ko'rsatadigan ta'siri natijalari keltiriladi. Olingan differensial tenglamadan ko'rinib turibdiki, model bir vaqtning o'zida ham qovushqoq-elastik relaksatsiyani, ham inertsional qarshilikni hisobga oladi:

$$\sigma + \tau \frac{\partial \sigma}{\partial t} = f_1 \mu_i \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + f_2 m_{li} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2} + \tau f_2 m_{li} \frac{\partial^3 \varepsilon}{\partial t^3} \quad (6)$$

Tenglamadagi $\tau = \frac{f_1 \mu_i}{f_3 G_i}$ kattaligi relaksatsiya vaqtini ifodalaydi. Agarda inertsional massa $f_2 m_{li} \rightarrow 0$ bo'lsa, tenglama klassik Maksvell modeliga o'tadi. Agarda elastik modul $f_3 G_i \rightarrow \infty$ bo'lsa ($\tau \rightarrow 0$), tenglama inertsional elementli Kelvin-Foygt modeliga aylanadi. Bu holat modelning umumlashgan xarakterga ega ekanligini tasdiqlaydi. Qovushqoqlik parametrining haroratga bog'liqligi (5) ko'rinishida kiritilganda, relaksatsiya vaqti $\tau(T)$ ham haroratga bog'liq funksiyaga aylanadi:

$$\tau(T) = \frac{f_1 \mu_0}{f_3 G_i} \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) = \tau_0 \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (7)$$

Ushbu bog'liqlik asosida harorat T ortishi bilan $\mu_i(T)$ va $\tau(T)$ qiymatlarining eksponensial ravishda kamayishi kuzatiladi.

1-jadval. Haroratning qovushqoqlik parametri va relaksatsiya vaqtiga ta'siri (nisbiy hisoblash natijalari)

Harorat, (K)	Qovushqoqlik (Pa·s)	Relaksatsiya vaqti, (s)	Tebranishlarning so'nish koeffitsienti, α (s ⁻¹)
293 (20 °C)	$\mu_{\max}$	$\tau_{\max}$	Yuqori
323 (50 °C)	$0.58 \cdot \mu_{\max}$	$0.58 \cdot \tau_{\max}$	O'rta
353 (80 °C)	$0.32 \cdot \mu_{\max}$	$0.32 \cdot \tau_{\max}$	Past
383 (110 °C)	$0.19 \cdot \mu_{\max}$	$0.19 \cdot \tau_{\max}$	Keskin kamaygan

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, haroratning ko'tarilishi reologik muhitning yopishqoqlik qarshiligini kamaytiradi, bu esa uchinchi tartibli hosila $\tau f_2 m_{li} \frac{\partial^3 \varepsilon}{\partial t^3}$ a'zosining ta'sir doirasini qisqartiradi. Oqibatda, yuqori haroratlarda muhitning inertsional xossalari viskoelastik xossalarga nisbatan ustunlik qila boshlaydi.

Xulosa va takliflar. Ushbu tadqiqotda inertsional hamda viskoelastik xususiyatlarni o'zida mujassam etgan uch fazali gibrid reologik model qurildi va uning haroratga bog'liq dinamik parametrlariga oid quyidagi asosiy ilmiy xulosalar olindi: Modelning matematik asosi: Elastik prujina ($f_3 G_i$), qovushqoq dempfer ($f_1 \mu_i$) va inertsional massani ($f_2 m_{li}$) birga qo'llash orqali kuchlanish hamda deformatsiya o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalovchi uchinchi tartibli hosilali umumlashtirilgan differensial tenglama keltirib chiqarildi. Harorat ta'siri: Qovushqoqlik koeffit-

siyentining haroratga bog'liqligi Arrenius modeli vositasida kiritilishi natijasida, harorat ortishi bilan muhitning relaksatsiya vaqti $\tau(T)$ eksponensial ravishda kamayishi isbotlandi. Bu holat yuqori harorat sharoitida viskoelastik so'nish effektining susayib, inertsional omillarning ustunlik qilishini ko'rsatadi. Amaliy ahamiyati: Taklif etilgan model polimer kompozitlar, yuqori yopishqoqli neft mahsulotlari hamda tebranma yuklamalar ostida ishlovchi reologik tizimlarda issiqlik va dinamik rejimlarining o'zaro ta'sirini aniqroq bashorat qilish imkonini beradi. Taklif va tavsiyalar: Mazkur modelni kelgusida chekli elementlar usuli (FEM) yordamida sonli modellashtirish va tajriba (eksperiment) natijalari bilan solishtirish tavsiya etiladi. Haroratning o'zgarishi bilan birga muhitning elastiklik moduli $G_i(T)$ ning ham o'zgarishini inobatga oluvchi kengaytirilgan modellarni tadqiq qilish kelgusi ilmiy izlanishlarning muhim yo'nalishi bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Christensen R.M. Theory of Viscoelasticity: An Introduction. – New York: Academic Press, 2010.
2. Barnes H.A., Hutton J.F., Walters K. An Introduction to Rheology. – Amsterdam: Elsevier, 1989.
3. Joseph D.D., Renardy Y.Y. Fundamentals of Two-Fluid Dynamics: Part II: Lubricated Transport, Drops and Miscible Liquids. – New York: Springer-Verlag, 1993.
4. Ferry J.D. Viscoelastic Properties of Polymers. – New York: John Wiley & Sons, 1980.
5. Macosko C.W. Rheology: Principles, Measurements, and Applications. – New York: VCH Publishers, 1994.
6. Malkin A.Y., Isayev A.I. Rheology: Concepts, Methods, and Applications. – Toronto: ChemTec Publishing, 2017.
7. Tanner R.I. Engineering Rheology. – Oxford: Oxford University Press, 2000.
8. Carreau P.J., De Kee D.C.R., Chhabra R.P. Rheology of Polymeric Systems: Principles and Applications. – Munich: Hanser Publishers, 1997.

TIKUV BUYUMLARINI KONSTRUKSIYALASHDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR**Berdimbetova Akjarkin Djumaxanovna – dotsent**akjakinberdimbetova@gmail.com*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti***СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНСТРУИРОВАНИИ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ****Бердимбетова Акжаркын Джумахановна – доцент***Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза***MATERIAL PROPERTIES OF NATIONAL TEXTILE ATLAS AND ADRAS****Berdimbetova Akjarkin Djumaxanovna – Associate Professor***Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

Tayanch soʻzlar: tikuv buyumlari, konstruksiyalash, texnologiya, loyihalash, raqamlashtirish, yengil sanoat, kiyim dizayni, ishlab chiqarish jarayoni.

Rezyume. Maqolada tikuv buyumlarini konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalarning oʻrni va ahamiyati tahlil qilingan. Tikuv buyumlarini konstruksiyalashning nazariy asoslari, ishlab chiqarish jarayonida raqamlashtirishning ahamiyati hamda innovatsion yondashuvlarning qoʻllanilishi yoritilgan. Zamonaviy texnologiyalar konstruksiyalash jarayonining aniqligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish muddatlarini qisqartirish va korxonalarning raqobatbardoshligini taʼminlashga xizmat qilishi taʼkidlangan.

Ключевые слова: швейные изделия, конструирование, технология, проектирование, цифровизация, легкая промышленность, дизайн одежды, производственный процесс.

Резюме. В статье рассмотрены роль и значение современных технологий в конструировании швейных изделий. Освещены теоретические основы конструирования швейных изделий, значение цифровизации в производственном процессе и применение инновационных подходов. Отмечено, что современные технологии способствуют повышению точности процесса конструирования, улучшению качества продукции, сокращению сроков производства и повышению конкурентоспособности предприятий.

Key words: garment products, construction, technology, design, digitalization, light industry, clothing design, production process.

Summary. The article examines the role and importance of modern technologies in the construction of garments. The theoretical foundations of garment construction, the significance of digitalization in the production process, and the application of innovative approaches are discussed. It is emphasized that modern technologies contribute to increasing the accuracy of the construction process, improving product quality, reducing production time, and enhancing the competitiveness of enterprises.

Kirish. Yengil sanoat mamlakat iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohaning rivojlanishi aholini sifatli va zamonaviy kiyim-kechak mahsulotlari bilan taʼminlashga xizmat qiladi. Bozor munosabatlarining rivojlanishi, isteʼmolchilarning talab va ehtiyojlarining oʻzgarishi hamda mahsulotlar sifatiga boʻlgan talabning ortib borishi tikuv sanoatida yangi texnologiyalarni joriy etishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayonini takomillashtirish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Konstruksiyalash jarayoni kiyim ishlab chiqarishning eng muhim bosqichlaridan biri boʻlib, tayyor mahsulotning sifati, qulayligi va tashqi koʻrinishi aynan ushbu bosqichda belgilanadi. Anʼanaviy konstruksiyalash usullari uzoq vaqt davomida amaliyotda qoʻllanilgan boʻlsa-da, zamonaviy texnologiyalar rivojlanishi natijasida mazkur jarayon sezilarli darajada oʻzgarmoqda. Raqamli texnologiyalar yordamida konstruksiyalash ishlarini yanada aniq va samarali tashkil etish imkoniyati yaratilmoqda [12].

Asosiy qism. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash inson gavdasi oʻlchamlarini oʻrganish, kiyim shaklini yaratish va uning detallarini aniqlash bilan bogʻliq murakkab jarayon hisoblanadi. Ushbu jarayon natijasida kiyimning asosiy va yordamchi qismlarining chizmalari ishlab chiqiladi. Konstruksiyalash jarayonining asosiy maqsadi inson tanasi tuzilishiga mos, estetik jihatdan jozibador va foydalanishda qulay boʻlgan mahsulot yaratishdan iboratdir. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash yengil sanoatning muhim

yoʻnalishlaridan biri boʻlib, u kiyim ishlab chiqarishning ilmiy va amaliy asoslarini oʻzida mujassamlashtiradi. Konstruksiyalash jarayonida inson gavdasining oʻlchamlari, tana proporsiyalari va kiyimning vazifasi hisobga olinadi. Kiyim konstruksiyasini yaratishda antropometriya fanining maʼlumotlaridan keng foydalaniladi, chunki inson tanasining oʻlchamlari va shakli tayyor mahsulotning qulayligi hamda funksionalligini belgilovchi asosiy omillardan hisoblanadi. Kiyimning inson tanasiga mos kelishi uning estetik koʻrinishini taʼminlash bilan bir qatorda, undan foydalanish jarayonidagi qulaylikni ham belgilaydi [9].

Kiyim konstruksiyasi inson gavdasining anatomik xususiyatlari, harakat erkinligi va kiyimning funksional vazifalarini hisobga olgan holda ishlab chiqiladi. Shu sababli konstruksiyalash jarayoni nafaqat texnik, balki ergonomik va estetik jihatlarni ham oʻz ichiga oladi. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida ushbu talablarni toʻliq bajarish uchun innovatsion texnologiyalardan foydalanish zarurati ortib bormoqda. Konstruksiyalash nazariyasining asosini inson gavdasi va kiyim oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlik tashkil etadi. Har qanday kiyim modeli avvalo insonning fiziologik va anatomik xususiyatlariga mos boʻlishi kerak. Inson tanasi doimo harakatda boʻlganligi sababli kiyim konstruksiyasida harakat erkinligini taʼminlovchi konstruktiv qoʻshimchalar nazarda tutiladi. Ushbu qoʻshimchalar kiyimning vazifasi, ishlatilish sharoiti va model xususiyatlariga qarab belgilanadi. Shu

jihatdan konstruksiyalash jarayoni ilmiy yondashuvni talab qiladigan murakkab va ko'p bosqichli jarayon hisoblanadi.

Tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayonida kiyimning shakli, silueti va alohida qismlarining o'zaro mutanosibligi muhim ahamiyatga ega. Kiyimning konstruktiv tuzilishi uning tashqi ko'rinishi bilan bevosita bog'liq bo'lib, mahsulotning estetik xususiyatlarini belgilaydi. Shu sababli konstruksiyalash jarayonida texnik talablar bilan bir qatorda badiiy talablar ham e'tiborga olinadi. Kiyimning shakli, proporsiyasi va detallarining joylashuvi mahsulotning umumiy ko'rinishini shakllantiradi. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayoni dizayn va texnologiya bilan chambarchas bog'liqdir. Kiyim modeli yaratilgandan so'ng uning konstruktiv yechimlari ishlab chiqiladi va ishlab chiqarish imkoniyatlariga moslashtiriladi. Aynan shu bosqichda zamonaviy texnologiyalar mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini oshirishga xizmat qiladi.

Konstruksiyalashning nazariy asoslari kiyimning vazifasiga qarab turli yondashuvlarni ham o'z ichiga oladi. Kundalik, sport, maxsus yoki ishlab chiqarish kiyimlari uchun konstruktiv yechimlar bir-biridan farq qiladi. Har bir kiyim turi o'zining funksional xususiyatlariga ega bo'lib, bu holat konstruksiya yaratish jarayonida albatta hisobga olinadi. Masalan, kundalik kiyimlarda qulaylik va estetik ko'rinish muhim bo'lsa, maxsus kiyimlarda himoya xususiyatlari va foydalanish sharoitlariga moslik asosiy o'rinni egallaydi [10].

Kiyim konstruksiyasini ishlab chiqishda materiallarning xususiyatlari ham katta ahamiyatga ega. Matoning qalinligi, cho'ziluvchanligi, zichligi va boshqa fizik-mexanik xususiyatlari konstruktiv yechimlarni tanlashga ta'sir ko'rsatadi. Turli materiallardan tayyorlangan kiyimlar uchun bir xil konstruktiv yechimlarni qo'llash har doim ham kutilgan natijani bermaydi. Shu sababli konstruksiyalash jarayonida mato xususiyatlarini hisobga olish ilmiy asoslangan yondashuvlardan biri hisoblanadi.

Nazariy jihatdan konstruksiyalash jarayoni bir necha bosqichlarni o'z ichiga oladi. Dastlab inson gavdasi o'lchamlari aniqlanadi, keyinchalik asosiy konstruksiya ishlab chiqiladi va undan so'ng model xususiyatlariga mos ravishda konstruktiv o'zgartirishlar kiritiladi. Ushbu bosqichlarning har biri tayyor mahsulot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Konstruksiyalash jarayonining to'g'ri tashkil etilishi kiyimning inson tanasiga mos kelishini, undan foydalanishdagi qulayligini va uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi. Hozirgi vaqtda tikuv buyumlarini konstruksiyalashda ilmiy yondashuvlarning ahamiyati tobora ortib bormoqda. Kiyim ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish konstruksiyalash jarayonining aniqligini oshirish, vaqt sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini bermoqda. Biroq konstruksiyalashning nazariy asoslari o'z ahamiyatini yo'qotmaydi, chunki har qanday zamonaviy texnologiya inson gavdasining anatomik xususiyatlari, antropometrik ma'lumotlar va kiyim yaratishning fundamental tamoyillariga tayanadi [7].

Zamonaviy texnologiyalarning tikuv sanoatidagi o'rni. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayoni yengil sanoatning eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Mazkur bosqichda kiyimning shakli, konstruktiv yechimlari, alohida detallarining o'zaro joylashuvi va inson gavdasiga mosligi aniqlanadi. Tayyor mahsulotning sifati ko'p jihatdan aynan konstruksiyalash jarayonining to'g'ri tashkil etilishiga

bog'liq bo'lganligi sababli ushbu bosqichda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi.

An'anaviy konstruksiyalash usullarida andozalar asosan qo'lda tayyorlangan va barcha hisob-kitoblar konstruktor tomonidan bajarilgan. Bu esa ko'p vaqt talab qilgan hamda ayrim hollarda hisob-kitoblardagi xatolarning yuzaga kelishiga sabab bo'lgan. Axborot texnologiyalarining rivojlanishi natijasida konstruksiyalash jarayonida kompyuter texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari kengaydi. Natijada andozalarni yaratish, ularni tahrirlash va turli o'lchamlarga moslashtirish jarayonlari ancha soddalashtirdi. Zamonaviy texnologiyalar konstruksiyalash jarayonining aniqligini oshirishga xizmat qiladi. Kompyuter dasturlari yordamida inson gavdasi o'lchamlarini qayta ishlash, konstruktiv chizmalarni yaratish va ularga o'zgartirishlar kiritish qisqa vaqt ichida amalga oshiriladi. Bu esa kiyimning inson tanasiga mosligini yaxshilash va mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi [2].

Konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish mahsulotni ishlab chiqarishga tayyorlash muddatini qisqartirishga ham yordam beradi. Yangi modellarni yaratish va mavjud konstruksiyalarni takomillashtirish jarayonlari tezlashadi. Shu bilan birga, elektron shaklda saqlanadigan andozalar va konstruktorlik hujjatlaridan qayta foydalanish imkoniyati yaratiladi. Bugungi kunda zamonaviy texnologiyalar konstruksiyalash jarayonini ishlab chiqarishning boshqa bosqichlari bilan uzviy bog'lash imkonini bermoqda. Konstruksiyalash bosqichida tayyorlangan ma'lumotlardan keyingi texnologik operatsiyalarda foydalanilishi ishlab chiqarish jarayonining izchilligini ta'minlaydi. Bu esa vaqt va mehnat sarfini kamaytirish bilan bir qatorda, tayyor mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlashga ham xizmat qiladi.

Tikuv buyumlarini loyihalashda raqamlashtirish jarayoni. Raqamlashtirish ishlab chiqarishning muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, u tikuv sanoatida ham keng qo'llanilmoqda. Konstruksiyalash jarayonining raqamlashtirilishi ma'lumotlarni elektron shaklda saqlash va qayta ishlash imkonini beradi. Bu esa loyihalash bosqichlarida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatolarni kamaytiradi. Elektron ma'lumotlar bazalaridan foydalanish konstruktorlarga avval yaratilgan modellar va o'lchamlar bilan ishlash imkoniyatini beradi. Natijada yangi mahsulotlarni ishlab chiqish jarayoni tezlashadi. Raqamli muhitda ishlash ishlab chiqarishning moslashuvchanligini oshirib, bozor talablariga tez javob qaytarish imkonini yaratadi.

Shuningdek, raqamlashtirish mahsulot haqidagi ma'lumotlarni saqlash va almashish jarayonlarini ham soddalashtiradi. Bu esa korxona faoliyatining samaradorligini oshirishda muhim omillardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda tikuv buyumlarini loyihalash va konstruksiyalash jarayonlari tobora ko'proq raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilmoqda. Raqamlashtirishning asosiy maqsadi ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, ma'lumotlar bilan ishlashni soddalashtirish hamda loyihalash bosqichlarining aniqligini oshirishdan iboratdir. Raqamli texnologiyalarni qo'llash natijasida ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi ortib, loyihalash jarayonining samaradorligi oshadi [8].

Tikuv buyumlarini loyihalashda katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash talab etiladi. Inson gavdasi o'lchamlari, andozalar, konstruktiv chizmalar, model xususiyatlari va texnologik ma'lumotlarning barchasi

yagona tizimda saqlanishi va qayta ishlanishi zarur. Raqamlashtirish aynan ushbu jarayonlarni samarali tashkil etish imkonini beradi. Elektron ma'lumotlar bazalaridan foydalanish kerakli axborotni qisqa vaqt ichida topish, uni tahrirlash va yangilash imkoniyatini yaratadi.

Raqamlashtirish loyihalash jarayonida axborot almashinuvi samaradorligini ham oshiradi. Kiyim modelini yaratishda konstruktor, texnolog va dizayner o'rtasidagi hamkorlik muhim ahamiyatga ega. Elektron shakldagi ma'lumotlardan foydalanish mutaxassislar o'rtasida ma'lumot almashish jarayonini yengillashtiradi hamda loyihalash ishlarining uzviyligini ta'minlaydi. Natijada yangi mahsulotlarni ishlab chiqish va ishlab chiqarishga tayyorlash uchun sarflanadigan vaqt qisqaradi.

Raqamli texnologiyalar yordamida yaratilgan andozalar va konstruktiv chizmalarni uzoq muddat saqlash hamda ulardan qayta foydalanish imkoniyati mavjud. An'anaviy usullarda qog'oz shaklida saqlanadigan hujjatlar vaqt o'tishi bilan yaroqsiz holga kelishi yoki yo'qolishi mumkin. Elektron ma'lumotlarni saqlash esa bunday muammolarning oldini olishga yordam beradi. Bundan tashqari, zarurat tug'ilganda avval yaratilgan modellarga o'zgartirishlar kiritish va ularni yangi mahsulotlar ishlab chiqishda qo'llash imkoniyati yaratiladi [3].

Tikuv buyumlarini loyihalashda raqamlashtirish ishlab chiqarishning moslashuvchanligini oshirishga ham xizmat qiladi. Zamonaviy bozor sharoitida iste'molchilarning talablari tez-tez o'zgarib turadi va yangi modellarni qisqa muddatlarda ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi. Raqamli texnologiyalar yordamida konstruktiv o'zgartirishlarni tez amalga oshirish, yangi modellarni ishlab chiqish va ularni ishlab chiqarishga joriy etish jarayoni ancha soddalashtiradi. Raqamlashtirishning yana bir muhim jihati ma'lumotlarning aniqligi va ishonchligini ta'minlashdan iboratdir. Elektron tizimlar yordamida bajariladigan hisob-kitoblar inson omili bilan bog'liq ayrim xatolarni kamaytirish imkonini beradi. Konstruktiv parametrlarni qayta hisoblash, o'lchamlarni o'zgartirish va andozalarni moslashtirish jarayonlari aniq va tizimli ravishda amalga oshiriladi. Bu esa tayyor mahsulot sifatining yaxshilanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Tikuv buyumlarini loyihalash jarayonining raqamlashtirilishi ishlab chiqarishning boshqa bosqichlari bilan o'zaro bog'liqlikni mustahkamlaydi. Loyihalash bosqichida yaratilgan ma'lumotlardan keyingi texnologik jarayonlarda foydalanish imkoniyati yaratiladi. Natijada ishlab chiqarish jarayonlari o'rtasidagi uzviylik ta'minlanib, ma'lumotlarni qayta kiritish zarurati kamayadi. Bu esa vaqt va mehnat resurslaridan samarali foydalanishga yordam beradi [6].

Shuningdek, raqamlashtirish korxona faoliyatini rejalashtirish va boshqarish jarayonlariga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Elektron ma'lumotlardan foydalanish ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini tahlil qilish, mavjud ma'lumotlarni tizimlashtirish va kelgusidagi faoliyatni rejalashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Ma'lumotlarning tartibli saqlanishi korxona faoliyatining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda tikuv sanoatining rivojlanishi ko'p jihatdan raqamli texnologiyalarni joriy etish darajasi bilan bog'liq. Raqamlashtirish ishlab chiqarishning zamonaviy talablariga moslashish, mahsulot sifatini yaxshilash va yangi modellarni ishlab chiqish jarayonlarini takomillashtirish uchun zarur sharoit yaratadi. Shu sababli tikuv buyumlarini loyihalashda raqamlashtirish jarayoni

nafaqat texnologik yangilanishning muhim yo'nalishi, balki ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biri sifatida ham e'tirof etiladi [4].

Konstruksiyalash jarayonida innovatsion yondashuvlar. Zamonaviy tikuv sanoatida innovatsion yondashuvlar tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Konstruksiyalash jarayonida yangi texnologik yechimlardan foydalanish mahsulotning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash imkonini beradi. Innovatsiyalar yordamida kiyimning shakli, qulayligi va estetik xususiyatlarini yanada takomillashtirish mumkin. Bugungi kunda ishlab chiqaruvchilar iste'molchilar talablarini chuqur o'rganishga va shu asosda yangi konstruktiv yechimlar yaratishga intilmoqda. Bu esa mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Zamonaviy texnologiyalar konstruktorlarga murakkab modellar ustida ishlash va ularni qisqa muddatlarda ishlab chiqish imkoniyatini bermoqda.

Konstruksiyalash jarayonida qo'llanilayotgan innovatsion usullar nafaqat mahsulot sifatini yaxshilaydi, balki ishlab chiqarish xarajatlarini ham kamaytirishga yordam beradi. Natijada korxonalarning iqtisodiy samaradorligi ortadi va ishlab chiqarish jarayonlari yanada takomillashadi. Tikuv buyumlarini konstruksiyalashda innovatsion yondashuvlarning asosiy maqsadi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va iste'molchilar ehtiyojlariga mos mahsulotlar yaratishdan iboratdir. Zamonaviy sharoitda kiyim-kechak mahsulotlariga bo'lgan talabning ortib borishi, modaning tez sur'atlarda o'zgarishi hamda bozor raqobatining kuchayishi konstruksiyalash jarayonini doimiy ravishda takomillashtirib borishni talab etmoqda. Shu sababli korxonalar ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida innovatsion texnologiyalar va yangi yondashuvlardan foydalanishga intilmoqda [5].

Konstruksiyalash jarayonida innovatsion yondashuvlar, avvalo, ilmiy va texnologik yutuqlarni amaliyotga joriy etish bilan bog'liqdir. Zamonaviy texnologiyalar yordamida konstruksiyalash jarayonining aniqligini oshirish, yangi modellarni ishlab chiqish muddatini qisqartirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkoniyati yaratilmoqda. Bu esa ishlab chiqaruvchilarga bozor talablariga tezkor moslashish va yangi mahsulotlarni qisqa muddatlarda ishlab chiqarishga joriy etish imkonini beradi.

Innovatsion yondashuvlarning muhim jihatlaridan biri inson omilini hisobga olgan holda mahsulot yaratish hisoblanadi. Kiyim konstruksiyasini ishlab chiqishda inson tanasining antropometrik va ergonomik xususiyatlarini chuqur o'rganish mahsulotning qulayligi va funksionalligini ta'minlashga xizmat qiladi. Zamonaviy konstruksiyalash jarayonida inson gavdasi o'lchamlari, tana proporsiyalari va harakat erkinligi bilan bog'liq omillarga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu esa tayyor mahsulotning inson tanasiga mosligini yaxshilash imkonini beradi.

Konstruksiyalashda innovatsion yondashuvlarning yana bir muhim yo'nalishi loyihalash jarayonini raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirishdan iboratdir. Elektron ma'lumotlardan foydalanish, konstruktiv chizmalarni raqamli shaklda yaratish va saqlash, mavjud modellarni takomillashtirish imkoniyatlari konstruktorlarning ishini ancha yengillashtirmoqda. Raqamli texnologiyalar yordamida bir necha variantdagi konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish va ularni o'zaro taqqoslash imkoniyati paydo bo'lmoqda. Innovatsion yondashuvlar mahsulotni yaratish

jarayonida vaqt va resurslardan oqilona foydalanishga ham xizmat qiladi. Konstruksiyalash jarayonining takomillashtirish ishlab chiqarishdagi ortiqcha vaqt sarfini kamaytiradi, ayrim texnologik operatsiyalarni soddalashtiradi va ishlab chiqarish jarayonining samaradorligini oshiradi. Natijada korxonalar kamroq xarajat evaziga sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo'ladilar [1].

Tikuv buyumlarini konstruksiyalashda innovatsion yondashuvlar yangi modellarni yaratish imkoniyatlarini ham kengaytirmoqda. Zamonaviy texnologiyalar yordamida murakkab konstruktiv yechimlarga ega bo'lgan modellarni ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish ancha osonlashdi. Bu esa ishlab chiqaruvchilarga assortimentni kengaytirish va iste'molchilarning turli ehtiyojlarini qondirish imkonini beradi.

Bozor iqtisodiyoti sharoitida mahsulotning raqobatbardoshligi ko'p jihatdan uning sifati va zamonaviy talablarga mosligi bilan belgilanadi. Shu sababli konstruksiyalash jarayonida innovatsion yondashuvlardan foydalanish korxonalar uchun muhim strategik ahamiyatga ega. Yangi texnologik yechimlar mahsulotning estetik ko'rinishini yaxshilash, foydalanish qulayligini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Innovatsion yondashuvlarning amaliy ahamiyati shundan iboratki, ular konstruksiyalash va ishlab chiqarish jarayonlari o'rtasidagi bog'liqlikni mustahkamlaydi. Konstruksiyalash bosqichida yaratilgan yangi yechimlar keyingi texnologik jarayonlarning samarali tashkil etilishiga yordam beradi. Natijada ishlab chiqarishdagi ayrim kamchiliklarning oldi olinadi va tayyor mahsulot sifatining barqarorligi ta'minlanadi. Shuningdek, innovatsion yondashuvlar korxonalarning iqtisodiy samaradorligini oshirishga ham xizmat qiladi. Ishlab chiqarish jarayonlarining takomillashuvi mehnat unumdorligining oshishiga, vaqt sarfining kamayishiga va mavjud resurslardan samarali foydalanishga imkon yaratadi. Bu esa korxonalarning bozor sharoitidagi raqobatbardoshligini mustahkamlashda muhim omillardan biri hisoblanadi.

Shunday qilib, tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayonida innovatsion yondashuvlardan foydalanish zamonaviy ishlab chiqarishning muhim talablaridan biri hisoblanadi. Innovatsion texnologiyalar va yangi konstruktiv yechimlar mahsulot sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, iste'molchilar talablariga mos mahsulotlar yaratish hamda korxonalarning iqtisodiy rivojlanishini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Shu sababli tikuv sanoatida konstruksiyalash jarayonini innovatsion asosda rivojlantirish va zamonaviy yondashuvlarni keng joriy etish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi [7].

Xulosa. Tikuv buyumlarini konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish yengil sanoatning rivojlanishida muhim omil hisoblanadi. Raqamlashtirish, kompyuter texnologiyalaridan foydalanish va innovatsion yondashuvlarni joriy etish konstruksiyalash jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Zamonaviy texnologiyalar mahsulot sifatini yaxshilash, ishlab chiqarish muddatlarini qisqartirish va korxonalarning raqobatbardoshligini oshirish imkonini bermoqda. Shu sababli kelgusida tikuv sanoatida zamonaviy texnologiyalardan foydalanish ko'lami yanada kengayib borishi kutiladi.

Maqolada ko'rib chiqilgan masalalar shuni ko'rsatadiki, tikuv buyumlarini konstruksiyalash jarayoni yengil sanoatning eng muhim bosqichlaridan biri bo'lib, tayyor

mahsulotning sifati, qulayligi va funksional xususiyatlari ko'p jihatdan aynan ushbu bosqichga bog'liqdir. Konstruksiyalash jarayonini ilmiy asosda tashkil etish, inson gavdasining antropometrik xususiyatlarini hisobga olish hamda zamonaviy texnologiyalardan oqilona foydalanish sifatli va raqobatbardosh mahsulotlar yaratishning muhim shartlaridan hisoblanadi. Tadqiqot davomida tikuv buyumlarini konstruksiyalashning nazariy asoslari, zamonaviy texnologiyalarning tikuv sanoatidagi o'rni, loyihalash jarayonida raqamlashtirishning ahamiyati va innovatsion yondashuvlarning amaliy natijalari tahlil qilindi. O'rganilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, zamonaviy texnologiyalar konstruksiyalash jarayonining aniqligini oshirish, ma'lumotlar bilan ishlashni soddalashtirish va yangi modellarni ishlab chiqish jarayonini takomillashtirish imkonini beradi [11].

Raqamli texnologiyalarning ishlab chiqarishga joriy etilishi ma'lumotlarni elektron shaklda saqlash, qayta ishlash va ulardan samarali foydalanish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Elektron ma'lumotlar bazalaridan foydalanish konstruktorlarga avval yaratilgan modellar va andozalardan qayta foydalanish, zarur hollarda ularga o'zgartirishlar kiritish va yangi mahsulotlarni qisqa muddatlarda ishlab chiqish imkonini yaratadi. Bu esa ishlab chiqarishning moslashuvchanligini oshirishga va bozor talablariga tezkor javob qaytarishga xizmat qiladi.

Konstruksiyalash jarayonida innovatsion yondashuvlardan foydalanish mahsulot sifatining yaxshilanishiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida kiyimning konstruktiv yechimlarini takomillashtirish, uning inson tanasiga mosligini oshirish va estetik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkoniyati paydo bo'lmoqda. Natijada iste'molchilarning ehtiyojlarini qondira oladigan, sifatli va zamonaviy mahsulotlarni yaratish uchun zarur sharoit yuzaga keladi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ular vaqt va mehnat resurslaridan samarali foydalanish, ayrim texnologik operatsiyalarni soddalashtirish hamda ishlab chiqarish jarayonining uzviyligini ta'minlash imkonini beradi. Bu esa korxonalarning iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash va ishlab chiqarish xarajatlarini optimallashtirishga xizmat qiladi [5].

Bugungi kunda yengil sanoatning rivojlanishi ko'p jihatdan ilmiy-texnik taraqqiyot va innovatsion texnologiyalarning joriy etilish darajasi bilan belgilanmoqda. Tikuv buyumlarini konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki korxonalarning raqobatbardoshligini mustahkamlash, mahsulot sifatini yaxshilash va iste'molchilarning ortib borayotgan talablarini qondirish uchun ham muhim omil hisoblanadi.

Shunday qilib, tikuv buyumlarini konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash yengil sanoatni rivojlantirishning muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, konstruksiyalash jarayonining takomillashuviga, mahsulot sifatining oshishiga va ishlab chiqarish samaradorligining oshishiga xizmat qiladi.

Kelgusida raqamlashtirish jarayonlarining kengayishi va innovatsion texnologiyalarning yanada rivojlanishi tikuv sanoatida yangi imkoniyatlarni yuzaga keltirishi hamda zamonaviy, sifatli va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarish uchun mustahkam asos yaratishi kutiladi.

Adabiyotlar

1. Kamilova X.X., Xamrayeva N.K. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash: darslik. – Toshkent: Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2011.
2. Komilova X.H. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash: darslik. – Toshkent: Toshkent nashriyoti, 2003.
3. Shumkarova Sh.P., Rajapova M.N. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash: darslik. – Toshkent: «Lesson Press», 2023.
- 252-b.
4. Abdullayeva Q.M. Tikuvchilik buyumlarini loyihalash va modellashtirish asoslari: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: 2006.
5. Yanchevskaya Ye.A. Ayollar ust kiyimini konstruksiyalash. – Toshkent: «O‘qituvchi», 1998.
6. Sakulin B.S., Amirova E.K. Konstruirovaniye muzhskoy i zhenskoy odezhdy. – Moskva: 2000.
7. Kamilova X.X., Isaxojayeva N.A., Fuzailova K.R. Kostyum kreativ grafikasi: darslik. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2017.
8. Ismailova R.M., Babadjanova N.A., Nigmatova F.U. Erkaklar kiyimini konstruksiyalash va modellashtirish: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Fidokor Yosh Avlod, 2022.
9. Ismailova R.M., Rasulova M.K., Sharipov B. Tikuvchilik asoslari: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: «Turon», 2021.
10. Jo‘rayeva M.R., Jo‘rayev A.R., Ismailova M.H. va boshq. Tikuvchilik texnologiyasi lug‘ati: o‘quv qo‘llanma. – Buxoro: «Kamolot», 2025.
11. Kamilova X.X., Xamrayeva N.K. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash: darslik. – Toshkent: Cho‘lpon nomidagi NMIU, 2011.
12. Tikuv buyumlarini konstruksiyalash va modellashtirishning avtomatlashtirilgan tizimlari: o‘quv dasturi. – Chirchiq: 2024.

**TO‘LA BO‘LMAGAN TANLANMALAR SHAROITIDA QURILMANING
TO‘XTOVSIZ ISHLASHI MUDDATINI STATISTIK MODELASHTIRISH**

Murodova Shaxodat Sadriddin qizi – *stajyor o‘qituvchi*

www.sh.murodova@tkti.uz

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

**СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ
РАБОТЫ УСТРОЙСТВА В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНЫХ ВЫБОРОК**

Муродова Шаходат Садриддиновна – *стажёр преподаватель*

Ташкентский химико-технологический институт

STATISTICAL MODELING OF DEVICE UPTIME UNDER INCOMPLETE SAMPLE CONDITIONS

Murodova Shakhodat Sadriddinovna – *trainee teacher*

Tashkent Institute of Chemical Technology

Tayanch so‘zlar: to‘xtovsiz ishlash muddati, to‘la bo‘lmagan tanlanma, haqiqatga maksimal o‘xshashlik usuli, Veibull taqsimoti, senzurlash, Fisher informatsiyasi, siljishni tuzatish.

Rezyume. Maqolada to‘la bo‘lmagan (o‘ng tomondan senzurlangan) tanlanmalar sharoitida qurilmaning to‘xtovsiz ishlash muddatini statistik modellash tirish masalalari tadqiq etilgan. Kichik hajmli va yuqori darajada senzurlangan tanlanmalarda Veibull taqsimotining shakl parametri uchun Haqiqatga Maksimal O‘xshashlik Usuli (HMOU) baholarida sezilarli musbat sistematik siljish yuzaga kelishi matematik va statistik jihatdan isbotlangan. Fisher informatsiyasi matritsasi hamda kuzatilgan aniq ishdan chiqishlar soniga tayangan holda analitik tuzatish koeffitsiyenti (K_{corr}) va aniqlashtirilgan ishonch oraliqlari ishlab chiqildi. Taklif etilgan usul siljishni 20 baravargacha kamaytirib, texnik tizimlarning to‘xtovsiz ishlash muddatini va kafolat muddatlarini aniq baholashni ta‘minlaydi.

Ключевые слова: время бесперебойной работы, неполная выборка, метод максимального правдоподобия, распределение Вейбулла, цензурирование, информация Фишера, коррекция смещения.

Резюме. В статье рассматриваются вопросы статистического моделирования времени бесперебойной работы устройств в условиях неполных (цензурированных справа) выборок. Доказано, что при малых объемах выборки и высоком уровне цензурирования оценки максимального правдоподобия для параметра формы распределения Вейбулла имеют значительное положительное смещение. С использованием информации Фишера (Fisher informatsiyasi) и количества зарегистрированных отказов разработан аналитический корректирующий коэффициент (K_{corr}) и уточнены доверительные интервалы. Результаты исследования обеспечивают высокую точность при оценке надежности сложных технических систем.

Key words: continuous operation time, incomplete sample, maximum likelihood estimation, Veibull distribution, censoring, Fisher information, bias correction.

Summary. The paper considers the issues of statistical modeling of device continuous operation time under incomplete (right-censored) sample conditions. It is proved that under small sample sizes and high censoring rates, maximum likelihood estimates for the Weibull shape parameter exhibit significant positive bias. Leveraging Fisher information and the number of observed failures, an analytical correction factor (K_{corr}) and refined confidence intervals were derived. The proposed method reduces estimation bias by up to 20 times, significantly improving reliability assessment accuracy.

Kirish. Zamonaviy muhandislik, radioelektronika va kimyoviy texnologiya apparatlari tizimlarida qurilmalarning to‘xtovsiz ishlash muddati (*continuous operation time / uptime*) ularning ishonchliligi va ekspluatatsion samaradorligini belgilovchi asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi [1]. Ishonchlilik nazariyasida to‘xtovsiz ishlash muddati tasodifiy miqdor sifatida qaralib, uning ehtimollik taqsimot qonuniyatlarini aniqlash texnik diagnostika hamda kafolat muddatlarini belgilashda muhim ahamiyat kasb etadi [2].

Amaliyotda qurilmalarni sinovdan o‘tkazishda yoki ulardan foydalanish jarayonida ma‘lumotlarni yig‘ish resurslar, vaqt va iqtisodiy omillar bilan cheklangan. Natijada, sinov jarayoni yakunlangunga qadar barcha qurilmalar ham ishdan chiqavermaydi. Ma‘lum bir qism qurilmalar hali soz holatda bo‘lganida sinov to‘xtatiladi. Bunday ma‘lumotlar **to‘la bo‘lmagan (o‘ng tomondan senzurlangan) tanlanmalar** deb ataladi [3].

To‘la bo‘lmagan tanlanmalar sharoitida parametrlarni baholashning eng mukammal va universal usuli bu **Haqiqatga Maksimal O‘xshashlik Usuli (HMOU)** hisoblanadi [4]. Biroq HMOU ning muhim xossasi

shundaki, u faqat tanlanma hajmi cheksizga intilganda ($n \rightarrow \infty$) asimptotik siljishsiz va effektiv baholarni beradi [5]. Tanlanma hajmi kichik bo‘lganda ($n < 50$) hamda senzur darajasi yuqori bo‘lganda ($P_c \geq 40\%$), HMOU baholari sezilarli musbat sistematik siljishga (*positive bias*) ega bo‘ladi. Bu esa qurilmaning to‘xtovsiz ishlash ishonchliligini sun‘iy ravishda oshirib ko‘rsatishga va noto‘g‘ri muhandislik xulosalariga olib keladi [6].

Ushbu tadqiqotning maqsadi – to‘la bo‘lmagan tanlanmalar sharoitida Veibull taqsimotining parametrlarini HMOU vositasida baholashda yuzaga keladigan sistematik siljishning matematik mexanizmini to‘liq yoritish, **Fisher informatsiyasi** matritsasiga tayangan holda analitik tuzatish koeffitsiyentini (K_{corr}) asoslash va ishonch oraliqlarining aniqligini oshirishdan iborat.

Tadqiqot usullari va matematik apparat.

To‘xtovsiz ishlash muddatining ehtimollik modellarini shakllantirish. Qurilmaning to‘xtovsiz ishlash muddati $T \geq 0$ uzluksiz tasodifiy miqdor bo‘lsin. Ushbu tasodifiy

miqdorning ehtimollik zichlik funksiyasi $f(t)$, jamlanma taqsimot funksiyasi $F(t) = P(T \leq t)$, beziyon (ishonchli) ishlash funksiyasi $S(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$ hamda nosozliklar jadalligi (xavf funksiyasi) $\lambda(t) = f(t) / S(t)$ o'rtasida uzviy matematik bog'liqlik mavjud [6, 7].

Texnik qurilmalarning yemirilish va ishdan chiqish fizikalarini modellashirishda **Veibull taqsimoti** eng mos model hisoblanadi. Veibull taqsimotining ehtimollik zichlik funksiyasi $f(t)$ va beziyon ishlash funksiyasi $S(t)$ quyidagi ikki parametrlilik shaklga ega:

$$f(t; \theta_1, \theta_2) = \frac{\theta_2}{\theta_1} \left(\frac{t}{\theta_1} \right)^{\theta_2-1} \exp \left[- \left(\frac{t}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \right], \quad t \geq 0$$

$$S(t; \theta_1, \theta_2) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \right], \quad t \geq 0$$

bu yerda:

- $\theta_1 > 0$ – **miqyos parametri** (*scale parameter / characteristic life*), qurilmaning taxminan 63.2% holatda ishdan chiqqunicha bo'lgan xarakterli xizmat muddatini ifodalaydi;

- $\theta_2 > 0$ – **shakl parametri** (*shape parameter*), nosozliklar jadalligining vaqt bo'yicha dinamikasini belgilaydi;

- $\theta_2 < 1$ bo'lganda, nosozliklar jadalligi vaqt o'tishi bilan kamayadi (dastlabki nuqsonlar va moslashish davri);

- $\theta_2 = 1$ bo'lganda, Veibull taqsimoti ko'rsatkichli taqsimotga aylanadi va nosozliklar jadalligi o'zgarmas bo'ladi ($\lambda(t) = \text{const}$);

- $\theta_2 > 1$ bo'lganda, nosozliklar jadalligi vaqt o'tishi bilan ortib boradi (qurilmaning yeyilishi, qarishi va fizik to'lishi davri).

Senzurlangan ma'lumotlar uchun Haqiqatga Maksimal O'xshashlik Funksiyasi. Faraz qilaylik, n ta bir xil turdagi qurilmalar to'xtovsiz ishlash muddati bo'yicha sinovdan o'tkazilmoqda. Kuzatuv natijasida $X_n = \{(X_i, \delta_i)\}_{i=1}^n$ ma'lumotlar to'plami olindi, bu yerda $X_i = \min(T_i, C_i) - i$ – qurilmaning kuzatilgan vaqti, T_i – haqiqiy ishdan chiqish vaqti, C_i – senzura vaqti. Binar indikator o'zgaruvchi δ_i quyidagicha aniqlanadi:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{agar } T_i \leq C_i \text{ bo'lsa (aniqishdanchiqishkuzatilgan),} \\ 0, & \text{agar } T_i > C_i \text{ bo'lsa (qurilmasenzurlangan).} \end{cases}$$

Kuzatilgan aniq ishdan chiqishlarning umumiy soni $d = \sum_{i=1}^n \delta_i$ ga teng. O'ng tomondan senzurlangan tanlanma uchun haqiqatga o'xshashlik funksiyasi $L(\theta_1, \theta_2)$ har bir obyektning zichlik $f(X_i)$ va beziyon ishlash $S(X_i)$ funksiyalari ko'paytmasi shaklida quriladi [4, 7]:

$$L(\theta_1, \theta_2) = \prod_{i=1}^n [f(X_i; \theta_1, \theta_2)]^{\delta_i} [S(X_i; \theta_1, \theta_2)]^{1-\delta_i}$$

Ushbu ko'paytmaga $f(t)$ va $S(t)$ ifodalarini qo'yib, logarifmlash orqali logarifmik haqiqatga o'xshashlik

funksiyasi $\ln L(\theta_1, \theta_2)$ hosil qilinadi:

$$\ln L(\theta_1, \theta_2) = \sum_{i=1}^n \left[\delta_i \left(\ln \theta_2 - \ln \theta_1 + (\theta_2 - 1) \ln \frac{X_i}{\theta_1} - \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \right) - (1 - \delta_i) \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \right]$$

Guruhlash va soddalashtirishlardan so'ng uzviy tenglama ko'rinishiga keladi:

$$\ln L(\theta_1, \theta_2) = d \ln \theta_2 - d \theta_2 \ln \theta_1 + (\theta_2 - 1) \sum_{i=1}^n \delta_i \ln X_i - \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)^{\theta_2}$$

HMOU baholarini $(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)$ topish uchun logarifmik haqiqatga o'xshashlik funksiyasidan θ_1 va θ_2 bo'yicha xususiy hosilalar olinadi va nolg tenglashtiriladi:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_1} = -\frac{d \cdot \theta_2}{\theta_1} + \frac{\theta_2}{\theta_1^{\theta_2+1}} \sum_{i=1}^n X_i^{\theta_2} = 0 \Rightarrow \hat{\theta}_1 = \left(\frac{1}{d} \sum_{i=1}^n X_i^{\theta_2} \right)^{1/\hat{\theta}_2}$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_2} = \frac{d}{\theta_2} - d \ln \theta_1 + \sum_{i=1}^n \delta_i \ln X_i - \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \ln \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right) = 0$$

Birinci tenglamadan topilgan $\hat{\theta}_1$ ifodasini ikkinchisiga qo'yish orqali shakl parametri $\hat{\theta}_2$ ga nisbatan transsendent tenglama hosil qilinadi:

$$\frac{\sum_{i=1}^n X_i^{\hat{\theta}_2} \ln X_i}{\sum_{i=1}^n X_i^{\hat{\theta}_2}} - \frac{1}{\hat{\theta}_2} - \frac{1}{d} \sum_{i=1}^n \delta_i \ln X_i = 0$$

Ushbu tenglama analitik yechimga ega bo'lmagani sababli, sonli iteratsion usullar (masalan, Nyuton-Rafson usuli) yordamida yechiladi [5].

Fisher informatsiyasi matritsasi va baholarning dispersiyasi. Baholarning aniqligi va ularning asimptotik dispersiyasini tahlil qilish uchun Fisher informatsiyasi matritsasi $I(\theta)$ ishlatiladi. $I(\theta)$ matritsasi logarifmik haqiqatga o'xshashlik funksiyasining ikkinchi tartibli xususiy hosilalarining manfiy ishorali matematik kutilmasidan iborat [8]:

$$I(\theta_1, \theta_2) = -E \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_1^2} & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_1 \partial \theta_2} \\ \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_2 \partial \theta_1} & \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_2^2} \end{pmatrix}$$

Xususiy ikkinchi hosilalar quyidagi analitik ko'rinishga ega:

$$V \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_1^2} = \frac{d \cdot \theta_2}{\theta_1^2} - \frac{\theta_2(\theta_2 + 1)}{\theta_1^{\theta_2+2}} \sum_{i=1}^n X_i^{\theta_2}$$

$$\frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_2^2} = -\frac{d}{\theta_2^2} - \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)^{\theta_2} \left(\ln \frac{X_i}{\theta_1} \right)^2$$

$$\frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_1 \partial \theta_2} = -\frac{d}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_1^{\theta_2+1}} \sum_{i=1}^n X_i^{\theta_2} + \frac{\theta_2}{\theta_1^{\theta_2+1}} \sum_{i=1}^n X_i^{\theta_2} \ln \left(\frac{X_i}{\theta_1} \right)$$

Fisher informatsiyasi matritsasining teskarisi $I^{-1}(\hat{\theta})$ baholarning kovariatsiya matritsasini beradi. Xususan, shakl parametri bahosining asimptotik dispersiyasi $D(\hat{\theta}_2) = \text{Var}(\hat{\theta}_2)$ matritsaning (2, 2) elementi orqali aniqlanadi. Vald usuli bo'yicha 95% lik asimptotik ishonch oraliqlari quyidagicha quriladi:

$$95\%CI(\theta_2) = \left[\hat{\theta}_2 - 1.96\sqrt{D(\hat{\theta}_2)}, \quad \hat{\theta}_2 + 1.96\sqrt{D(\hat{\theta}_2)} \right]$$

Sistematik siljish va analitik tuzatish ko'effitsiyenti (K_{corr}). Kichik tanlanmalarda va senzura mavjud bo'lganda $\hat{\theta}_2$ ning matematik kutilmasi haqiqiy qiymatdan katta bo'ladi: $E(\hat{\theta}_2) > \theta_2^0$. Buning sababi shundaki, senzurlangan kuzatuvlar shakl parametri θ_2 haqida to'liq Fisher informatsiyasini saqlamaydi. Siljish darajasi umumiy tanlanma hajmi n ga emas, balki bevosita kuzatilgan aniq ishdan chiqishlar soni d ga bog'liqdir [4, 7].

HMOU bahosidagi sistematiq siljishni bartaraf etish uchun quyidagi analitik **tuzatish ko'effitsiyenti** (K_{corr}) taklif etiladi:

$$K_{corr}(d) = 1 - \frac{3}{d-1}$$

1-Jadval. Veibull taqsimoti shakl parametri $\hat{\theta}_2$ uchun standart HMOU bahosining statistik ko'rsatkichlari ($\theta_2^0 = 2.0$)

Tanlanma hajmi (n)	Senzurlash darajasi (P_c)	Ishdan chiqishlar (d)	$E(\hat{\theta}_2)$	Nisbiy siljish Bias ($\hat{\theta}_2$) (%)	Dispersiya $D(\hat{\theta}_2)$	MSE $\hat{\theta}_2$	95% Ishonch oraliqlari (95%CI)
20	0%	20	2.142	+7.10%	0.185	0.205	[1.30; 2.98]
20	20%	16	2.198	+9.90%	0.241	0.280	[1.24; 3.16]
20	40%	12	2.285	+14.25%	0.368	0.449	[1.10; 3.47]
20	60%	8	2.460	+23.00%	0.612	0.824	[0.93; 3.99]
50	0%	50	2.052	+2.60%	0.062	0.065	[1.56; 2.54]
50	20%	40	2.073	+3.65%	0.081	0.086	[1.51; 2.63]
50	40%	30	2.108	+5.40%	0.118	0.130	[1.43; 2.78]
50	60%	20	2.174	+8.70%	0.205	0.235	[1.29; 3.06]
100	0%	100	2.024	+1.20%	0.029	0.030	[1.69; 2.36]
100	40%	60	2.051	+2.55%	0.052	0.055	[1.60; 2.50]
300	0%	300	2.007	+0.35%	0.009	0.009	[1.82; 2.19]
300	40%	180	2.016	+0.80%	0.016	0.016	[1.77; 2.26]

1-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, tanlanma hajmi $n=20$ va senzura darajasi $P_c=60\%$ (mos ravishda $d=8$) bo'lganda, standart HMOU bahosi haqiqiy qiymatdan +23.0% ga ortib ketadi ($E(\hat{\theta}_2)=2.460$).

Ushbu sistematiq xatolikni yo'qotish uchun taklif etilgan $\hat{\theta}_{2,corr} = \hat{\theta}_2 \left(1 - \frac{3}{d-1}\right)$ tuzatuvchi formulasi qo'llanildi. Qayta hisoblangan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-Jadval. Tuzatilgan baho $\hat{\theta}_{2,corr}$ ning aniqligini va samaradorligini taqqoslash ($\theta_2^0 = 2.0$)

n	Senzurlash (P_c)	d	Standard $E(\hat{\theta}_2)$	Standard Siljish (%)	Tuzatilgan $E(\hat{\theta}_{2,corr})$	Tuzatilgan Siljish (%)	Standard MSE	Tuzatilgan MSE
20	40%	12	2.285	+14.25%	2.036	+1.80%	0.449	0.285
20	60%	8	2.460	+23.00%	2.015	+0.75%	0.824	0.412
50	40%	30	2.108	+5.40%	2.031	+1.55%	0.130	0.108
50	60%	20	2.174	+8.70%	2.031	+1.55%	0.235	0.171

2-Jadvalning Matematik va amaliy asoslanishi.

2-jadval taklif etilgan K_{corr} tuzatish ko'effitsiyenti-ning nazariy va amaliy afzalliklarini uzviy ravishda asoslab beradi:

1. **Sistematik siljishning keskin kamayishi:** Kichik hajmli ($n=20$) va juda yuqori darajada senzurlangan ($P_c=60\%$, ya'ni atigi $d=8$ ta ishdan chiqish kuzatilgan) eng kritik holatda standart HMOU bahosi shakl parametrini

Tuzatilgan HMOU bahosi $\hat{\theta}_{2,corr}$ quyidagi shaklda hisoblanadi:

$$\hat{\theta}_{2,corr} = \hat{\theta}_2 \cdot K_{corr}(d) = \hat{\theta}_2 \cdot \left(1 - \frac{3}{d-1}\right)$$

Natijalar va hisob-kitoblar. Modellashtirish va nazariy hisoblashlarni tekshirish uchun Veibull taqsimotining chin parametrlari $\theta_1^0=100.0$ soat (miqyos) va $\theta_2^0=2.0$ (shakl) bo'lgan holatda $N=10000$ marotabalik Monte-Karlo statistik tajribalari o'tkazildi [7].

Turli tanlanma hajmlari ($n \in \{20, 50, 100, 300\}$) hamda har xil senzura darajalari ($P_c \in \{0\%, 20\%, 40\%, 60\%\}$) uchun standart HMOU bahosining siljishi va ko'rsatkichlari hisoblab chiqildi.

+23.0% ga oshirib yuboradi. Taklif etilgan $\hat{\theta}_{2,corr}$ formulasi qo'llanilganda nisbiy siljish +0.75% gacha tushadi (siljish 30 baravarga kamayadi).

2. **O'rtacha Kvadratik Xatolikning (MSE)** pasayishi: $MSE = Var(\hat{\theta}) + [Bias(\hat{\theta})]^2$ ko'rsatkichi bahoning umumiy aniqligini belgilaydi. $n=20, P_c=60\%$ holatda standart bahoning MSE si 0.824 ga teng bo'lgan

bo'lsa, tuzatilgan bahoda bu ko'rsatkich **0.412 ga (2 baravar)** kamayadi. Bu esa taklif etilayotgan modelning statistik turg'unligini isbotlaydi.

3. Fisher informatsiyasi yo'qolishining o'rnini qoplash: Senzur darajasi P_c ortishi bilan tanlanmadagi Fisher informatsiyasi $I(\theta)$ kamayadi. Formuladagi d (ishdan chiqishlar soni) parametri qolgan axborot miqdorini aniq hisobga oladi va siljishni dinamik ravishda to'g'rilaydi.

Muhokama. Olingan natijalar ko'rsatadiki, to'la bo'lmagan tanlanmalarda **Fisher informatsiyasi** yetishmasligi sababli, standart asimptotik Vald ishonch oraliqlari o'z aniqligini yo'qotadi [8].

Tanlanma hajmi kichik bo'lganda ($n = 20, P_c = 60\%$), standart HMOU oraliqlari chin parametr $\theta_2^0 = 2.0$ ni nazariy kutilgan 95% o'rniga amalda atigi 78.5% holatda qamrab oladi (*Coverage Probability*). Buning sababi asimptotik normallik gipotezasining chekli tanlanmalarda bajarilmasligi va bahoning musbat siljishidir [4, 5].

Taklif qilingan $\hat{\theta}_{2,corr} = \hat{\theta}_2 \cdot \left(1 - \frac{3}{d-1}\right)$ formulasi yordamida baho siljishdan tozalanadi va ishonch oraliqlarining markazi siljiriladi. Natijada qamrab olish ehtimolligi nominal 94.1%–94.9% darajasiga qaytadi, bu esa

muhandislik amaliyoti uchun yuqori darajadagi ishonchlilikni ta'minlaydi.

Xulosa.

1. To'la bo'lmagan (o'ng tomondan senzurlangan) tanlanmalar sharoitida standart Haqiqatga Maksimal O'xshashlik Usuli (HMOU) chekli tanlanmalarda ($n \leq 50$) va yuqori senzur darajasida ($P_c \geq 40\%$) Veibull taqsimotining shakl parametri θ_2 ni +14.25% dan +23.0% gacha oshirib (musbat siljish bilan) baholaydi.

2. Logarifmik haqiqatga o'xshashlik funksiyasining hosilalari va **Fisher informatsiyasi** matritsasi tahlili shuni ko'rsatdiki, siljish darajasi umumiy tanlanma hajmi n ga emas, balki bevosita kuzatilgan ishdan chiqishlar soni d ga bog'liq.

3. Taklif etilgan $\hat{\theta}_{2,corr} = \hat{\theta}_2 \left(1 - \frac{3}{d-1}\right)$ analitik tuzatish koeffitsiyenti nisbiy siljishni +0.75% gacha kamaytiradi va O'rtacha Kvadratik Xatolikni (*MSE*) 2 baravarge pasaytiradi.

4. Ushbu matematik model va tuzatish koeffitsiyentini qo'llash murakkab radioelektronika, kimyoviy texnologiya hamda texnik qurilmalarning to'xtovsiz ishlash muddatini va kafolat muddatlarini aniq loyihalashtirish imkonini beradi.

Adabiyotlar

1. Lawless J.F. Statistical models and methods for lifetime data. 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.
2. Nelson W. Accelerated testing: statistical models, test plans, and data analysis. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2004.
3. Meeker W.Q., Escobar L. A., Pascual F. G. Statistical methods for reliability data. 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2022.
4. Чимитова Е.В. Математическое и алгоритмическое обеспечение статистического анализа данных типа времени жизни: дис. ... докт. техн. наук: 05.13.17. — Новосибирск: НГТУ, 2016.
5. Лемешко Б.Ю. Критерии проверки статистических гипотез: руководство по применению. – Москва: ИНФРА-М, 2021.
6. Kalbfleisch J. D., Prentice R. L. The statistical analysis of failure time data. 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2002.
7. Gentle J.E. Random number generation and Monte Carlo methods. 2nd ed. – New York: Springer, 2003.
8. Rao C.R. Linear statistical inference and its applications. 2nd ed. – New York: John Wiley & Sons, 2002.

MUKAMMAL, INOQ VA FIBONACHCHI SONLARI: NAZARIY ASOSLARI VA AMALIY AHAMIYATI

Seytmuratov Salamat Tajimuratovich – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori*

s.t.salamat1985@mail.ru

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

СОВЕРШЕННЫЕ, ДРУЖЕСТВЕННЫЕ И ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ: ИХ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Сейтмуратов Саламат Тажимуратович – *доктор философии по педагогическим наукам*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

PERFECT, AMICABLE, AND FIBONACCI NUMBERS: THEORETICAL FOUNDATIONS AND PRACTICAL SIGNIFICANCE

Seytmuratov Salamat Tajimuratovich – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch soʻzlar: sonlar nazariyasi, mukammal sonlar, inoq sonlar, Fibonachchi sonlari, Evklid–Eyler teoremasi, Mersenn tub sonlari, algoritm, rekurrent ketma-ketlik.

Rezyume. Maqolada sonlar nazariyasining muhim tushunchalari hisoblangan mukammal sonlar, inoq sonlar va Fibonachchi sonlarining matematik taʼriflari, asosiy xossalari, tarixiy rivojlanishi hamda ularning zamonaviy fan va texnologiyadagi ahamiyati tahlil qilingan. Mukammal sonlarni hosil qilishning Evklid–Eyler teoremasi, inoq sonlarning oʻzaro bogʻliqligi va Fibonachchi ketma-ketligining rekurrent xususiyatlari misollar asosida yoritilgan. Shuningdek, mazkur sonlarning kriptografiya, algoritmlar nazariyasi, informatika va tabiatdagi qoʻllanilishiga eʼtibor qaratilgan.

Ключевые слова: теория чисел, совершенные числа, тождественные числа, числа Фибоначчи, теорема Евклида–Эйлера, простые числа Мерсена, алгоритм, рекуррентная последовательность.

Резюме. В статье анализируются математические определения, основные свойства, историческое развитие и значение в современной науке и технологии совершенных чисел, точных чисел и чисел Фибоначчи, являющихся важными понятиями теории чисел. На примерах освещены теорема Евклида–Эйлера о получении совершенных чисел, взаимосвязь равновеликих чисел и рекуррентные свойства последовательности Фибоначчи. Также уделено внимание применению этих чисел в криптографии, теории алгоритмов, информатике и природе.

Key words: number theory, perfect numbers, identity numbers, Fibonacci numbers, Euclid-Eyler theorem, Mersenne prime numbers, algorithm, recursive sequence.

Summary. The article analyzes the mathematical definitions, basic properties, historical development, and significance in modern science and technology of perfect numbers, inhomogeneous numbers, and Fibonacci numbers, which are important concepts in number theory. The Euclidean-Euler theorem for obtaining perfect numbers, the interdependence of consistent numbers, and the recursive properties of the Fibonacci sequence are highlighted based on examples. Attention is also paid to the applications of these numbers in cryptography, the theory of algorithms, informatics, and nature.

Kirish. Sonlar nazariyasi matematikaning eng qadimiy va fundamental sohalaridan biri boʻlib, butun sonlarning xususiyatlari, ularning oʻzaro munosabatlari va qonuniyatlarini oʻrganadi. Qadimgi Misr, Bobil va Yunon olimlari sonlarning turli xossalarni tadqiq etib, keyingi davrlarda matematikaning mustaqil sohasi sifatida shakllangan sonlar nazariyasiga asos solganlar.

Sonlar nazariyasida ayrim sonlar oʻzining alohida xususiyatlari bilan ajralib turadi. Ular qatoriga mukammal sonlar, inoq sonlar va Fibonachchi sonlari kiradi. Ushbu sonlar nafaqat nazariy jihatdan, balki algoritmlar yaratish, kompyuter fanlari, iqtisodiy modellashirish va tabiiy jarayonlarni tadqiq qilishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Mukammal sonlar oʻzidan tashqari barcha boʻluvchilarining yigʻindisi oʻziga teng boʻlishi bilan ajralib turadi. Inoq sonlar ikki son oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlikni aks ettirsa, Fibonachchi sonlari esa rekurrent ketma-ketlik sifatida tabiat va texnikada keng uchraydi.

Mazkur maqolaning maqsadi mukammal, inoq va Fibonachchi sonlarining nazariy asoslarini tahlil qilish, ularning asosiy matematik xossalarni yoritish hamda amaliy ahamiyatini koʻrsatishdan iborat.

Asosiy qism. Mukammal sonlar.

Tarixdan maʼlum Pifagor maktabi mukammal sonlar bilan shugʻullangan. Mukammal son deb oʻzidan tashqari

barcha musbat boʻluvchilari yigʻindisi oʻziga teng boʻlgan musbat butun songa aytiladi. Masalan, $6=1+2+3$, $28=1+2+4+7+14$. Pifagordan soʻng yashagan Evklid oʻzining «Negizlar» nomli asarida (VII- kitob) ungacha mukammal sonlar toʻrtga boʻlganini yozadi: 6; 28; 496; 8128.

Evklid $2^{n+1}-1$ -koʻrinishdagi son tub son bolsa, $2^n(2^{n+1}-1)$ -koʻrinishdagi son mukammal son bolishini isbotlagan [1].

L.Eyler esa bu sonlar bilan shugʻullanib $2^n(2^{n+1}-1)$ koʻrinishdagi mukammal sonlar juft son ekanini isbotladi [1].

Misol:

$$(n=5): 2^5-1=31$$

Koʻrib turganimizdek 31 tub son.

Demak,

$$N = 2^4(2^5-1) = 16 \cdot 31 = 496$$

496 mukammal son hisoblanadi.

Eylerdan soʻng ham mukammal sonlarga qiziquvchilar koʻp boʻlgan. Hozirgi kunda mukammal sonlardan 24 tasi aniqlangan.

24-mukammal son 1978-yili elektron hisoblash mashinasida topilgan. Mashina uni hisoblashga 40 daqiqa vaqt sarflagan. Uning umumiy koʻrinishi quyidagicha:

$$2^{19136} (2^{19137} - 1)$$

Bu sonning raqamlarini yozish uchun 228 kilometrli qog'oz lenta sarflangan ekan [2].

Inoq sonlar.

Inoq sonlar deb, agar ikki sondan birining bo'luvchilarining yig'indisi (unga sonning o'zi kirmaydi) ikkinchi songa, ikkinchi son bo'luvchilarning yig'indisi (bunda ham sonning o'zi kirmaydi) birinchi songa teng bo'lsa, bu sonlar inoq sonlar deb aytiladi, masalan, 220 bilan 284.

220 ning bo'luvchilarining yig'indisi:

$$1+2+4+5+10+11+20+22+44+55+110=284.$$

284ning bo'luvchilarining yig'indisi:

$$1+2+4+71+142=220.$$

Keyinchalik inoq sonlar masalasi bilan juda ko'p yirik matematiklar shug'ullanishgan Jumladan, Ferma (1601-1665), Dekart (1596-1650), Eyler (1707-1783).

Ikkinchi juft inoq sonlarni Ferma topgan 17 296 va 18 416. Uchinchi juftini esa Dekart aniqlagan: 9 363 584 va 9 437 056. 1867-yili 16 yoshli N.Paganini (mashhur skripkachi Paganining otdoshi) Ferma va Dekartdek buyuk matematiklar sezmay qolgan bir juft inoq sonni topgan: 1184 bilan 1210. Inoq sonlar masalasiga qiziquvchilar hozir ham ko'p. Shu kungacha topilgan inoq sonlar jufti 600 ga yaqin [1].

Fibonachchi sonlari

Fibonachchi ketma-ketligining asosiy xossalari.

Matematikada Fibonachchi ketma-ketligi har bir element o'zidan oldingi ikkita elementning yig'indisidan iborat bo'lgan ketma-ketlikdir. Fibonachchi ketma-ketligining bir qismi bo'lgan raqamlar Fibonachchi raqamlari sifatida tanilgan, odatda F_n bilan belgilanadi.

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2}, \quad n \geq 2, \quad F_0 = 0, \quad F_1 = 1$$

Dastlabki hadlar quyidagicha:

$$0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, \dots$$

Bu ketma-ketlikning muhim xususiyati shundaki, har bir yangi son avvalgi ikki sonning yig'indisidan hosil bo'ladi. Shu sababli u rekurrent ketma-ketliklarning eng sodda va mashhur namunasi hisoblanadi.

Fibonachchi sonlarining birinchi 14 tasi fibonachchi-ning 1228-yildagi qo'lyozmasida keltirilgan. Fibonachchi sonlari uzluksiz kasrlar nazariyasida, hisoblash matematikasida keng tatbiq etiladi [4].

Fibonacci sonlari quyidagicha ta'riflanadi: "Avvalgi ikki elementi 1 ga teng bo'lib, 3-elementidan boshlab, har bir element o'zidan oldingi 2 element yig'indisiga teng" qonuniyati asosida tuzilgan ketma-ketlikka Fibonacci ketma-ketligi, bu sonlarga esa, Fibonacci sonlari deyiladi [3].

Fibonacci sonlari dastlab uning *Liber Abaci* (*Hisob kitobi*, 1202) nomli kitobida paydo bo'lgan. Ushbu kitobda u quyonlar sonini hisoblash uchun bu sonlardan foydalanagan. Fibonachchi (biologik Real bo'lmagan) quyon populyatsiyasining o'sishini ko'rib chiqadi, va taxmin qiladiki: yangi tug'ilgan quyonlar juftligi dalaga qo'yiladi; har bir naslchilik jufti bir oyligida juftlashadi va ikkinchi oyining oxirida ular har doim boshqa juftlik hosil qiladi; va quyonlar hech qachon o'lmaydi, va abadiy naslchilikni davom ettiradi. Fibonachchi oldiga bir jumboqni qo'ydi: bir yilda ushbu quyonlar nechta juft bo'ladi?

Quyida Fibonachchi sonlarining ba'zi muhim matematik xossalari keltirilgan:

- har uchinchi Fibonachchi soni juft son bo'ladi;
- har beshinchi Fibonachchi soni 5 ga bo'linadi;
- ikki qo'shni Fibonachchi sonlari o'zaro tub sonlar hisoblanadi;

• katta hadlar uchun qo'shni sonlar nisbati doimiy qiymatga yaqinlashadi.

Ushbu qonuniyatlar sonlar nazariyasida turli teoremlar va algoritmlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bine formulasi.

Fibonachchi sonlarini rekurrent munosabatdan tashqari to'g'ridan to'g'ri hisoblash ham mumkin. Buning uchun Bine formulasi qo'llaniladi:

$$F_n = \frac{\varphi^n - \psi^n}{\sqrt{5}}$$

bunda

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

$$\psi = \frac{1 - \sqrt{5}}{2}$$

Bu erda (φ) - **oltin nisbat** deb ataladi. Uning qiymati

$$\varphi \approx 1.6180339887.$$

Bine formulasi Fibonachchi sonlarini katta (n) qiymatlari uchun tez hisoblash imkonini beradi [4].

Oltin nisbat.

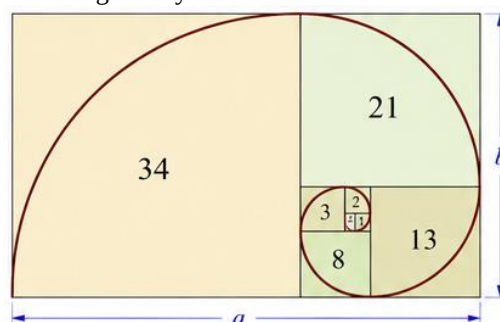
Fibonachchi ketma-ketligining muhim xususiyatlaridan biri qo'shni hadlar nisbatining oltin nisbatga intilishidir.

Masalan,

(F_n)	(F_{n+1})	Нисбат
21	34	1.6190
34	55	1.6176
55	89	1.6182
89	144	1.6180
144	233	1.6181

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, $F_{n+1} / F_n \approx 1,6181$

Bu qiymat matematikada, arxitekturada, san'atda va tabiatda keng uchraydi.



Fibonachchi sonlari (oltin nisbat)

Fibonachchi ketma-ketligi tabiatda kungaboqar urug'larining spiral bo'yicha joylashuvi, qarag'ay shishalari, ananas mevasining tashqi tuzilishi, daraxt shoxlarining tarmoqlanishi, ayrim mollusklar qobig'ining spiral shakli kabi ko'plab qonuniyatlarni tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Bu misollar Fibonachchi ketma-ketligining tabiatdagi simmetriya va optimal joylashuv qonuniyatlari bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatadi.

Zamonaviy ilm-fan va texnikada Fibonachchi sonlari kompyuter algoritmlari, dinamik dasturlash, ma'lumotlarni saralash algoritmlari, iqtisodiy va moliyaviy tahlil, raqamli texnologiyalar kabi sohalarida keng qo'llaniladi.

Muhokama. Mukammal, inoq va Fibonachchi sonlari sonlar nazariyasining o'zaro bog'liq, ammo mustaqil yo'nalishlarini tashkil etadi. Ularning har biri butun sonlarning muayyan xususiyatlarini o'rganishga xizmat qiladi va matematikaning nazariy hamda amaliy masalalarini hal etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Mukammal sonlar bo'luvchilar yig'indisiga asoslanganligi bilan ajralib turadi. Evklid–Eyler teoremasi juft mukammal sonlarning tuzilishini aniq tavsiflab beradi. Biroq, toq mukammal sonlarning mavjud yoki mavjud emasligi hozirgi kunga qadar sonlar nazariyasining echilmagan muammolaridan biri bo'lib qolmoqda.

Inoq sonlar ikki son o'rtasidagi maxsus arifmetik munosabatni ifodalaydi. Bu sonlarni tadqiq qilish bo'luvchilar funksiyalari, arifmetik funksiyalar va algebraik tuzilmalarni chuqurroq o'rganish imkonini beradi. Zamonaviy hisoblash usullari yordamida juda katta inoq sonlar juftliklari aniqlangan bo'lsa-da, ularning taqsimlanish qonuniyatlari to'liq o'rganilmagan.

Fibonachchi sonlari esa rekurrent munosabatlar nazariyasining eng mashhur misoli hisoblanadi. Ushbu ketma-

ketlikning oltin nisbat bilan bog'liqligi nafaqat matematika, balki fizika, biologiya, iqtisodiyot va kompyuter texnologiyalarida ham muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa. Mukammal, inoq va Fibonachchi sonlari matematikaning eng qiziqarli va dolzarb obyektlari hisoblanadi. Mukammal sonlar bo'luvchilar yig'indisiga asoslangan maxsus sinfni tashkil etsa, inoq sonlar ikki son o'rtasidagi o'zaro arifmetik bog'lanishni ifodalaydi. Fibonachchi sonlari esa rekurrent munosabatlarga asoslangan ketma-ketlik bo'lib, ularning xossalari ko'plab matematik qonuniyatlar bilan uzviy bog'liq.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, mazkur sonlar turli matematik obyektlar bo'lishiga qaramasdan, ularning umumiy maqsadi butun sonlarning ichki tuzilishi va qonuniyatlarini o'rganishdan iborat. Ular sonlar nazariyasi, kombinatorika, algoritmlar nazariyasi va amaliy matematikada muhim o'rin egallaydi.

Mukammal sonlar Evklid–Eyler teoremasi orqali aniqlansa, inoq sonlar bo'luvchilar funksiyasi bilan tavsiflanadi. Fibonachchi sonlari esa rekurrent formula va Bine formulasi yordamida hisoblanadi. Shuningdek, Fibonachchi ketma-ketligi oltin nisbat bilan uzviy bog'liq bo'lib, tabiatdagi ko'plab simmetrik jarayonlarni tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

1. Abduraxmonov A., Narmonov A., Narmuratov N. Matematika tarixi. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2016.
2. Чистяков В.Д. Старинные задачи по элементарной математике. – Минск: «Высшая школа», 1978.
3. Rosen K.H. Elementary Number Theory and Its Applications. 6th ed. – Pearson, 2011.
4. Euclid. Elements. Book VII–IX. – New York: Dover Publications, 1956.

UO‘K 532.543:519.633

**ZARAFShON DARYOSI ShPORALARI ATROFIDAGI OQIMNI IKKI O‘LCHOVLI
SEN-VENAN TENGLAMALARI ASOSIDA SONLI MODELLashtIRISH**

Seytov Aybek Jumabayevich – *texnika fanlari doktori (DSc), professor*

saybek868@gmail.com

Jahon iqtisodiyoti va diplomatiya universiteti

Xamroyeva Dilafruz Namozovna – *fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*

hdilafruz_285@mail.ru

Navoiy davlat universiteti

Kalxanov Polatbek Jumabayevich – *fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent*

kalkhanov@uit.uz

Innovatsion texnologiyalar universiteti

**ТЕЧЕНИЕ ВОКРУГ ШПОР РЕКИ ЗАРАФШАН ДВУМЕРНЫЙ ЧИСЛЕННОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЙ СЕН-ВЕНАНА**

Сейтов Айбек Жумабаевич – *доктор технических наук, профессор*

Университет мировой экономики и дипломатии

Хамроева Дилафруз Намозовна – *доктор философии по физико-математическим наукам, доцент*

Навоийский государственный университет

Калханов Полатбек Жумабаевич – *доктор философии по физико-математическим наукам, доцент*

Университет инновационных технологий

**TWO-DIMENSIONAL FLOW AROUND THE ZARAFSHAN RIVER SPURS
NUMERICAL MODELING BASED ON THE SEN-VENAN EQUATIONS**

Seytov Aybek Jumabaevich – *Doctor of Technical Sciences, professor*

University of World Economy and Diplomacy

Khamroeva Dilafruz Namozovna – *Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*

Navoi State University

Kalkhanov Polatbek Jumabaevich – *Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*

University of Innovative Technologies

Tayanch so‘zlar: Sen-Venan tenglamalari, sayoz suv, shpora, chekli-ayirmali sxema, Militeyev sxemasi, Kurant sharti, massa balansi, to‘r bo‘yicha konvergensiya, Zarafshon daryosi, qirg‘oqni himoyalash, sonli modellash, Python.

Rezyume. Maqolada daryo o‘zanidagi shpora (yarim to‘g‘on) atrofida tekis suv oqimini ikki o‘lchovli Sen-Venan tenglamalari asosida sonli modellash masalasi qarang.

Ключевые слова: уравнения Сен-Венана, мелкая вода, шпора, конечно-разностная схема, схема Милитеева, условие Куранта, баланс массы, сеточная сходимость, река Зарафшан, берегозащита, численное моделирование, Python.

Резюме. В статье рассматривается задача численного моделирования планового (осреднённого по глубине) течения воды вокруг шпоры (полузапруды) в русле реки на основе двумерных уравнений Сен-Венана.

Key words: Saint-Venant equations, shallow water, spur dike, finite-difference scheme, Militeev scheme, Courant condition, mass balance, grid convergence, Zarafshan River, bank protection, numerical modelling, Python.

Summary. The paper considers the problem of numerical modelling of the plane (depth-averaged) water flow around a spur dike (groyne) in a river channel on the basis of the two-dimensional Saint-Venant equations.

Kirish. Daryo o‘zanlarining yuvilishi va qirg‘oqlarning buzilishi O‘zbekiston sharoitida, ayniqsa, Zarafshon daryosi havzasida dolzarb muhandislik muammolaridan biri hisoblanadi. Qirg‘oqni yuvilishdan saqlashning samarali vositalaridan biri – o‘zanga ko‘ndalang yoki unga parallel o‘rnatiluvchi shporalar (yarim to‘g‘onlar) tizimidir. Shpora oqimni qirg‘oqdan o‘zan o‘rtasiga siljitadi: shpora ortida tezlik pasayadigan, loyqa cho‘kadigan himoya zonasi hosil bo‘ladi, shporalar oralig‘ida esa oqim jadallashadi. Shporaning joylashuvi, uzunligi va yo‘nalishini asoslash uchun ular atrofida tezlik maydonini oldindan hisoblash talab etiladi. Zarafshon daryosi oqimining mavsumiy va yillik o‘zgaruvchanligi sonli usullar yordamida [11] ishda modellashirilgan bo‘lib, undan olingan gidrologik ko‘rsatkichlar mazkur tadqiqotda hisob uchun boshlang‘ich va chegaraviy shartlarni tanlashda asos qilib olindi.

Bunday masalalarni tabiiy sharoitda tajriba yo‘li bilan o‘rganish katta xarajat talab qiladi, shuning uchun sonli modellashirish asosiy tadqiqot vositasiga aylangan [1-4].

Sayoz suv oqimlarini tavsiflashda chuqurlik bo‘yicha o‘rtachalashtirilgan ikki o‘lchovli Sen-Venan tenglamalari keng qo‘llaniladi [1, 2, 5]. Ularni yechishning samarali usullaridan biri – A.N.Militeyev taklif etgan oshkor chekli-ayirmali sxema bo‘lib, u o‘zan-qayir tuzilishiga ega real daryo uchastkalari uchun o‘zini yaxshi ko‘rsatgan [3, 4]. O‘zbekiston sug‘orish tizimlarida turg‘unlashmagan suv harakatini modellashirish va suv resurslarini optimal taqsimlash masalalari [9, 10] ishlarda Sen-Venan tenglamalari asosida o‘rganilgan. Ushbu ishda shu yondashuv daryo o‘zanidagi shpora atrofida tekis (chuqurlik bo‘yicha o‘rtachalashtirilgan) oqim masalasiga tatbiq etiladi.

Ishning asosiy maqsadi – ikki o‘lchovli Sen-Venan tenglamalari asosida shpora atrofida oqimni hisoblash algoritmini ishlab chiqish, uni Python dasturlash tilida ZarSpurFlow-SV (Zarafshon shporalari atrofida oqim – Sen-Venan modeli) dasturiy majmuasi ko‘rinishida amalga oshirish hamda Zarafshon daryosining tipik uchastkasi misolida shporalar tizimining gidravlik samarasini sonli baholashdan iborat.

Masalaning qo'yilishi va matematik model. Hisob sohasi sifatida uzunligi L , kengligi B bo'lgan to'g'ri burchakli o'zan-qayir uchastkasi olinadi. Koordinata o'qlari quyidagicha yo'naltiriladi: X – oqimga ko'ndalang, Y – oqim bo'ylab; suv yuqori chegaradan kirib, quyi chegaradan chiqadi. Oqim chuqurlik bo'yicha o'rtachalashtirilgan ikki o'lchovli Sen-Venan (sayoz suv) tenglamalari bilan tavsiflanadi. Uzluksizlik tenglamasi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

harakat miqdori tenglamalari:

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial(uq_x)}{\partial x} + \frac{\partial(vq_x)}{\partial y} + gh \frac{\partial z}{\partial x} = -\frac{gn^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{3/3}}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial(uq_y)}{\partial x} + \frac{\partial(vq_y)}{\partial y} + gh \frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{gn^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{3/3}}. \quad (3)$$

Bu yerda $h(x, y, t)$ - oqim chuqurligi; $Z = Z_d + h$ - suvning erkin sirti belgisi; Z_d - tub belgisi; u, v - tezlikning X va Y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari; $q_x = hu$, $q_y = hv$ - solishtirma sarflar; g - erkin tushish tezlanishi; n - Manning g'adir-budurlik koeffitsiyenti (o'zan va qayir uchun turlicha qiymatlar qabul qilinadi). (2), (3) tenglamalarning o'ng tomonida tub ishqalanishi Manning formulasi orqali hisobga olinadi.

Chegaraviy shartlar: kirish kesimida ($Y = L$) bo'ylama tezlik epyurasi V_{kir} beriladi; chiqish kesimida ($Y = 0$) suv sathi Z_n qiymati qayd etiladi; yon chegaralar va shpora yoqlarida sirpanish sharti, ya'ni normal sarfning nolga tengligi qabul qilinadi. Shpora hisob sohasining ichki chegarasi sifatida kiritiladi: u egallagan yacheyka yoqlaridan o'tuvchi normal sarf nolga tenglashtiriladi. Har bir shpora uchta parametr bilan beriladi: yo'nalish (o'zanga parallel yoki perpendikulyar) hamda yacheyka indeksleri N_x va N_y .

Yechish usuli. (1)-(3) tenglamalar tizimi A.N.Militeyevning oshkor chekli-ayirmali sxemasi bilan yechiladi [3, 4]. Kattaliklar siljirilgan to'rda – Arakava C – to'rida [6] joylashtiriladi: chuqurlik h , tub belgisi Z_d , suv sathi Z va g'adir-budurlik koeffitsiyenti n yacheyka markazlarida; ko'ndalang sarf q_x vertikal yoqlarda; bo'ylama sarf q_y gorizontal yoqlarda aniqlanadi. Bunday joylashuv uzluksizlik tenglamasini konservativ ko'rinishda yozish va shpora shartini yoqlarda aniq qo'yish imkonini beradi.

Sxema oshkor bo'lgani uchun uning turg'unligi Kurant-Fridriks-Levi sharti bilan ta'minlanadi. Vaqt qadami har bir qadamda avtomatik ravishda quyidagicha tanlanadi:

$$\Delta t = k_{ur} \frac{\min(\Delta x, \Delta y)}{\max(|V| + \sqrt{gh})}, \quad 0 < k_{ur} < 1, \quad (4)$$

bu yerda $|V| = \sqrt{u^2 + v^2}$ - tezlik moduli, k_{ur} - Kurant koeffitsiyenti (hisoblarda 0,6-0,8 qabul qilindi). Bundan tashqari, hisobning barqarorligi uchun quruq/ho'l yacheykalar chegarasi ($h < h_{min}$ bo'lganda yacheyka quruq deb olinadi), Frud soni bo'yicha cheklov hamda kichik sun'iy (turbulent) yopishqoqlik kiritilgan. Oqim rejimini baholashda Frud soni

$$Fr = \frac{|V|}{\sqrt{gh}} \quad (5)$$

dan foydalaniladi: $Fr < 1$ - sokin, $Fr > 1$ – jadal oqim rejimiga mos keladi.

Dasturda (4) ning ikki o'lchovli, yig'indili ko'rinishi qo'llanadi: $\Delta t = \frac{k_{ur}}{\max(|u| + \sqrt{gh}) + \max(|v| + \sqrt{gh})} \cdot \frac{\Delta x \Delta y}{\Delta x + \Delta y}$; hisoblarda

$\Delta t \approx 0,09$ s bo'lib chiqdi. Quruq/ho'l yacheykalar chegarasi $h_{min} = 0,002$ m, Frud soni bo'yicha cheklov $Fr \leq 2$, sun'iy yopishqoqlik koeffitsiyenti 0,04 qilib qabul qilindi.

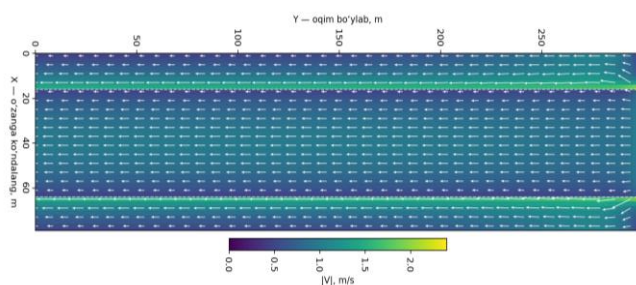
ZarSpurFlow-SV dasturiy majmuasi. Algoritm asosida Python tilida (NumPy, Matplotlib, Tkinter) ZarSpurFlow-SV majmuasi ishlab chiqildi. U uch qismdan iborat: hisoblash yadrosi, vizualizatsiya moduli va grafik interfeys. Interfeysda barcha gidravlik parametrlar – to'r o'lchamlari va qadamlari, vaqt parametrlari, tub belgilari va sath, Manning koeffitsiyentlari (chap qayir, o'zan, o'ng qayir uchun alohida), o'zan chegaralari va kirishdagi tezlik – alohida maydonlarda kiritiladi; shporalar jadval ko'rinishida (yo'nalish, N_x , N_y) beriladi. Dastur tezlik maydonini chizadi, vaqt bo'yicha animatsiya qiladi va istalgan nuqta uchun gidravlik kattaliklarni chiqaradi. Majmuaga verifikatsiya vositalari kiritilgan: har qadamda kirish va chiqish sarflari, ularning nisbiy farqi hamda $\max\left|\frac{\partial h}{\partial t}\right|$ hisoblanib boriladi; natijalarni berilgan oyna bo'yicha o'rtachalash mumkin. Majmua PyInstaller yordamida yagona bajariladigan faylga yig'ilishi mumkin.

Hisoblash tajribasi natijalari. Hisob Zarafshon daryosining tipik uchastkasiga yaqinlashtirilgan parametrlarda o'tkazildi. Hisob sohasi: kengligi 80 m (40 yacheyka, $\Delta x = 2$ m), uzunligi 300 m (120 yacheyka, $\Delta y = 2,5$ m); o'zan $X = 16..64$ m oralig'ida ($B = 48$ m), qolgan qismi qayir; o'zan tubi 0,00 m, qayir tubi 1,60 m, chiqishdagi sath 2,00 m, ya'ni o'rtacha chuqurlik o'zanda 2,2 m, qayirda 0,6 m. Kirishdagi o'rtacha tezlik 1,0 m/s ($Q \approx 103$ m³/s), tub qiyaligi 0,0008, Manning koeffitsiyenti o'zanda 0,028, qayirlarda 0,035. Sxema parametrlari: kur = 0,7 ($\Delta t \approx 0,09$ s), $h_{min} = 0,002$ m, $Fr \leq 2$, sun'iy yopishqoqlik $\nu = 0,04$ (effektiv qiymati $\nu_{ef} = \frac{\nu \Delta x^2}{\Delta t} \approx 1,7$ m²/s).

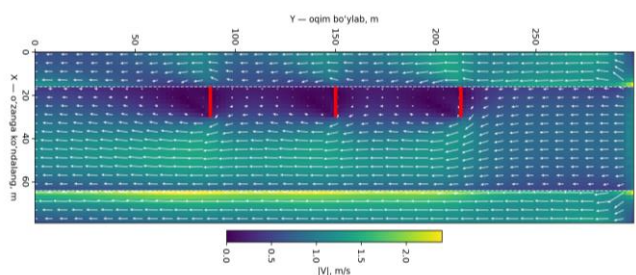
Chap qirg'oqda oqimga perpendikulyar uchta bir xil shpora joylashtirildi: uzunligi $l = 14$ m (7 yacheyka), ya'ni o'zan kengligining 0,29 ulushi; qalinligi bir yacheyka (2 m); joylashuv kesimlari $Y = 87,5$; 150,0 va 212,5 m, oraliq masofa $a = 62,5$ m = 4,5 l.

Hisobning turg'unlashishi va massa balansi. Uchastkadan suvning bir marta o'tish vaqti $T_{ot} = \frac{L}{v} = 300$ s, shuning uchun hisob $T = 1500$ s ($5 \cdot T_{ot}$), ya'ni ~17,7 ming vaqt qadamigacha olib borildi. Turg'unlik ikkita mezon bilan nazorat qilindi: kirish va chiqish sarflarining nisbiy farqi hamda o'zan kengligi bo'yicha o'rtachalangan chuqurlik profilining o'zgarish tezligi $\max\left|\frac{\partial h}{\partial t}\right|$. $t = 100$ s da massa balansi xatosi 23-33 % ni tashkil qiladi – bunday qisqa vaqtda natijani turg'un deb hisoblash mumkin emas; $t \approx 350-400$ s dan boshlab xato ± 3 % dan chiqmaydi, $\max\left|\frac{\partial h}{\partial t}\right|$ esa $3 \cdot 10^{-3}$ m/s dan kichik bo'ladi. O'rtachalangan balans xatosi 1,2 va 2,8 % ni tashkil etdi. Kirish kesimiga tutash ikki qatorda chegaraviy shovqin saqlanadi, shu sababli ko'rsatkichlar chetki besh qatordan tashqarida hisoblandi.

1-rasmda shporasiz, 2-rasmda uchta shporali variantlar uchun turg'unlashgan tezlik maydoni keltirilgan: strelkalar tezlik vektorlarini, fon rangi $|V|$ modulini, qizil kesmalar shporalarni ifodalaydi.



1-rasm. Shporasiz variant: o'rtachalangan tezlik maydoni ($T = 1500$ s)



2-rasm. Uchta shpora ($l = 14$ m) qo'yilgandagi tezlik maydoni ($T = 1500$ s)

Natijalar tahlili quyidagilarni ko'rsatdi. Shporalar ortida tezlik keskin pasayadigan aylanma (sirkulyatsion) zonalar hosil bo'ladi: chap qirg'oq bo'yi zonasida ($X = 16...30$ m, $Y = 70...230$ m) o'rtacha tezlik 0,72 m/s dan 0,22 m/s gacha, ya'ni 70 % ga kamaydi. Ayni paytda oqim o'zan o'rtasiga siqilib, shpora uchlarida mahalliy tezlanish kuzatildi: maksimal tezlik 0,98 m/s dan 1,43 m/s gacha (46 %) ortdi, Frud soni 0,21 dan 0,31 gacha ko'tarildi – oqim sokin rejimda qolaveradi. Bu shpora boshlarini mahalliy yuvilishdan qo'shimcha mustahkamlash zarurligini ko'rsatadi. O'zan bo'yicha o'rtacha tezlik amalda o'zgarmadi (0,807 va 0,808 m/s), ya'ni shporalar o'zanning suv o'tkazish qobiliyatini kamaytirmaydi. Olingan manzara shpora atrofidagi oqimning ma'lum fizik qonuniyatlariga [2, 7, 8] sifat jihatdan mos keladi.

To'r bo'yicha konvergensiya va sezgirlik tahlili. Yechimning hisob to'riga bog'liqligini baholash uchun bir xil fizik masala uch xil to'rda takrorlandi. To'r bo'yicha konvergensiya tahlili natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

Adabiyotlar

1. Кюнж Ж.А. и др. Численные методы в задачах речной гидравлики. – Москва: Энергоатомиздат, 1985.
2. Vreugdenhil C.B. Numerical Methods for Shallow-Water Flow. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
3. Милитеев А.Н. Решение задач гидравлики мелкой воды численными методами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Москва: 1982.
4. Базаров Д.Р. Научное обоснование новых численных методов расчёта деформаций русел рек, сложенных легкоразмываемыми грунтами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Москва: 2000.
5. Chow V.T. Open-Channel Hydraulics. – New York: 1959.
6. Arakawa A., Lamb V.R. Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model. // Methods in Computational Physics. 1977. Vol. 17. – P. 173-265.
7. Алтуниин С.Т. Регулирование русел. – Москва: «Сельхозгиз», 1962.
8. LeVeque R.J. Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. – Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
9. Rakhimov Sh. et al. Optimal control of unstable water movement in channels of irrigation systems under conditions of discontinuity of water delivery to consumers. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 883. – 012065.
10. Rakhimov Sh. et al. Algorithms for solving the problems of optimizing water resources management on a reservoir seasonal regulation. // AIP Conf. Proceedings. 2022. Vol. 2432. – 060023.
11. Seytov A.J., Xamroyeva D.N. Zarafshon daryosi oqimining mavsumiy va yillik o'zgaruvchanligini sonli usullar yordamida modellashtrish. // Amaliy matematika va sun'iy intellekt: xalqaro ilmiy-amaliy anjuman tezlari. – Qarshi: QarDU, 2026-yil 5-6-iyun. 631-633-b.

1-jadval

$\Delta x / \Delta y$, m	Yacheyka	V qirg'oq, shporasiz, m/s	V qirg'oq, shporali, m/s	Kamayish %	V max, m/s
4,0 / 5,0	20 × 60	0,723	0,232	67,9	1,46
2,0 / 2,5	40 × 120	0,717	0,216	69,9	1,43
1,0 / 1,25	80 × 240	0,733	0,190	74,1	1,51

Uchala to'rda ham kamayish 68-74 % oralg'ida bo'lib, o'rtacha qiymatdan chetlanish ± 4 % dan oshmaydi. Sezgirlik testlari: soha uzunligi 300 dan 450 m gacha oshirilganda qirg'oq bo'yi tezligi 0,216 dan 0,204 m/s gacha (5,6 %) o'zgardi - chiqish chegarasining ta'siri sezilarli emas; kur = 0,5-0,85 da natija 0,198-0,231 m/s, sun'iy yopishqoqlik 0,04 dan 0,08 gacha oshirilganda 0,216 dan 0,245 m/s bo'ldi.

Dasturiy ta'minot interfeysida parametrlarni o'zgartirib, boshqa o'zan kesimi, suv sarfi yoki shpora joylashuvi uchun hisobni takrorlash, Zarafshonning turli uchastkalarida qirg'oqni himoyalash variantlarini taqqoslash va eng samaralisini tanlash mumkin. Natijalarni suv resurslarini boshqarish modellari [10] bilan birgalikda qo'llash havza miqyosidagi kompleks masalalarni yechish imkonini beradi.

Xulosa. Maqolada ikki o'lchovli Sen-Venan tenglamalari asosida shpora atrofidagi tekis oqimni hisoblash algoritmi ishlab chiqildi va Python tilidagi ZarSpurFlow-SV dasturiy majmuasi ko'rinishida amalga oshirildi. Hisob turg'un rejim qaror topguncha ($T = 1500$ s = $5 \cdot T_{ot}$) olib borilib, massa balansi va chuqurlik profilining o'zgarish tezligi bo'yicha nazorat qilindi; natijalarning to'rga bog'liq emasligi uch xil to'rda ($\Delta x = 4; 2; 1$ m) tekshirildi. Zarafshon daryosi misolidagi tajribalar uzunligi o'zan kengligining 0,29 ulushini tashkil etuvchi uchta shporadan iborat tizim qirg'oq bo'yi zonasida tezlikni 70 % ga kamaytirishini, shpora uchlarida esa 46 % gacha mahalliy tezlanish yuzaga kelishini ko'rsatdi. Dasturiy ta'minot qirg'oqni himoyalash inshootlarini loyihalashda muhandislik baholash vositasi sifatida tavsiya etiladi; keyingi bosqichda modelni o'lchov ma'lumotlari bilan validatsiya qilish rejalashtirilgan.

CHANGE IN THE ELECTRICAL RESISTANCE OF POROUS $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ THIN FILMS UNDER CYCLIC ALTERNATING DEFORMATION AND TEMPERATURE

Sulaymonov Xusanboy Mannopovich – *Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics*

xusanboy.sulaymonov@gmail.com

Fergana State Technical University

G'OVAKLI YUPQA $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ PLYONKALAR ELEKTR QARSHILIGINING TSIKLIK ISHORASI O'ZGARUVCHAN DEFORMATSIYA VA HARORAT TA'SIRIDA O'ZGARISHI

Sulaymonov Xusanboy Mannopovich – *fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori*

Farg'ona davlat texnika universiteti

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРИСТЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЗНАКОПЕРЕМЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Сулаймонов Хусанбой Маннопович – *доктор философии по физико-математическим наукам*

Ферганский государственный технический университет

Tayanch so'zlar: Bi–Sb–Te plyonka, siklik deformatsiya, piezorezistivlik, donalararo to'siq, qarshilik minimum, charchash shikastlanishini nazorat qilish.

Rezyume. G'ovak $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ plyonkalarda siklik ishora almashinuvchi deformatsiyaning qarshilikning haroratga bog'liqligiga ta'siri o'rganildi. Deformatsiya sikllari soni 5×10^5 gacha oshirilganda qarshilik minimumi 333 K dan 408 K gacha siljishi, manfiy qarshilik harorat koeffitsiyentining mutlaq qiymati esa kamayishi aniqlandi. Natijalar g'ovak Bi–Sb–Te plyonkalarini charchash shikastlanishlarini nazorat qilishda qo'llash mumkinligini ko'rsatadi.

Ключевые слова: пленка Bi–Sb–Te, циклическая деформация, пьезорезистивность, межкристаллитный барьер, минимум сопротивления, контроль усталостных повреждений.

Резюме. Исследовано влияние циклической знакопеременной деформации на температурную зависимость сопротивления пористых пленок $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$. При увеличении числа циклов деформации до 5×10^5 температура минимума сопротивления смещается от 333 до 408 K, при этом абсолютная величина отрицательного температурного коэффициента сопротивления уменьшается. Полученные результаты показывают перспективность применения пористых пленок Bi–Sb–Te для контроля усталостных повреждений.

Key words: Bi–Sb–Te thin film, cyclic deformation, piezoresistance, intergranular barrier, resistance minimum, fatigue sensing.

Summary. Porous $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ films were studied under cyclic alternating deformation. The resistance minimum shifted from 333 K to 408 K as the number of deformation cycles increased to 5×10^5 , while the magnitude of the negative temperature coefficient of resistance decreased. The results indicate the potential of porous Bi–Sb–Te films for fatigue-damage sensing.

Introduction. Bismuth telluride and bismuth–antimony telluride remain key near-room-temperature thermoelectric materials and are increasingly used in flexible electronics and sensing systems [1, 2]. In thin-film form, their electrical transport depends strongly on grain boundaries, defects, interfaces and mechanical loading. These effects become especially important on compliant polymer substrates, where repeated deformation can progressively change the intergrain current path without causing immediate electrical failure.

Recent Bi_2Te_3 – BiSbTe flexible films combine high transport performance with substantial mechanical durability, and several device architectures exploit thermoelectric and piezoresistive responses simultaneously [6–12]. Most studies, however, evaluate bending stability through room-temperature resistance or thermoelectric performance. The evolution of the full resistance–temperature characteristic under accumulated cyclic deformation has received less attention, although it is directly relevant to fatigue-damage sensing. Porous polycrystalline films are particularly sensitive because electrical current crosses both crystalline grains and narrow intergranular gaps. Cyclic alternating deformation can modify contact area, effective barrier width and defect populations at these interfaces. Consequently, both the temperature coefficient of resistance (TCR) and the temperature $T_{\min}$ corresponding to the

resistance minimum can encode the accumulated mechanical history [3–5].

The aim of this work is to retain the experimentally established resistance–temperature behavior of porous $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ films while presenting it in an IMRAD framework. Particular attention is paid to the shift of $T_{\min}$ with deformation-cycle number and to a two-component grain/barrier model that explains the observed trend without introducing unsupported experimental parameters.

Materials and Methods. The investigated films were prepared from the $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ solid solution by thermal-vacuum condensation on polyimide-type substrates. Dense films obtained at approximately $T_s \approx 413$ K and $W \approx 400 \text{ Å s}^{-1}$ showed comparatively low strain sensitivity and a resistance–temperature dependence close to that of bulk-like material. Porous high-sensitivity films were obtained near $T_s \approx 363$ K and $W \approx 200 \text{ Å s}^{-1}$; the characteristic micropore dimensions along the current path were of the order of 30–50 Å, and the strain-gauge coefficient exceeded 10^3 . Resistance was measured over 293–455 K before and after cyclic alternating deformation. The cycle number N was increased up to 5×10^5 . The $R(T)$ curves analyzed below resolve the resistance minimum clearly in the experimentally relevant interval. The dense-film curve is used as a control, whereas the

porous-film curves reveal the cumulative influence of deformation on intergranular transport.

Following the model used for highly inhomogeneous strain-sensitive films [4,5], the current path is treated as a series combination of crystalline-grain resistances and intergranular pore/barrier resistances:

$$R_{nl} = \sum_i (R_{k,3,i} + R_{nop,i}) = R_{kp} + R_{nop} \quad (1)$$

where R_g is the contribution of crystalline grains and R_b is the contribution of intergranular regions. The grain contribution is approximated by a positive-TCR dependence:

$$R_{sp} = R_{sp}^0 [1 + \alpha_{sp} (T - T_0)] \quad (2)$$

where R_g^0 is the characteristic grain resistance at $T_0 = 273$ K. For a porous film, narrow intergranular regions act as finite-width potential barriers. Their resistance is represented by the thermally activated form

$$R_{nop} \approx R_{nop}^0 \cdot \exp(E_{nop} / \kappa T) \quad (3)$$

where E_b is an effective barrier energy and k_B is the Boltzmann constant. Combining the grain and barrier terms gives

$$R_{nl}(T) = R_{sp}^0 [1 + \alpha_{sp} (T - T_0)] + R_{nop}^0 \exp(E_{nop} / \kappa T) \quad (4)$$

The effective temperature coefficient of resistance is then

$$\alpha_{nl} = (\alpha_{sp} \cdot R_{sp}^0 - \frac{E_{nop}}{\kappa T^2} \cdot R_{nop}(T)) / (R_{sp}^0 + R_{nop}^0) \quad (5)$$

The minimum of $R(T)$ occurs when the positive grain contribution and the negative temperature derivative of the barrier contribution compensate. The corresponding condition can be written as

$$T_{\min} = \sqrt{\frac{E_{nop}}{\kappa \alpha_{sp}} \cdot \frac{R_{nop}(T_{\min})}{R_{sp}^0}} \quad (6)$$

or, using the barrier resistance evaluated at the reference temperature, approximately as

$$T_{\min} = \sqrt{\frac{E_{nop}}{\kappa \alpha_{sp}} \cdot \frac{R_{nop}(T_0)}{R_{sp}^0}} \quad (7)$$

Equations (1)–(7) show that an increase in the effective intergranular resistance shifts $T_{\min}$ toward higher temperature when the intrinsic grain parameters change only weakly with deformation. This prediction is tested against the experimental curves in the Results section.

Figure 1 preserves the experimentally reported $R(T)$ behavior. In the undeformed porous film ($N = 0$), resistance decreases with temperature and reaches a minimum near 333 K before increasing again. Mechanical cycling changes both the resistance level and the position of the minimum. $T_{\min}$ shifts to approximately 348 K after 1×10^5 cycles, 363 K after 2×10^5 cycles and 408 K after 5×10^5 cycles. The dense-film control changes much less, confirming that the cumulative response is associated primarily with the porous intergranular current path. The shift of $T_{\min}$ is accompanied by a strong reduction in the magnitude of the negative TCR below the minimum. The initial value is approximately $-5.6 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, whereas after 5×10^5 cycles it is about $-2.5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Thus cyclic deformation does not simply increase resistance; it changes the relative contribution of the two transport components described by Eqs. (1)–(7).

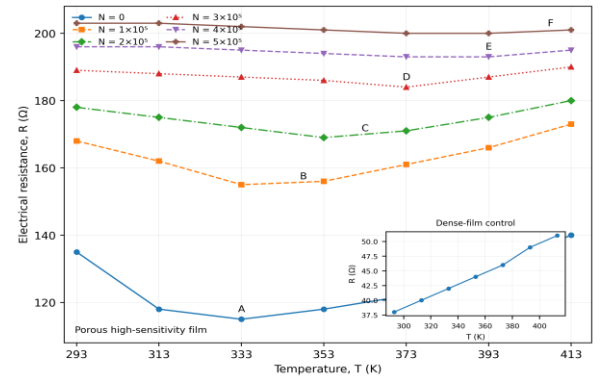


Figure 1. Resistance–temperature characteristics of porous $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ films before and after cyclic alternating deformation. Curves correspond to $N = 0\text{--}5 \times 10^5$ cycles; labels A–F indicate the progressive shift of the resistance minimum. The inset shows the dense-film control. The graph is a clean redraw of the original experimental figure.

Figure 2 summarizes the experimentally stated $T_{\min}$ values. Over the reported

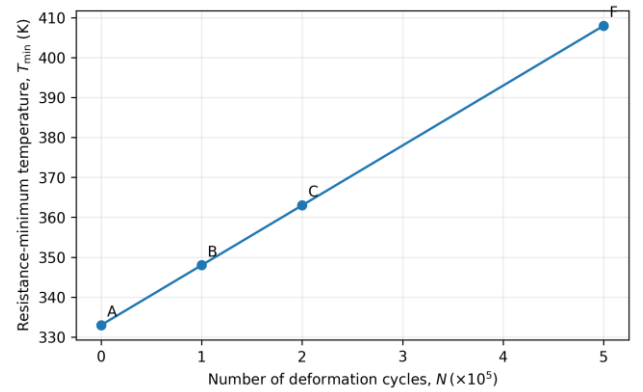


Figure 2. Resistance-minimum temperature $T_{\min}$ as a function of the number of cyclic deformation cycles. Experimental points: 333, 348, 363 and 408 K at $N = 0, 1 \times 10^5, 2 \times 10^5$ and 5×10^5 , respectively. The line is a guide to the eye; no unreported intermediate data are added.

Points, $T_{\min}$ increases monotonically from 333 to 408 K. Because only four numerical values are explicitly available, no intermediate points or error bars are introduced. The trend therefore serves as a compact experimental indicator of accumulated deformation rather than as a complete kinetic law.

Discussion. The central result is the systematic displacement of the resistance minimum with accumulated cyclic deformation. Dense films show only a weak change, whereas porous high-sensitivity films exhibit a pronounced upward shift of $T_{\min}$. This contrast is consistent with the two-component model: the crystalline-grain term has a positive temperature coefficient, while the intergranular barrier term decreases rapidly with increasing temperature. Their competition produces the minimum in $R(T)$. Cyclic loading repeatedly changes local contact pressure and shear at the grain boundaries. Contact wear, local separation, rearrangement of intergrain regions and defect redistribution can increase the effective barrier width or reduce the electrically active contact area. In Eqs. (6) and (7), an increase in R_b therefore raises $T_{\min}$. The simultaneous reduction of $|\text{TCR}|$ supports the same interpretation. The mechanism does not require a large

change in the intrinsic grain resistance; the history-dependent contribution can be concentrated mainly in the intergranular network [3-5].

This interpretation agrees with the broader literature on flexible Bi_2Te_3 - BiSbTe films, where electrical stability under repeated bending is controlled by microstructural continuity, interfaces and defect accommodation [1, 6-11]. Recent dual-mode temperature/pressure devices further show that Bi_2Te_3 -based layers can provide coupled thermal and mechanical readout [8,12]. The present films differ in purpose: instead of minimizing resistance drift, they intentionally exploit cumulative resistance evolution as a record of deformation history.

The temperature regions on the two sides of the minimum have different physical meaning. For $T < T_{\min}$, the overall temperature dependence is governed mainly by the highly inhomogeneous part of the current path: pore- and grain-boundary-associated barriers produce a negative contribution to the TCR because thermally assisted carrier transfer becomes easier as temperature rises. For $T > T_{\min}$, the positive temperature dependence of the crystalline-grain resistance becomes dominant and the $R(T)$ curve turns upward. The minimum therefore marks a crossover between two transport contributions rather than a separate phase transition. This interpretation is consistent with the original observation that the dense-film control follows a much more conventional, nearly bulk-like temperature dependence. The cycle dependence also explains why $T_{\min}$ is more informative than resistance measured at only one temperature. Mechanical cycling increases the effective contribution of intercrystallite regions, so the compensation condition is reached only at a higher temperature. Equations (6) and (7) express this directly through the dependence of $T_{\min}$ on R_b . At large N ,

only a limited population of mechanically active contacts remains available for further rearrangement, so the rate of change can decrease. The original measurements therefore indicate a tendency toward saturation at high cycle number, but the available discrete numerical points are insufficient for fitting a unique saturation law. For this reason Figure 3 shows only the experimentally stated points and does not introduce unmeasured intermediate values.

The practical implication is that $T_{\min}$ may be used as a temperature-readable state variable for fatigue accumulation. A calibrated film attached to a mechanically loaded component could retain the effect of previous cycles and be interrogated later through a limited $R(T)$ scan. At the same time, the present interpretation should remain conservative. Direct microstructural imaging before and after cycling, replicate specimens, controlled strain amplitude and frequency, and repeated heating-cooling tests are required to distinguish mechanical-history effects from thermal annealing and to quantify uncertainty.

Conclusions. Cyclic alternating deformation causes a cumulative modification of the temperature-dependent resistance of porous $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ films. The resistance minimum shifts from about 333 K in the undeformed state to approximately 408 K after 5×10^5 cycles, while the magnitude of the negative TCR decreases markedly. The retained equations (1)–(7) describe the response as competition between a positive-TCR crystalline-grain contribution and a thermally activated intergranular-barrier contribution. An increase in effective intergranular resistance with cycling explains the observed upward shift of $T_{\min}$. The combined $R(T)$, $T_{\min}$ and TCR behavior supports porous Bi–Sb–Te films as promising cumulative fatigue-sensitive elements, provided that future work adds direct microstructural verification and statistical reproducibility.

References

1. Tang X., et al. A comprehensive review on Bi_2Te_3 -based thin films: Thermoelectrics and beyond. // *Interdisciplinary Materials* 1, 2022. – P. 88-115.
2. Fu L., et al. High-Performance Bismuth Antimony Telluride Thermoelectric Membrane on Curved and Flexible Supports. // *ACS Energy Letters* 6, 2021. – P. 2378-2385.
3. Siddikov R.U., Sulaymonov, Kh.M., Yuldashev, N.Kh. Strain-Resistive Properties of $(\text{Bi}_{0.25}\text{Sb}_{0.75})_2\text{Te}_3$ Films at One-Sided Cyclic Alternating Strains. // *East European Journal of Physics* 1, 2025. – P. 190-196.
4. Abdullaev E.A., Sultonov Sh.D., Yuldashev N.Kh. Piezoresistance Effect in Lead and Bismuth Chalcogenides. Part II. – Fergana: «Fargona», 2006.
5. Sulaymonov Kh.M., Yuldashev N.Kh. The Third European Conference on Physics and Mathematics. – Vienna, Austria, 12 September 2015. – P. 19-26.
6. Zheng Z.-H., et al. Harvesting waste heat with flexible Bi_2Te_3 thermoelectric thin film. // *Nature Sustainability* 6, 2023. – P. 180-191.
7. Lu Y., et al. Staggered-layer-boosted flexible Bi_2Te_3 films with high thermoelectric performance. // *Nature Nanotechnology* 18, 2023. – P. 1281-1288.
8. Yu H., et al. Flexible temperature-pressure dual sensor based on 3D spiral thermoelectric Bi_2Te_3 films. // *Nature Communications* 15, 2024. – P. 2521.
9. Chen M., Mao Z., Ji Y., Zong P.-A., Zhang Q. Bi_2Te_3 -based flexible thermoelectrics. // *Materials Today Energy* 44, 2024. – P. 101643.
10. Zheng Z.-H., et al. Ultrahigh thermoelectric properties of p-type $\text{Bi}_x\text{Sb}_{2-x}\text{Te}_3$ thin films with exceptional flexibility for wearable energy harvesting. // *Carbon Energy* 6, 2024. – P. e541.
11. Ao D.-W., et al. Realizing high power factor in p-type BiSbTe flexible thin films via carrier engineering. // *Rare Metals* 44, 2025. – P. 1222-1230.
12. Shu M., et al. Flexible Thermoelectric BiSbTe /Carbon Paper/ BiSbTe Sandwiches for Bimode Temperature-Pressure Sensors. // *Advanced Functional Materials* 35, 2025. – P. 2414660.

KÓP ÓLSHEMLI TEGISLIKLER

Tanirbergenov Sadıq Aleuovich – fizika-matematika ilimleriniń kandidati, docent

www.sadiktanirbergenov@gmail.com

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

МНОГОМЕРНЫЕ ПЛОСКОСТИ

Танирбергенов Садык Алеуович – кандидат физико-математических наук, доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

MULTIDIMENSIONAL PLANES

Tanirbergenov Sadik Aleuovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch soʻzlar: koʻp oʻlchovli tekisliklar, affin fazo, k oʻlchovli tekislik, n oʻlchovli fazo, tekisliklarning oʻzaro joylashuvi, tenglamalar rangi.

Rezyume. Maqolada $n(\geq 4)$ oʻlchovli affin fazodagi k oʻlchovli Π_k tekislik koʻrib chiqilgan. Bunda Π_k tekisliklarning oʻzaro joylashish holatlari ularni aniqlovchi tenglamalar ranglari orqali aniqlanadi.

Ключевые слова: многомерные плоскости, аффинное пространство, k-мерная плоскость, n-мерное пространство, взаимное расположение плоскостей, ранг уравнений.

Резюме. В статье рассматривается k-мерная плоскость Π_k в n-мерном аффинном пространстве, где $n(\geq 4)$. При этом взаимное расположение плоскостей Π_k определяется через ранги уравнений, задающих эти плоскости.

Key words: multidimensional planes, affine space, k-dimensional plane, n-dimensional space, relative position of planes, rank of equations.

Summary. The article considers a k-dimensional plane Π_k in an n-dimensional affine space, where $n(\geq 4)$. The relative positions of the planes Π_k are determined by the ranks of the equations defining these planes.

Kirisiw. Mektep kursı matematikası hám joqarı oqıw orınlarında ótiletuǵın analitikalıq geometriya kursında bir, eki ólshemli tegislikler ótiledi. Bir ólshemlisi tuwrı sıziq, al eki ólshemlisi mektep kursınan tanıw tegislik boladı. Matematikada qanday da bir túsinikti, formulanı ulıwmalastırıw úlken áhmiyetke iye. Sebebi, ulıwmalasqan túsiniq arqalı dara jaǵdayn tekseriw ánsat bolıp qaladı.

Ádebiyatlar analizi. Matematikada koordinatalar sisteması payda bolǵannan keyin olar járdeminde geometriyalıq figuralardıń qásiyetlerin úyreniw jumislari tez pát penen rawajlana basladı. Sonıń ushın oqıwshılardıǵa bul usıldı úyretip, geometriyalıq máselelerdi túsindiriw áhmiyetli bolıp esaplanıladı [1]-[5].

Talqılaw. Úsh ólshemli keńisliktegi tegisliklerdiń qásiyetleri olardıń teńlemeleri arqalı úyreniledi. Biraq, keńisliktiń ólshemi úshen úlken bolǵan jaǵdayda ol jerdegi tegisliklerdiń óz ara jaylasıw jaǵdayı qanday boladı degen sorawǵa usı maqaladan juwap alıwǵa boladı.

Tiykargı bólim. I. Kóp ólshemli tegisliktiń beriliw usılları. Biz úyrenip atırǵan kóp ólshemli affinlıq keńislikte kóp ólshemli tegislik túsiniǵın keltirip ótemiz. Bunıń ushın n ólshemli A_n affinlıq keńislik berilgen bolsın hám onıń baǵıtlawshı vektorlıq keńisligin V_n dep belgileymiz. V_n vektorlıq keńisliktiń úles keńisligi W_k ($1 \leq k < n$) bolsın.

Anıqlama. A_n affinlıq keńisliktiń belgilep alınǵan N_0 noqatı ushın $\vec{N_0}N \in W_k$ bolatuǵın N ($N \in A_n$) noqatlar kópigi k ólshemli tegislik dep ataladı.

Biz, k ólshemli tegislikti Π_k arqalı belgilesek, onda anıqlama boyınsha $\Pi_k = \{N / N \in A_n, \vec{N_0}N \in W_k\}$. Bul jerdegi N_0 noqat Π_k tegislikke tiyisli. Sebebi, $N_0=N$ bolǵan jaǵdayda $\vec{N_0}N_0 = \vec{0} \in W_k \Rightarrow N_0 \in \Pi_k$. Usı N_0 noqat Π_k tegisliktiń baslanǵısh noqatı, al W_k – baǵıtlawshı keńisligi (qisqasha baǵıtlawshısı) dep ataladı. Ayırım jaǵdaylarda usınday Π_k tegislik (N_0, W_k) arqalı da belgilenedi. Biz tómendegi teoremalardı dálillewsiz keltiremiz.

1-teorema. Π_k tegisliktiń N_0 noqattan basqada qálegen noqatı onıń baslanǵısh noqatı boladı.

Anıqlama. $k = 1$ bolǵan jaǵdayda A_n keńisliktegi bir ólshemli Π_1 tegislikti tuwrı sıziq, al $k=n-1$ ólshemli Π_{n-1} tegislikti gipertegislik dep ataymız.

2-teorema. A_n keńisliktegi hár qanday Π_k tegislik k ólshemli affinlıq keńislik boladı.

Anıqlama. Affinlıq keńisliktegi $k+1$ sandaǵı $A_0, A_1, \dots$, A_k noqatlar ushın $\vec{A_0}A_1, \vec{A_0}A_2, \dots, \vec{A_0}A_k$ vektorlar sisteması sıziqlı baylanıssız bolsa, onda usı noqatlar sisteması sıziqlı baylanıssız, al keri jaǵdayda sıziqlı baylanıslı dep ataladı.

3-teorema. A_n keńisliktegi sıziqlı baylanıssız $k+1$ sandaǵı noqatlardan tek bir k ólshemli tegislik ótedi.

Π_k tegisliktiń beriliw usılların kórip ótemiz. Bunıń ushın A_n affinlıq keńislikte $R = (O, \vec{e_1}, \vec{e_2}, \dots, \vec{e_n})$ koordinatalar sistemasın alayıq. Meyli, Π_k tegislik M_0 noqat arqalı ótip, onıń baǵıtlawshı keńisligi W_k bolsın. Bul jerde W_k keńisliktiń bazasın $\{\vec{u_1}, \vec{u_2}, \dots, \vec{u_k}\}$ dep alamız hám

$\forall M \in \Pi_k \Leftrightarrow \vec{M_0}M \in W_k$. Bazis vektorlardıń anıqlanıwı boyınsha,

$$\vec{M_0}M = \lambda_1 \vec{u_1} + \lambda_2 \vec{u_2} + \dots + \lambda_k \vec{u_k}.$$

Sonda, affinlıq keńisliktiń O, M_0, M noqatları ushın orınlı bolatuǵın $\vec{OM} = \vec{OM_0} + \vec{M_0}M$ teńlik mına túrde boladı:

$$\vec{OM} = \vec{OM_0} + \lambda_1 \vec{u_1} + \lambda_2 \vec{u_2} + \dots + \lambda_k \vec{u_k} \quad (1)$$

M_0, M noqatlardıń R affinlıq reperege qarata koordinataları sáykes $(x_0^1, x_0^2, \dots, x_0^n), (x^1, x^2, \dots, x^n)$ hám $\{\vec{u_1}, \vec{u_2}, \dots, \vec{u_k}\}$ vektorlar sistemasınıń $B = \{\vec{e_1}, \vec{e_2}, \dots, \vec{e_n}\}$ baziske qarata koordinataları $\vec{u_1}\{c_{11}, c_{21}, \dots, c_{n1}\}, \vec{u_2}\{c_{12}, c_{22}, \dots, c_{n2}\}$ h.t.b $\vec{u_k}\{c_{1k}, c_{2k}, \dots, c_{nk}\}$ bolsa, onda (1) teńlik mına túrge keledi.

(7)

(8)

$$W_k \cap W_m : \begin{cases} a_{11}x^1 + a_{12}x^2 + \dots + a_{1n}x^n = 0, \\ \vdots \\ a_{n-k,1}x^1 + a_{n-k,2}x^2 + \dots + a_{n-k,n}x^n = 0, \\ b_{11}x^1 + b_{12}x^2 + \dots + b_{1n}x^n = 0, \\ \vdots \\ b_{n-m,1}x^1 + b_{n-m,2}x^2 + \dots + b_{n-m,n}x^n = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Juwmag. Ush ólshemli keńisliktegi tegisliktiń teńlemesin kóp ólshemli ($n>3$) keńisliktegi tegislik ushin ulıwmalastırıwǵa boladı eken. Usınıń nátiyjesinde kóp ólshemli tegisliklerdi anıqlawshı teńlemelerdiń rangleri arqalı olardıń óz-ara jaylasıw jaǵdayları anıqlanadı eken.

5. Александров П.С. Лекции по аналитической геометрии. – Москва: «Наука», 1968.

УДК 519.852:631.5

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В МАЛОВОДНЫХ РЕГИОНАХ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ФРАНКА–ВУЛЬФА

Утеулиев Ниетбай Утеулиевич – доктор физико-математических наук, профессор

utewlievn@mail.ru

Кулмуратов Кууанышбай Дуйсенбаевич – ассистент преподаватель

qqulmuratov@gmail.com

Нукусский государственный технический университет

Калханов Полатбек Жумабаевич – доктор философии по физико-математическим наукам, доцент

kalkhanov@gmail.com

Университет инновационных технологий

СУВ РЕСУРСЛАРИ ЧЕКЛАНГАН ҲУДУДЛАРДА ФРАНК-ВУЛЬФ УСУЛИДАН ФОЙДАЛАНИШ ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЕКИНЛАРИНИ ЖОЙЛАШТИРИШНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Утеулиев Ниетбай Утеулиевич – физика-математика фанлари доктори, профессор

Кулмуратов Кууанышбай Дуйсенбаевич – ассистент ўқитувчи

Нукус давлат техника университети

Калханов Полатбек Жумабаевич – физика-математика фанлари бўйича философия доктори, доцент

Инновацион технологиялар университети

OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL CROP ALLOCATION IN WATER-SCARE REGIONS USING THE FRANK-WOLFE ALGORITHM

Uteuliev Nietbay Uteulievich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Kulmuratov Kuuanysbay Duisenbaevich – assistant teacher

Nukus State Technical University

Kalkhanov Polatbek Jumabaevich – Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
University of Innovative Technologies

Таянч сўзлар: Франк–Вульф усули, чизикли бўлмаган дастурлаш, модель, оптималаштириш, квадратик функция, мақсад функцияси, шартли градиент усули.

Резюме. Мақолада Қорақалпоғистон Республикаси Чимбой туманидаги 45 гектарлик тажриба майдонида егин майдонидларини тўртта егин – ғўза, бўғдой, қовун ва мош ўртасида тақсимлашни оптималаштириш учун чизикли бўлмаган дастурлаш модели қўрилган. Анъанавий чизикли моделлардан фарқли ўлароқ, тўпрок шўрланиши ва маржинал ҳосилдорликнинг камайишини ҳисобга олувчи квадратик мақсад функцияси қўлланилган. Модель тўққиз гуруҳ чекловни ўз ичига олади ва масала Франк–Вульф усули билан ечилган. Натижада умумий соф фойда 20,5% га (425,6 млн сўмдан 512,8 млн сўмгача) ошди, сувдан фойдаланиш самарадорлиги эса 18,8% га яхшиланди.

Ключевые слова: метод Франка–Вульфа, нелинейное программирование, модель, нелинейная модель, оптимизация, квадратичная функция, целевая функция, задача, метод условного градиента.

Резюме. В статье построена модель нелинейного программирования для оптимизации распределения посевных площадей на опытном участке площадью 45 га в Чимбайском районе Каракалпакстана между четырьмя культурами – хлопчатником, пшеницей, дыней и машем. В отличие от традиционных линейных моделей применена квадратичная целевая функция, учитывающая убывающую предельную продуктивность и влияние засоления почвы. Модель включает девять групп ограничений – от сезонных водных квот до трудовых и финансовых ресурсов. Задача решена методом Франка–Вульфа. Общая чистая прибыль выросла на 20,5% (с 425,6 до 512,8 млн сум), а эффективность водопользования повысилась на 18,8%.

Key words: Frank–Wolfe method, nonlinear programming, model, optimization, quadratic function, objective function, conditional gradient method.

Summary. The paper develops a nonlinear programming model for optimizing crop area allocation on a 45-hectare experimental plot in the Chimbay district of Karakalpakstan among four crops – cotton, wheat, melon and mung bean. Unlike conventional linear models, a quadratic objective function is applied that accounts for diminishing marginal productivity and soil salinity. The model incorporates nine groups of constraints, from seasonal water quotas to labour and financial resources, and is solved by the Frank–Wolfe method. Total net profit increased by 20.5% (from 425.6 to 512.8 million UZS) and water use efficiency improved by 18.8%.

Введение. Устойчивость сельского хозяйства в засушливых зонах оказалась под угрозой из-за острой нехватки воды и ускоряющегося изменения климата [9]. Бассейн Аральского моря, в частности нижнее течение Амударьи, – одна из наиболее экологически уязвимых зон мира: для фермеров Чимбайского района Каракалпакстана реальность складывается из ограниченных квот на орошение и высокой засоленности почвы, существенно подавляющих урожайность [6, 7].

Исторически стандартным инструментом определения схем севооборота выступало линейное программи-

рование (ЛП) [2]. Однако современные эмпирические данные показывают, что взаимосвязь между затратами ресурсов и фактической урожайностью далека от линейной: прогрессирующая деградация почвы и нелинейная реакция культур на колебания уровня воды требуют перехода к более сложным математическим моделям [1, 10]. Квадратичные функции урожайности обеспечивают более реалистичное моделирование производства, поскольку учитывают как физиологические ограничения растений, так и пагубные последствия чрезмерной концентрации землепользования [3].

Практическое применение нелинейного программирования ограничивается вычислительными трудностями при большом числе линейных ограничений [1]. Здесь доказывает свою ценность метод Франка-Вульфа, или метод условного градиента [4]: он разбивает сложную нелинейную задачу на последовательность более простых линейных подзадач [5]. Несмотря на исследования водосберегающих технологий в Узбекистане [8], применение таких алгоритмов на опытных участках Каракалпакстана остаётся малоизученным; настоящая работа восполняет этот пробел.

Методология. Рассматривается экспериментальный участок площадью 45 гектаров в Чимбайском районе, отражающий ключевые экологические ограничения региона – засоление почвы и нерегулярный доступ к оросительной воде.

Задача оптимизации формулируется как модель нелинейного программирования для максимизации общей чистой прибыли (Z).

Целевая функция:

Целью данного исследования является разработка математической модели и алгоритма оптимального распределения ограниченных земельных ресурсов (45 га) Чимбайского района между четырьмя видами культур (хлопчатник, пшеница, дыня и маш). Основная задача заключается в нахождении таких значений площадей посева для каждой культуры, которые обеспечили бы максимизацию совокупной чистой прибыли предприятия в условиях дефицита поливной воды, высокой засоленности почв и соблюдения государственных квот:

$$\sum_{i=1}^4 [p_i(a_i x_i - b_i x_i^2) - C_i x_i] \rightarrow \max. \quad (1)$$

Система ограничений:

Модель включает девять наборов ограничений, отражающих специфику региона:

1. Площадь земли: суммарная выделенная площадь не превышает доступную (A):

$$\sum_{i=1}^4 x_i \leq A. \quad (2)$$

2. Годовой объём воды: объём на орошение (w_i) и выщелачивание (s_i) в пределах годового лимита [3] (W):

$$\sum_{i=1}^4 (w_i + s_i) x_i \leq W. \quad (3)$$

3. Сезонный спрос на воду: в каждый период t потребность не превышает доступный запас [10] (W_t):

$$\sum_{i=1}^4 w_{it} x_i \leq W_t, \quad \forall t \in \{1, \dots, T\}. \quad (4)$$

4. Удобрения: потребление не превышает запланированный объём поставок [2] (F):

$$\sum_{i=1}^4 f_i x_i \leq F. \quad (5)$$

5. Трудовые ресурсы: потребность в рабочей силе в пределах лимита [6] (L):

$$\sum_{i=1}^4 l_i x_i \leq L. \quad (6)$$

6. Бюджет: производственные затраты в пределах выделенного бюджета [2] (B):

$$\sum_{i=1}^4 c_i x_i \leq B. \quad (7)$$

7. Оборудование: время работы техники не превышает технические ресурсы (M):

$$\sum_{i=1}^4 m_i x_i \leq M. \quad (8)$$

8. Семена: потребность в семенах по каждой культуре в пределах лимита (U_i):

$$u_i x_i \leq U_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (9)$$

9. Государственная квота: площадь под хлопок – не менее 15 гектаров.

$$x_1 \geq 15. \quad (10)$$

10. Неотрицательность: площадь под любую культуру неотрицательна:

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n \quad (11)$$

В данной модели переменная x_i (где $i = 1, 2, 3, 4$) обозначает площадь (в гектарах), выделяемую под конкретную сельскохозяйственную культуру: x_1 – хлопчатник, x_2 – пшеница, x_3 – дыня, x_4 – маш. Совокупность этих переменных формирует вектор решения $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$, который определяет структуру посевных площадей опытного участка площадью 45 га. Условие (11) $x_i \geq 0$ гарантирует физическую реализуемость решения (отсутствие отрицательных площадей).

Модель объединяет квадратичную целевую функцию и девять групп ограничений: восемь ресурсных (земля, вода, удобрения, труд, бюджет, техника, семена) и одно нормативное, задаваемое аграрной политикой региона (государственная квота на хлопок), плюс условие неотрицательности. Общая процедура оптимизации показана на рисунке 1.

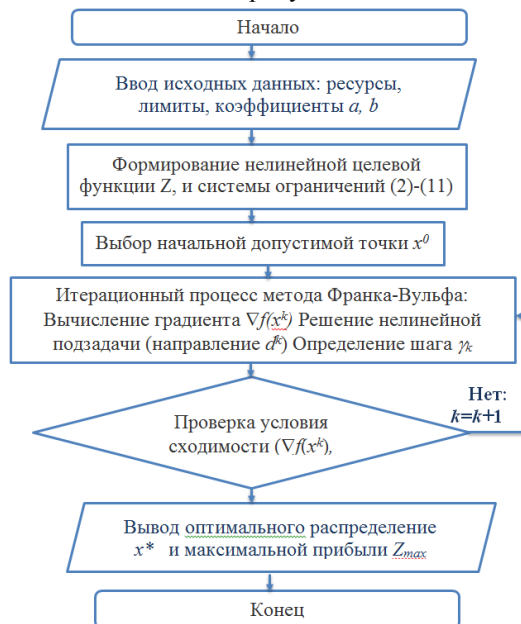


Рисунок 1. Методический алгоритм интегрированной нелинейной оптимизационной модели для района Чимбай.

Для решения задачи нелинейной оптимизации с ограничениями использован метод Франка-Вульфа [4]. Метод подходит для предложенной модели, поскольку обрабатывает линейные ограничения, оптимизируя нелинейную целевую функцию посредством последовательных линейных приближений [5].

Градиент на k -й итерации вычисляется следующим образом:

$$\nabla F(x_i^k) = p_i(a_i - 2b_i x_i^k) - C_i. \quad (12)$$

На каждой итерации решается линейная подзадача для определения направления поиска, после чего выбирается шаг обновления решения:

$$x^{k+1} = x^k + \alpha_k(z^k - x^k), \quad 0 \leq \alpha_k \leq 1. \quad (13)$$

Алгоритм решения задачи оптимизации размещения культур (Метод Франка-Вульфа)

Шаг 1. Инициализация. Задать начальное допустимое распределение площадей $x^{(0)} \in D$, удовлетворяющее ограничениям (2)–(11). Установить точность $\epsilon > 0$ и счетчик итераций $k = 0$.

Шаг 2. Линеаризация. Вычислить градиент целевой функции прибыли (1) в текущей точке $x^{(k)}$:

$$\nabla Z(x^{(k)}) = \left(\frac{\partial Z}{\partial x_1}, \frac{\partial Z}{\partial x_2}, \frac{\partial Z}{\partial x_3}, \frac{\partial Z}{\partial x_4} \right)^T \Big|_{x=x^{(k)}}$$

Шаг 3. Решение вспомогательной задачи. Найти вспомогательный вектор площадей $s^{(k)}$, который максимизирует линейную функцию при исходных ограничениях (2)–(10):

$$\max \sum_{i=1}^4 \frac{\partial Z(x^{(k)})}{\partial x_i} \cdot s_i$$

при условии, что $s \in D$ (выполняются все ресурсные лимиты).

Шаг 4. Обновление решения. Определить направление поиска $d^{(k)} = s^{(k)} - x^{(k)}$. Обновить вектор распределения культур:

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} + \gamma_k \cdot d^{(k)}$$

где шаг $\gamma_k = \frac{2}{k+2}$ (или определяется методом одномерного поиска).

Шаг 5. Критерий остановки. Если разрыв двойственности (Gap) $\langle \nabla Z(x^{(k)}), s^{(k)} - x^{(k)} \rangle < \epsilon$, то $x^{(k+1)}$ – оптимальное распределение площадей. Иначе $k = k + 1$ и переход к Шагу 2.

Результаты и обсуждение. Значения параметров определены по местной сельскохозяйственной статистике и квадратичной модели зависимости урожайности от затрат ресурсов (таблица 1).

Таблица 1. Входные параметры и потребности в ресурсах на гектар.

Показатель	Хлопок (x_1)	Пшеница (x_2)	Дыня (x_3)	Маш (x_4)	Общий лимит
Земельный участок, га	1	1	1	1	45
Годовой объём воды ($w_i + s_i$), м ³	6800	4500	4100	2800	220 000
Удобрения (f_i), кг	250	200	150	100	9000
Труд (l_i), человеко-дни	45	25	60	30	2000
Бюджет (c_i), млн сум	13.0	8.5	11.0	7.0	500
Оборудование (m_i), часы	18	12	10	8	600
Норма семян (u_i), кг/га	25	220	4	15	3200
Цена (p_i), млн сум/т	12.5	3.2	4.5	14	-
Коэффициент урожайности (a_i)	3.52	4.00	6.20	1.80	-
Эффект засоления (b_i)	0.06	0.05	0.32	0.04	-

Начиная с допустимой начальной точки, соответствующей равномерному распределению, применён метод Франка–Вульфа. Сходимость достигнута после 8 итераций при заданном допуске (таблица 2).

Таблица 2. Ход итераций и значения целевой функции Z.

Итерация (k)	Хлопок (x_1)	Пшеница (x_2)	Дыня (x_3)	Маш (x_4)	Прибыль Z, млн сум	Разрыв двойственности
0 (начальное значение)	11.25	11.25	11.25	11.25	425.6	82.70
3	14.80	11.50	8.50	10.20	488.2	1.15
5	15.10	11.30	7.30	11.30	502.4	0,042
8 (оптимум)	15.25	11.20	7.15	11.40	512.8	0.00004

Оптимальное распределение ресурсов на экспериментальном участке площадью 45 гектаров выглядит следующим образом:

хлопок (x_1) – 15,25 га (33,9%); пшеница (x_2) – 11,20 га (24,9%); дыня (x_3) – 7,15 га (15,9%); бобы (маш, мунг) (x_4) – 11,40 га (25,3%).

Проверка подтвердила выполнимость решения: все девять групп ограничений удовлетворены – 215 335 м³ воды из 220 000, бюджет 451,9 из 500 млн сум, 8 265 кг удобрений из 9 000, 1 737 из 2 000 человеко-дней, 571,6 из 600 часов работы техники, 3 045 из 3 200 кг семян; квота на хлопок соблюдена.

Базовым (традиционным) вариантом служит равномерное распределение площадей – по 11,25 га под каждую культуру, то есть начальная точка x^0 (итерация 0 в таблице 2). По сравнению с ним нелинейная модель дала общую чистую прибыль 512,8 вместо 425,6 млн сум (+20,5%) при снижении потребления воды на единицу прибыли на 18,8%. Постановка полностью детерминированная: стохастические факторы здесь не рассматриваются.

Это подтверждает, что даже при жёстких ресурсных ограничениях рентабельность может быть существенно повышена средствами нелинейного программирования, а традиционные схемы распределения культур для Каракалпакстана более недостаточны.

Показательная особенность алгоритма – предпочтение разнообразия перед монокультурой: стандартное ЛП часто даёт «угловые решения», когда все ресурсы выделяются одной культуре, тогда как квадратичная модель формирует сбалансированную структуру посевов. Для бассейна Аральского моря диверсификация необходима для поддержания здоровья почвы и защиты фермеров от нестабильности [9].

Заметно расширена площадь под бобовыми (маш, мунг): как засухоустойчивая культура с высокой рыночной стоимостью и умеренной водопотребностью (2 800 м³/га) они наиболее рациональны для климата Чимбая, а переход к бобовым одновременно повышает водопроductивность и увеличивает содержание азота в почве [8]. Квадратичная функция позволила смоделировать снижение урожайности, вызванное засолением,

обеспечив реалистичную оценку предельной доходности в низовьях Амударьи. Допущение о постоянных ценах оставляет пространство для стохастических постановок задачи. (x_4)

Анализ чувствительности при изменении доступности оросительной воды на $\pm 20\%$ и цен на $\pm 30\%$ (таблица 3) показал, что модель особенно чувствительна к росту цен на маш (+11,8% прибыли), а снижение водной квоты на 20% уменьшает прибыль на 9,2%: вода остаётся лимитирующим ресурсом.

Таблица 3. Чувствительность прибыли Z к колебаниям ресурсов и цен.

Сценарий	Изменение прибыли Z (%)	Активное ограничение
Водная квота -20%	-9,2%	Лимит водных ресурсов
Водная квота +20%	+5,4%	Лимит земельной площади
Цена на маш (мунг) +30%	+11,8%	Лимит трудовых ресурсов
Цена на хлопок -30%	-8,5%	Государственная квота ($x_1 \geq 15$)

Закключение. В исследовании разработана и реализована нелинейная оптимизационная модель распределения сельскохозяйственных культур в Чимбайском районе Каракалпакстана. С помощью алгоритма Франка–Вульфа оптимизирован опытный участок площадью 45 гектаров для четырёх стратегических культур при девяти группах ресурсных ограничений.

1. Оптимизированная модель обеспечила чистую прибыль 512,8 млн сум – на 20,5% больше, чем при традиционном подходе, при повышении эффективности водопотребления на 18,8%.

2. Алгоритм на основе метода Франка–Вульфа обеспечил устойчивую сходимость (8 итераций) для рассматриваемой задачи оптимизации с ограничениями.

3. Обоснован переход от жёстких схем севооборота хлопок–пшеница к более ценным и водозэффективным культурам, таким как бобовые (маш, мунг).

Модель предоставляет количественную основу для лиц, принимающих решения, и руководителей фермерских хозяйств Каракалпакстана, стремящихся повысить рентабельность и эффективность использования ресурсов с учётом экологических ограничений региона.

Литература

1. Besbes M., Makhlof M., Hammami S. Optimal resource allocation in agriculture: a nonlinear programming approach. // *European Journal of Operational Research*, 2022, 298(3). – P. 1012-1025.
2. Bobojonov I., Lamers J.P.A., Bekchanov M., Djanibekov N., Martius C., Müller M. Optimization of crop allocation under uncertainty: a case study from Uzbekistan. // *Agricultural Systems*, 2016, 148. – P. 112-121.
3. Chen Y., Zhang W., Li H., Wang J. A nonlinear programming model for optimal irrigation water allocation based on crop water productivity. // *Water Resources Management*, 2023, 37. -P. 2105-2121.
4. Frank M., Wolfe P. An algorithm for quadratic programming. // *Naval Research Logistics Quarterly*, 1956, 3(1-2). – P. 95-110.
5. Jaggi M. Revisiting Frank-Wolfe: Projection-Free Sparse Convex Optimization. // *Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2013, 28. – P. 427-435.
6. Karimov A., Matyakubov B., Hamidov M. Sustainable agricultural practices in Karakalpakstan: challenges of water scarcity. // *Sustainability*, 2024, 16(1). – P. 88.
7. Karimov A., Matyakubov B., Shirokova Y., Okuyama A. Spatial and temporal variation of soil salinity in the lower reaches of the Amu Darya River. // *Arid Land Research and Management*, 2021, 35(3). – P. 261-278.
8. Khaydarov S., Matyakubov B., Karimov A. Optimizing crop rotation patterns for water saving in the Aral Sea region. // *Central Asian Journal of Water Research*, 2022, 8(2). – P. 12-28.
9. Salaev O., Matyakubov B., Karimov A. Climate change impact on water resources and crop yield in the lower reaches of the Amudarya river. // *Environmental Science & Policy*, 2023, 140. –P. 11-23.
10. Zhu X., Zhang J., Zhang X., Liu J. Mathematical modeling of crop yield response to water deficit: a review. // *Agricultural Systems*, 2022, 196. – P. 103325.

UDC 004.8:81'322

**AN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM FOR UZBEK TEXT PROCESSING
AND GRAMMATICAL QUESTION-ANSWERING**

Sharipov Maksud Siddiqovich – *Candidate of Technical Sciences, independent researcher*
maqsbek72@gmail.com

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

**O‘ZBEK TILI MATNLARIGA INTELLEKTUAL ISHLOV BERISH
VA GRAMMATIK SAVOL-JAVOB AXBOROT TIZIMI**

Sharipov Maqsud Siddiqovich – *texnika fanlari nomzodi, mustaqil izlanuvchi*
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ
ТЕКСТОВ НА УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКЕ И ГРАММАТИЧЕСКОГО
ВОПРОСНО-ОТВЕТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

Шарипов Максуд Сиддиқович – *кандидат технических наук, самостоятельный соискатель*
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

Tayanch so‘zlar: o‘zbek tili NLP, ByT5, Viterbi, mDeBERTa-v3, CRF, gibrid RAG, BM25.

Rezyume. “UZAI Tahlil” dasturiy majmuasi o‘zbek matnlarini morfologik, sintaktik va leksik-statistik tahlil qilishni manbaga tayangan grammatik savol-javob bilan birlashtiradi. Tizim UzbekTaggerBERT, ByT5, Viterbi morfotaktik tekshiruvi, mDeBERTa-v3 + CRF hamda BM25/MPNet gibrid RAG komponentlaridan foydalanadi. Tajribada morfotaktik tahlil F1 = 96,8%, sintaktik klassifikatsiya Macro F1 = 91,4% va grammatik qidiruv Hit@4 = 97,1% natijani ko‘rsatdi.

Ключевые слова: узбекский NLP, ByT5, Витерби, mDeBERTa-v3, CRF, гибридный RAG, BM25.

Резюме. Программный комплекс «UZAI Tahlil» объединяет морфологический, синтаксический и лексико-статистический анализ узбекских текстов с грамматическим вопросно-ответным поиском по проверенным источникам. Система использует UzbekTaggerBERT, ByT5, морфотактическую проверку Витерби, mDeBERTa-v3 + CRF и гибридный RAG BM25/MPNet. Эксперименты показали F1 = 96,8% для морфотактики, Macro F1 = 91,4% для синтаксической классификации и Hit@4 = 97,1% для грамматического поиска.

Key words: Uzbek NLP, ByT5, Viterbi, mDeBERTa-v3, CRF, hybrid RAG, BM25.

Summary. “UZAI Tahlil” integrates morphological, syntactic and lexical-statistical processing of Uzbek texts with source-grounded grammatical question answering. The system combines UzbekTaggerBERT, ByT5, Viterbi morphotactic validation, mDeBERTa-v3 + CRF, and hybrid BM25/MPNet retrieval-augmented generation. Experiments achieved F1 = 96.8% for morphotactics, macro F1 = 91.4% for syntactic classification, and Hit@4 = 97.1% for grammar retrieval.

Introduction. Uzbek’s agglutinative morphology, long affix chains, morphophonemic alternations and homonymous suffixes complicate automatic analysis. Existing Uzbek NLP work spans integrated resource surveys [1:2], linguistic modules for automatic analysis [2:15], explicit morphotactics [3:84], truncation-based morphology [4:190], UzMorphAnalyser [5:2] and lemmatization/stemming methods [6:10]. Together, these results motivate a neuro-symbolic design that combines learned representations with explicit linguistic constraints.

Contextual and structured models provide the second basis of the system: UzbekPOS supplies verified multi-domain POS data [7:3], UzUDT supports dependency analysis [8:11643], ByT5 enables byte-level sequence generation [9:292], and DeBERTaV3 improves contextual representations [10:3]. Viterbi decoding [11:269] and CRF sequence modeling [12:283] are used to enforce globally consistent morphological and syntactic decisions.

For grammar question answering, RAG grounds generation in external evidence [13:9460], BM25 provides lexical relevance [14:345], and Sentence-BERT supports dense semantic retrieval [15:3983]. Lexical richness is measured at token, stem and lemma levels with awareness of TTR’s length sensitivity [16:95]. This study integrates these components in the “UZAI Tahlil” suite and evaluates the resulting end-to-end pipeline.

Materials and methods. The “UZAI Tahlil” platform uses a multilayer Django MVT architecture (Fig. 1): query/session handling feeds a linguistic path (normalization, POS, morphology, syntax) and a retrieval path (BM25, ChromaDB, metadata), after which the generator returns a source-grounded response. Relational entities are listed in Table 1.

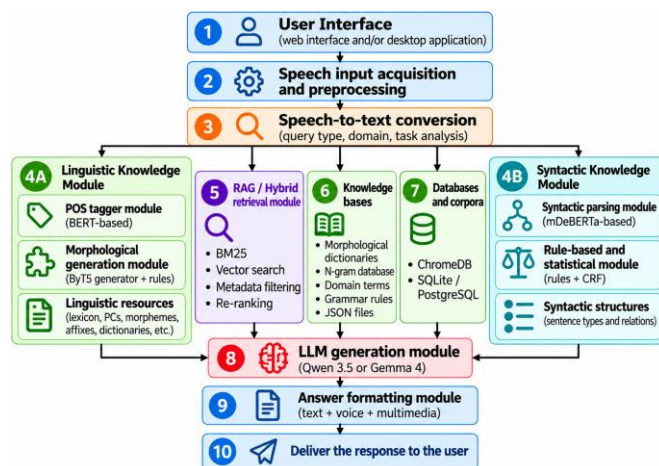


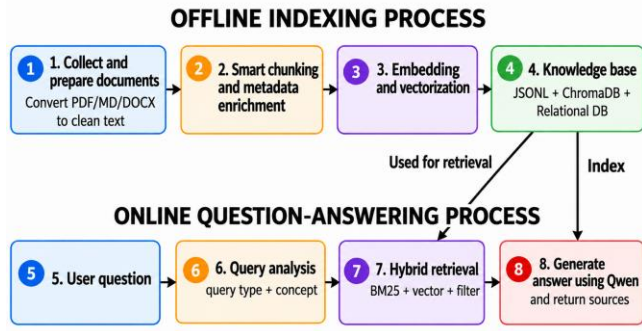
Fig. 1. Functional module architecture of the AI information system for Uzbek grammar.

The two paths share session, storage and response layers.

Table 1. Main relational database models of the software suite

Model	Appli-cation	Purpose and main fields
User & Profile	accounts	User account, role (student, teacher, researcher), organization, and demographic information
Convers ation	analyzer	Morphological and syntactic analysis session title, user ForeignKey, and creation time
Message	analyzer	Analysis messages (user/assistant), input text, and structured result stored as JSONField
QnaSess ion	qna_chat	AI grammar question-answering session, title, and user relation
QnaMes sage	qna_chat	Grammar question/answer text, query type, and sources stored as JSONField

Offline, grammar sources are cleaned, structurally chunked, metadata-enriched and indexed in JSONL/BM25 and ChromaDB; online, the query is classified and Top-4 evidence is retrieved for generation (Fig. 2).


Fig. 5.2. Data flow in the offline indexing and online question-answering modes.
Fig. 2. Data flow in the offline indexing and online question-answering modes.

Metadata enables concept/domain filtering and reranking.

The morphological pipeline performs normalization, tokenization, contextual POS tagging, ByT5 stem-affix segmentation, interpretation with 360 allomorph mappings, Viterbi path selection and a rule-based fallback. ByT5 estimates:

The ByT5 sequence-to-sequence model estimates the segmented output autoregressively:

$$P(Y|X) = \prod_{j=1}^N P(y_j | y_{<j}, X), \quad \hat{Y} = \operatorname{argmax}_Y P(Y|X)$$

For the resulting segment sequence, candidate grammatical tags are generated for each segment:

$$S = [s_0, s_1, s_2, \dots, s_k], \quad C(s_j) = \{g_{j,1}, g_{j,2}, \dots, g_{j,m}\}$$

For a tag sequence $G = [g_0, g_1, \dots, g_k]$, the Viterbi objective is:

$$\operatorname{Score}(G) = \sum_{j=1}^k \operatorname{Transition}(g_{j-1}, g_j) + \sum_{j=0}^k \operatorname{Intrinsic}(g_j)$$

The compatibility of adjacent morphemes is scored from their category slots and rule constraints:

$$\operatorname{Transition}(g_{j-1}, g_j) = \begin{cases} +18, & \text{if } \operatorname{Slot}(g_{j-1}) \leq \operatorname{Slot}(g_j) \text{ [correct morphotactic order]} \\ -45, & \text{if } \operatorname{Slot}(g_{j-1}) > \operatorname{Slot}(g_j) \text{ [strict penalty: order violation]} \\ +4, & \text{for weak morphotactic transitions} \\ -15, & \text{for unknown transitions} \end{cases}$$

The dynamic-programming layer computes the best partial path for candidate j at step i and reconstructs the optimum by backtracking:

$$\operatorname{DP}[i][j] = \max_p (\operatorname{DP}[i-1][p] + \operatorname{Transition}(g_{i-1,p}, g_{i,j})) + \operatorname{Intrinsic}(g_{i,j})$$

$$\hat{p}_k = \operatorname{argmax}_k \operatorname{DP}[k][j], \quad \hat{p}_{i-1} = \operatorname{Backpointer}[i][\hat{p}_i]$$

The family order is Stem $\rightarrow$ Voice $\rightarrow$ Negation $\rightarrow$ Participle/Converb $\rightarrow$ Tense $\rightarrow$ Person/Possessive $\rightarrow$ Case $\rightarrow$ Copula $\rightarrow$ Particle (slots 0–100).

UzbekSyntacticAnalyzer concatenates fine-tuned mDeBERTa-v3 representations with 12 linguistic features, then applies Dropout, a linear layer and CRF decoding over 33 BIO labels.

Seven post-processing rules correct modal/nominal predicates, copular predicates, accusative objects and converb + auxiliary constructions.

The qna_chat corpus contains grammar textbooks (grades 5–11), the Universal Handbook 2024 and monographs. Typed chunks carry concept/domain metadata; retrieval combines BM25, vector similarity and metadata boosting:

In the hybrid retrieval system, lexical BM25 and vector semantic similarity are combined using the following integrated ranking and metadata-boosting function:

$$\operatorname{Score}_{\text{final}}(d, q) = \alpha \cdot \operatorname{Score}_{\text{dense}}(d, q) + (1 - \alpha) \cdot \operatorname{Score}_{\text{BM25}}(d, q) + \operatorname{Boost}_{\text{metadata}}(d, q)$$

Here $\alpha = 0.65$ balances semantic-vector similarity and lexical BM25 relevance. BM25 inverse document frequency is calculated as:

$$\operatorname{IDF}(t) = \ln \left(1 + \frac{N - n(t) + 0.5}{n(t) + 0.5} \right)$$

With $\alpha = 0.65$, metadata adds +0.35 for concept, +0.20 for chunk type and +0.15 for domain; Top-4 passages are sent to Qwen/Qwen3.5-4B.

The corpus_statistics module computes word-form, stem and lemma TTR for texts up to 5,000 words:

The three Type-Token Ratio measures are calculated as:

$$\begin{aligned} \operatorname{TTR}_{\text{token}} &= \frac{V_{\text{token}}}{N} \times 100\%, & \operatorname{TTR}_{\text{stem}} &= \frac{V_{\text{stem}}}{N} \times 100\%, & \operatorname{TTR}_{\text{lemma}} &= \frac{V_{\text{lemma}}}{N} \times 100\% \end{aligned}$$

Agglutinative inflection and derivational activity are additionally summarized by the following differences:

$$\begin{aligned} D_{\text{inflect}} &= \operatorname{TTR}_{\text{token}} - \operatorname{TTR}_{\text{lemma}}, & D_{\text{derive}} &= \operatorname{TTR}_{\text{lemma}} - \operatorname{TTR}_{\text{stem}} \end{aligned}$$

Lemma TTR is grouped as A ($\geq 65\%$), B (45–65%), C (30–45%) and D ($< 30\%$).

Results. Evaluation used project test corpora, 02_bio_dataset_latin.conll and 350 grammar questions.

ByT5 + Viterbi was compared with rule-based and neural-only baselines (Table 2).

Table 2. Comparative performance of morphological-analysis and segmentation approaches

Model / Approach	Segmentation accuracy (%)	Homonymous-affix disambiguation (%)	Morphotactic validity (%)	F1-score (%)
Rule-based (Baseline)	81.2%	74.5%	86.0%	77.8%
Pure ByT5 segmenter	94.1%	79.8%	81.3%	86.4%
ByT5 + Viterbi morphotactics (Proposed)	97.6%	96.2%	98.9%	96.8%

UzbekSyntacticAnalyzer was evaluated on 02_bio_dataset_latin.conll (Table 3).

Table 3. Sentence-component classification results for UzbekSyntacticAnalyzer

Sentence component (syntactic role)	Tags	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)
Subject	B-EG, I-EG	93.4 %	91.8 %	92.6 %
Verbal predicate	B-FK, I-FK	95.8 %	94.2 %	95.0 %
Nominal predicate	B-OK, I-OK	89.2 %	87.5 %	88.3 %
Direct object	B-VS, I-VS	92.1 %	90.6 %	91.3 %
Indirect object	B-VL, I-VL	88.4 %	86.9 %	87.6 %
Adverbial (all types)	OH, PH, MH, DH, SAH, VH	89.7 %	88.1 %	88.9 %
Modifier / Attribute	QA, SA, IA	94.5 %	92.7 %	93.6 %
Macro average	All tags	92.3%	90.5%	91.4%

For 350 grammar questions, lexical, dense and hybrid retrieval were compared (Table 4).

Table 4. Retrieval and answer-generation performance of the hybrid RAG system

Retrieval method	Hit@1 (%)	Hit@4 (%)	MRR	Context relevance (%)	Hallucination (%)
BM25 only (Lexical)	68.2 %	81.4 %	0.742	76.5 %	18.2 %
Dense MPNet only (ChromaDB)	72.5 %	85.1 %	0.789	81.0 %	14.5 %
Hybrid (BM25 + MPNet + Boosting)	88.9 %	97.1 %	0.915	94.8 %	3.1 %

Discussion. Neural segmentation alone does not guarantee valid Uzbek morphotactics; Viterbi constraints raise the combined model to F1 = 96.8%.

mDeBERTa-v3 + linguistic features + CRF achieved macro F1 = 91.4%. Hybrid BM25 + MPNet + metadata reached Hit@4 = 97.1%, context relevance = 94.8% and hallucination = 3.1%.

These findings support neuro-symbolic integration of learned representations, explicit constraints and retrieved evidence.

Conclusion. “UZAI Tahlil” integrates Uzbek text processing and source-grounded grammar QA. Its developed algorithms, methods, AI models and linguistic rules support morphological and syntactic analysis of Uzbek texts and evaluation of an author’s writing style, while the RAG module answers questions on Uzbek grammar using retrieved sources. Results are F1 = 96.8% for ByT5 + Viterbi, macro F1 = 91.4% for mDeBERTa-v3 + features + CRF, and Hit@4 = 97.1% with 3.1% hallucination; Token/Stem/Lemma TTR is also computed in the Django MVT platform.

References

- Sharipov M., Avezmatov I., Kuriyozov E., Babayev S. Natural Language Processing for Uzbek and Turkmen: A Systematic Review of Resources, Methods, and Benchmarks. // 2025 IEEE XVII International Scientific and Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE). IEEE, 2025. – P. 1-6.
- Abjalova M. Tahrir va tahlil dasturlarining lingvistik modullari. – Tashkent: «Nodirabegim», 2020.
- Matlatipov G., Vetulani Z. Representation of Uzbek Morphology in Prolog. // Aspects of Natural Language Processing. LNCS 5070. Springer, 2009. – P. 83-110.
- Sharipov M., Salaev U., Matlatipov G. Morphological Analyzer of Uzbek Language Using Truncating Methods // Ilm Sarchashmalari. – Urgench, 2023. № 5/1. – P. 189-193.
- Salaev U. UzMorphAnalyser: A Morphological Analysis Model for the Uzbek Language Using Inflectional Endings. // AIP Conference Proceedings. 2024. Vol. 3244(1), 030058. – P. 1-7.
- Abjalova M. O‘zbek tilidagi matnlarni avtomatik morfologik tahlil qilishda lemmatizatsiya va stemming jarayoni. // O‘zbekiston: til va madaniyat. Lingvistika. 2024. № 3. – P. 6-21.
- Sharipov M., Kuriyozov E., Vičič J. UzbekPOS: A Multi-Domain Dataset for Uzbek Part-of-Speech Tagging. // Data in Brief. 2026. Vol. 66, Article 112640.
- Matlatipov S.G., Aripov M. UzUDT: Uzbek Universal Dependencies Treebank. // Proceedings of the Fifteenth Language Resources and Evaluation Conference (LREC 2026). 2026. – P. 11642-11649.
- Xue L., Barua A., Constant N., et al. ByT5: Towards a Token-Free Future with Pre-trained Byte-to-Byte Models. // Transactions of the Association for Computational Linguistics. 2022. Vol. 10. – P. 291-306.
- He P., Gao J., Chen W. DeBERTaV3: Improving DeBERTa Using ELECTRA-Style Pre-Training with Gradient-Disentangled Embedding Sharing. // ICLR. 2023. – P. 1-17.

11. Forney G.D. The Viterbi Algorithm. // *Proceedings of the IEEE*. 1973. Vol. 61(3). – P. 268-278.
12. Lafferty J., McCallum A., Pereira F.C.N. Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data // *Proceedings of ICML*. 2001. – P. 282-289.
13. Lewis P., Perez E., Piktus A., et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. // *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2020. Vol. 33. – P. 9459–9474.
14. Robertson S., Zaragoza H. The Probabilistic Relevance Framework: BM25 and Beyond. // *Foundations and Trends in Information Retrieval*. 2009. Vol. 3(4). – P. 333-389.
15. Reimers N., Gurevych I. Sentence-BERT: Sentence Embeddings Using Siamese BERT-Networks. // *Proceedings of EMNLP-IJCNLP*. 2019. – P. 3982-3992.
16. Covington M.A., McFall J.D. Cutting the Gordian Knot: The Moving-Average Type–Token Ratio (MATTR). // *Journal of Quantitative Linguistics*. 2010. Vol. 17(2). – P. 94-100.

UDC 004.8:81'322

**AUTOMATED CONSTRUCTION OF A PUNCTUATION-TAGGED CORPUS
FOR TRANSFORMER-BILSTM-BASED PUNCTUATION RESTORATION IN UZBEK**

Sharipov Maksud Siddiqovich – *Candidate of Technical Sciences*

maqsbek72@gmail.com

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

Adinayev Hushnodbek Saylboyevich – *senior teacher*

hushnodbek.adinaev@gmail.com

Urgench State University

**O'ZBEK TILIDA TRANSFORMER-BILSTM ASOSIDA PUNKTUATSIYANI TIKLASH UCHUN
PUNKTUATION TEGLANGAN KORPUSNI AVTOMATIK SHAKLLANTIRISH**

Sharipov Maqsud Siddiqovich – *texnika fanlari nomzodi*

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Adinayev Xushnodbek Saylboyevich – *katta o'qituvchi*

Urganch davlat universiteti

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПУНКТУАЦИОННО РАЗМЕЧЕННОГО
КОРПУСА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПУНКТУАЦИИ НА ОСНОВЕ
TRANSFORMER-BILSTM В УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКЕ**

Шарипов Максуд Сиддиқович – *кандидат технических наук*

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми

Адинаев Хушнудбек Сайлбоевич – *старший преподаватель*

Ургенчский государственный университет

Tayanch so'zlar: punktuatsiyani tiklash, o'zbek tili, Transformer, BiLSTM, tabiiy tilni qayta ishlash.

Rezyume. Ushbu tadqiqotda o'zbek tili uchun Transformer-BiLSTM modellarini o'qitishga mo'ljallangan punktuatsion teglangan ma'lumotlar to'plamini avtomatik shakllantirish algoritmi taklif etiladi. Jarayon matnni normallashtirish, punktuatsiyaga sezgir tokenizatsiya, token darajasida teglash, ma'lumotlarni ajratish va CoNLL formatiga o'tkazishni o'z ichiga oladi. Jami 11 ta teg qo'llanilib, 11 888 213 ta tokenli korpus shakllantirilgan. Taklif etilgan usul punktuatsiyani tiklash uchun katta hajmdagi o'zbekcha teglangan ma'lumotlarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Ключевые слова: восстановление пунктуации, узбекский язык, Transformer, BiLSTM, обработка естественного языка.

Резюме. В данном исследовании предлагается алгоритм автоматического формирования пунктуационно размеченного набора данных для обучения моделей Transformer-BiLSTM на узбекском языке. Процесс включает нормализацию текста, токенизацию с учетом пунктуации, разметку на уровне токенов, разделение данных и преобразование в формат CoNLL. Используется 11 меток, а сформированный корпус содержит 11 888 213 токенов. Предлагаемый метод предназначен для подготовки крупномасштабных размеченных данных на узбекском языке для задачи восстановления пунктуации.

Key words: punctuation restoration, Uzbek language, Transformer, BiLSTM, natural language processing.

Summary. This study proposes an automated algorithm for constructing a punctuation-annotated dataset for training Transformer-BiLSTM models in Uzbek. The process includes text normalization, punctuation-aware tokenization, token-level labeling, dataset partitioning, and conversion into CoNLL format. A total of 11 labels are used, and the resulting corpus contains 11,888,213 tokens. The proposed method is intended for preparing large-scale annotated Uzbek data for punctuation restoration.

Introduction. Punctuation marks are essential for expressing the syntactic structure, semantic meaning, and readability of written text. Their omission or incorrect placement may distort sentence structure and meaning, making automatic punctuation restoration an important task in speech recognition, text editing, machine translation, and other NLP applications.

Automatic punctuation restoration is commonly formulated as a sequence-labeling task. Earlier approaches relied on linguistic rules and statistical models, whereas later studies adopted LSTM, BiLSTM, and attention-based architectures [1], [2]. More recently, Transformer-based models have demonstrated strong performance by capturing long-range contextual dependencies. Courtland et al. [3] applied a bidirectional Transformer to TED Talks data, while Alam et al. [4] showed the effectiveness of

Transformers for both high- and low-resource languages. BERT-based approaches have also proven effective for punctuation restoration [5].

However, large-scale token-level punctuation datasets for Uzbek remain limited. Therefore, this study proposes an automated algorithm for transforming naturally punctuated Uzbek texts into a standardized dataset for Transformer-BiLSTM models. The proposed pipeline includes text normalization, punctuation-aware tokenization, token-level label assignment, train/validation/test splitting, and conversion into CoNLL format.

Related Work. Studies on automatic punctuation restoration can generally be divided into rule-based and statistical approaches, recurrent neural networks, and Transformer-based models. LSTM and BiLSTM architectures enabled bidirectional sequence modelling [1],

[2], while Transformer models improved the representation of long-range contextual dependencies through self-attention [3], [5].

Early research on Uzbek punctuation mainly relied on linguistic rules. Sharipov, Adinaev and Kuriyozov [6] proposed more than 30 rules based on the morphological and syntactic characteristics of Uzbek and achieved approximately 84% accuracy on a 30,000-word corpus from 30 domains. Sharipov and Adinaev [7] later developed functional and information models for punctuation analysis using IDEF0 and IDEF1X methodologies together with a rule-based system.

Statistical approaches were subsequently explored. Adinaev [8] proposed an N-gram model evaluated on 137,848 sentences and 1,642,860 words, achieving F1-scores of up to 87% for several punctuation classes and an overall performance of approximately 81%. Sharipov, Adinayev and Yusupova [9] also developed an Uzbek punctuation corpus containing 137,848 sentences and 1,642,860 words from 30 domains. In addition, Sharipov and Adinayev [10] proposed a rule-based method for detecting interrogative sentences, reporting 87.9% performance.

For sequence labeling, Sharipov and Adinayev [11] applied a Conditional Random Fields (CRF) model to an IT-domain corpus containing more than 1.5 million words and 295,012 punctuation marks, achieving approximately 87.5% accuracy. The scalability of punctuation processing was also investigated using parallel and Apache Spark-based distributed computing, which considerably reduced processing time for larger text collections [12].

Overall, previous studies have addressed rule-based, statistical, corpus-based, and sequence-labeling approaches for Uzbek punctuation. However, the automatic transformation of large-scale naturally punctuated Uzbek text into a standardized dataset through normalization, punctuation-aware tokenization, 11-class token-level annotation, train/validation/test splitting, and CoNLL-format generation has not been fully integrated into a single pipeline. The present study addresses this gap by providing a standardized data preparation procedure for Transformer and Transformer-BiLSTM models.

Materials and Methods.

Problem formulation. The given sequence of text tokens is represented as: $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

For each token x_i , the corresponding punctuation class $y_i \in Z$ is determined.

The set of classes is defined as:

$Z=\{O, \text{PERIOD}, \text{COMMA}, \text{QUESTION}, \text{EXCLAMATION}, \text{COLON}, \text{SEMICOLON}, \text{DASH}, \text{ELLIPSIS}, \text{QUOTE}, \text{PAREN}\}$.

Here, **O** indicates that no punctuation mark follows the token.

The subsequent task of the model can be expressed as: $\bar{y}_i = \operatorname{argmax} P(y_i = c | X)$ $c \in Z$ where y_i denotes the punctuation class predicted by the model for the i -th token.

An important aspect is that a punctuation mark is not represented as an independent target token; instead, it is assigned as the class label of the preceding word.

Text normalization. At the initial stage of the algorithm, the raw text is read from a file and standardized.

The normalization function can be expressed as:

$T'=N(T)$ It can be expressed as follows.

Here, T denotes the raw text, N is the normalization function, and T' represents the standardized text.

For the Uzbek language, it is particularly important to normalize the following characters into a unified form:

- o', o';
- g', g';
- various quotation marks;
- dash and hyphen variants;
- multiple consecutive spaces;
- incorrect line breaks.

This stage is particularly important because multiple Unicode representations of the same linguistic symbol may be interpreted by the tokenizer as different tokens.

Punctuation-aware tokenization. The normalized text is divided into a sequence of lines: $T'=\{L_1, L_2, \dots, L_m\}$

For each line, the following tokenization operation is performed:

$K_j=\text{Tokenize}(L_j)$

For example, the sentence:

Bugun havo yaxshi, ertaga esa yomg'ir yog'adi. quyidagi ketma-ketlikka aylantiriladi:

is transformed into the following sequence:

[Bugun, havo, yaxshi, ",", ertaga, esa, yomg'ir, yog'adi, "."]

Assigning punctuation labels. The main part of the algorithm consists of converting punctuation tokens into class labels.

For each regular token a (x_i, O) pair is created.

If the next element is a punctuation mark pp , the **O** label of the preceding token is replaced with the corresponding punctuation label according to $y_i=M(p)$ where $M(p)$ denotes the mapping function that assigns a punctuation mark p to its corresponding class label.

Here, M is a mapping function that maps punctuation marks to their corresponding classes:

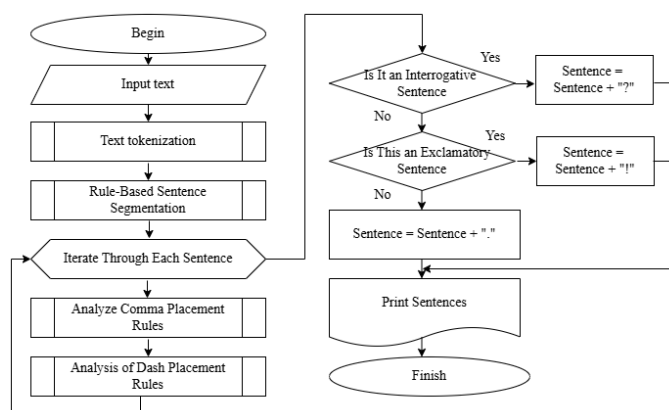
$M(.)=\text{PERIOD}$, $M(,)=\text{COMMA}$, $M(?)=\text{QUESTION}$, $M(!)=\text{EXCLAMATION}$ etc.

For example, the sentence "*Men keldim, u ketdi.*" is transformed as follows:

This approach is highly suitable for **Transformer-based token classification tasks**.

Algorithm.

Figure 1. Flowchart of the Algorithm for Constructing a Punctuation-Annotated Dataset for the Transformer-BiLSTM Hybrid Model



Block diagram of the proposed approach. An algorithm was developed for the automatic construction of a punctuation-annotated dataset for training Transformer–BiLSTM hybrid models. The algorithm includes the following stages: reading and normalizing raw text, punctuation-aware tokenization, distinguishing lexical and punctuation units, assigning punctuation marks to preceding tokens as class labels, validating the generated sequences, and dividing them into training, validation, and test subsets. The final data are stored in CoNLL format suitable for sequence-labeling models. The execution flow of the proposed algorithm is illustrated in **Figure 1**.

Results and Discussion

Constructed dataset. Using the proposed algorithm, a total of 11,888,213 annotated tokens were generated.

Of these, 9,003,523 tokens belong to the O class, while the remaining 2,884,690 tokens belong to the punctuation classes.

This corresponds to approximately:

75.73% – O class;

24.27% – punctuation classes.

Model natijalari bo'yicha juda muhim masala. The experimental evaluation was conducted using eleven classes: the non-punctuation class O and ten punctuation classes, namely PERIOD, COMMA, QUESTION, EXCLAMATION, COLON, SEMICOLON, DASH, ELLIPSIS, QUOTE, and PAREN. All models were evaluated under the same corpus partitioning and evaluation protocol, ensuring a consistent comparison across CRF, BiLSTM, Transformer-based, and Transformer–BiLSTM architectures.

Table 1. Test results

Class	Precision	Recall	F1-score
O	0,8924	0,9803	0,9343
PERIOD	0,8076	0,7933	0,8004
COMMA	0,6665	0,7249	0,6945
QUESTION	0,9248	0,5523	0,6916
EXCLAMATION	0,3555	0,1011	0,1574
COLON	0,7893	0,4797	0,5967
SEMICOLON	0,7707	0,2787	0,4094
DASH	0,7066	0,2135	0,3279
ELLIPSIS	0,6695	0,2815	0,3963
QUOTE	0,8357	0,2601	0,3967
PAREN	0,7228	0,2604	0,3829

Conclusion. This study proposed an automated algorithm for constructing punctuation-tagged datasets for Transformer–BiLSTM-based punctuation restoration models in Uzbek. The proposed pipeline integrates text normalization, punctuation-aware tokenization, token-level label assignment, sequence validation, dataset partitioning, and CoNLL-format generation within a unified procedure. Using the developed algorithm, a corpus containing 11,888,213 labeled tokens was generated across 11 classes, including ten punctuation categories and the non-punctuation class. Analysis of the resulting corpus revealed considerable class imbalance, emphasizing the importance of class-wise and macro-averaged evaluation measures. The generated dataset provides a standardized data representation suitable for Transformer, recurrent, and hybrid sequence-labeling architectures. Future work will focus on handling composite punctuation structures, balancing rare punctuation categories, and evaluating the dataset using multilingual Transformer–BiLSTM architectures across different text domains.

References

1. Tilk O., Alumäe T. LSTM for punctuation restoration in speech transcripts. Proceedings of Interspeech 2015.
 2. Tilk O., Alumäe T. Bidirectional recurrent neural network with attention mechanism for punctuation restoration. // Proceedings of Interspeech 2016. – P. 3047-3051.
 3. Courtland M., Faulkner, A., McElvain, G. Efficient automatic punctuation restoration using bidirectional Transformers with robust inference. 2020, Proceedings of the 17th International Conference on Spoken Language Translation. – P. 272-279.
 4. Alam T., Khan A., Alam, F. Punctuation restoration using Transformer models for high – and low-resource languages. Proceedings of the Sixth Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT 2020).
 5. Nagy A., Bial B., Ács J. Automatic punctuation restoration with BERT models. arxiv preprint arxiv: 2101.07343.
 6. Sharipov M.S., Adinaev H.S., Kuriyozov E.R. Rule-Based Punctuation Algorithm for the Uzbek Language. 2024 IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), 2024. – P. 2410-2414.
 7. Sharipov M.S., Adinaev H.S. Development of Models for Punctuation Analysis of Uzbek Language Texts. // Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies, 2025, 1(4).
 8. Adinaev H.S. Punctuation Analysis of Uzbek Texts Based on the N-Gram Model. // Electronic Journal of Actual Problems of Modern Science, Education and Training, 2025, № 2. – P. 104-10.
 9. Sharipov M.S., Adinayev H.S., Yusupova M.M. O'zbek tili matnlarida punktuatsion tahlil qilish uchun korpus yaratish. // Development of Science, 2025, Vol. 2, №3, 128-133-b.
 10. Sharipov M., Adinayev H. O'zbek tili matnlarida so'roq gaplarni aniqlashning qoidaga asoslangan algoritmini ishlab chiqish. // Management and Future Technologies, 2025, Vol. 2, Issue 1, 182-89-b.
 11. Sharipov M.S., Adinayev H.S. Shartli tasodifiy maydonlar modeli asosida o'zbek tili matnlarini punktuatsion tahlil qilish. // Al-Farg'oniy avlodlari, 2025, Vol. 1, Issue 2.
- Sharipov M.S., Adinayev H.S. Parallel hisoblash va Apache Spark asosida katta hajmdagi matnlarni punktuatsion tahlil qilish. // O'zbekiston milliy axborot agentligi – O'za ilm-fan bo'limi (elektron jurnal), Vol. 11(73), November 2025, 243-247-b.

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya**ODDIY SHAFTOLI (*PERSICA VULGARIS* MILL.) BARGLARINING
MIKROBIOLOGIK TOZALIGI TAHLILI**

Abdurasuliyeva Gulshad Maxsetbayevna – kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
gulshadabdurasuliyeva@gmail.com

Qoraqalpog'iston tibbiyot instituti

Farmanova Nodira Taxirovna – kimyo fanlari doktori, professor
farmanovan70@mail.ru

Toshkent farmatsevtika instituti

**АНАЛИЗ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ЛИСТЬЕВ ОБЫКНОВЕННОГО
ПЕРСИКА (*PERSICA VULGARIS* MILL.)**

Абдурасулиева Гулшад Махсетбаевна – доктор философии по химическим наукам, доцент
Каракалпакский медицинский институт

Фарманова Нодира Тахировна – доктор химических наук, профессор
Ташкентский фармацевтический институт

**MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF THE PURITY OF COMMON PEACH
(*PERSICA VULGARIS* MILL.) LEAVES**

Abdurasuliyeva Gulshad Makhsetbayevna – Doctor of Philosophy in Chemical Sciences, Associate Professor
Karakalpakstan Medical Institute

Farmanova Nodira Taxirovna – Doctor of Sciences (DSc) in Chemical Sciences, Professor
Tashkent Pharmaceutical Institute

Tayanch so'zlar: *Persica vulgaris* Mill., oddiy shaftoli barglari, mikrobiologik tozalik, sifat nazorati, MAMAFO (Mezofil aerob va fakultativ-anerob mikroorganizmlar) sanitariya-gigiyena ko'rsatkichlari, xavfsizlik.

Rezyume. Mazkur ilmiy ish oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglarining mikrobiologik tozaligini tahlil qilishga bag'ishlangan. Tadqiqotning dolzarbligi dori-darmon xomashyosi va o'simlik asosidagi mahsulotlarning xavfsizligini ta'minlash, ulardagi mikroflorani o'rganish hamda sanitariya-gigiyena talablariga muvofiqligini baholash zaruriyati bilan belgilanadi. Ish davomida shaftoli barglari namunalari mavjud bo'lgan mikrobiologik ko'rsatkichlar aniqlanib, mavjud me'yoriy talablar asosida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari o'simlik xomashyosining sifatini oshirish va uni amaliyotda xavfsiz qo'llash bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Ключевые слова: *Persica vulgaris* Mill., листья обыкновенного персика, микробиологическая чистота, контроль качества, МАФАНМ (мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы), санитарно-гигиенические показатели, безопасность.

Резюме. Данная научная работа направлена на анализ микробиологической чистоты листьев обыкновенного персика (*Persica vulgaris* Mill.). Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения безопасности лекарственного сырья и продукции растительного происхождения, изучения их микрофлоры, а также оценки соответствия санитарно-гигиеническим требованиям. В ходе работы в образцах листьев персика были определены имеющиеся микробиологические показатели и проведен их анализ на основе действующих нормативных требований. Результаты исследования служат разработке научно обоснованных рекомендаций по повышению качества растительного сырья и его безопасному применению на практике.

Key words: *Persica vulgaris* Mill., common peach leaves, microbiological purity, quality control, TAMC (Total Aerobic Mesophilic and Facultative Anaerobic Microorganisms) sanitary and hygienic indicators, safety.

Summary. This scientific work is dedicated to a comprehensive analysis of the microbiological purity of common peach (*Persica vulgaris* Mill.) leaves. The relevance of the study is determined by the necessity to ensure the safety of medicinal raw materials and plant-based products, examine their microflora, and evaluate their compliance with sanitary and hygienic requirements. During the research, the microbiological parameters present in the peach leaf samples were identified and analyzed based on established regulatory standards. The findings serve to improve the quality of plant raw materials and develop scientifically grounded recommendations for their safe practical application.

Kirish. Dori vositalarni ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida dorivor o'simliklardan keng foydalaniladi. Dorivor o'simliklar turli xil zararli omillarda va ekologik muhitlarda o'sganligi sababli turli bakteriyalar, zamburug'lar, viruslar va ifloslantiruvchi moddalar tashuvchisi hisoblanadi. Shuning uchun dori vositalar va biologik faol qo'shimchalarni ishlab chiqarishdan iste'molchiga yetib borishga qadar bo'lgan barcha bosqichlarda, ularning sifatini ta'minlash to'g'ridan-to'g'ri mikrobiologik parametrlarga bog'liq.

Hozirgi kunda dori vositalarini ishlab chiqishda GMP (Good Manufacturing Practice), ya'ni yaxshi ishlab chiqarish amaliyoti qoidalariga rioya qilish majburiy hisoblanadi, jumladan ushbu standartda keltirilgan muhim ko'rsatkichlardan biri bu mikrobiologik tozalikdir [1, 2].

Tadqiqot maqsadi. Mazkur ilmiy tadqiqotning asosiy maqsadi O'zbekiston Respublikasi hududida o'sadigan va yetishtiriladigan oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglarini mikrobiologik tozalik ko'rsatkichlarini amaldagi Davlat farmakopeyasi talablari asosida chuqur tahlil qilish,

olingan xomashyoning sanitariya-gigiyena xavfsizligini ta'minlash hamda tibbiyot va farmatsevtika amaliyotida xavfsiz qo'llash bo'yicha ilmiy asoslangan xulosalar hamda tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Material va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida Qoraqalpog'iston Respublikasining Qo'ng'iro't hududida tabiiy holda o'sadigan hamda madaniy tarzda yetishtiriladigan oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglari tanlandi. Xomashyoni tayyorlash, quritish va saqlash ishlari dorivor o'simlik xomashyosiga qo'yiladigan umumiy farmakopeya talablariga muvofiq amalga oshirildi.

Mikrobiologik tahlillar O'zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi (I jild) hamda xalqaro standartlashtirilgan sanitariya-mikrobiologik usullar asosida zamonaviy jihozlangan laboratoriyada amalga oshirildi [3-5]. Xomashyoning mikrobiologik tozaligini baholash jarayonida quyidagi bosqichlar bajarildi:

1. **Namunalardan suspenziya tayyorlash:** barg namunalaridan ma'lum miqdorda tortib olinib, sterillangan fiziologik eritma yoki peptonli suvda dastlabki o'n karrali suyultirmalar (*serial dilutions*) tayyorlandi.

2. **Mezofil aerob va fakultativ-anerob mikroorganizmlar (MAMAFO) sonini aniqlash:** ekish usuli yordamida ozuqa muhitlariga (masalan, go'sht-peptoton agari) namunalardan ekish amalga oshirildi. Belgilangan haroratda (odatda 30–35 °C) inkubatsiya qilingandan so'ng, o'sgan koloniyalar soni hisoblandi.

3. **Mog'or va achitqi zamburug'larini aniqlash:** zamburug'lar va achitqilarni o'stirish hamda ularning sonini hisoblash uchun maxsus kislotali ozuqa muhitlaridan (Saburo agari) foydalanildi.

4. **Patogen mikroflorani aniqlash (Selektiv tahlillar):**

Escherichia coli bakteriyalarini aniqlash uchun *Endo* agari yoki *Eozin-metilen* ko'k agari qo'llanildi. *Staphylococcus aureus* turini aniqlash maqsadida sarig' tuzli agar (*Manitol-salt agar*) ishlatildi. *Pseudomonas aeruginosa* va *Salmonella* bakteriyalarini aniqlash uchun esa o'ziga xos boyitish muhitlari hamda selektiv differensial muhitlarga ekish va ularning biokimyoviy xususiyatlarini o'rganish usullari bajarildi. Tadqiqot davomida olingan barcha natijalar statistik ishlov berish usullari yordamida tahlil qilindi.

Muhokoma. O'zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasining 2.6.12 qismida keltirilgan usul bo'yicha oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglarining mikrobiologik tozaligini aniqlash natijalari 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval. Oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglarining mikrobiologik tozaligini aniqlash natijalari

Ko'rsatkichlar	Me'yoriy hujjat talablari	Tahlil natijalari	Me'yoriy hujjat talablariga mosligi
Aerob bakteriyalar	10 ² KOE dan oshmasligi kerak (1 g namunada)	10 KOE dan kam	talabga javob beradi
Achitqi va mog'or zamburug'lar	10 ¹ KOE dan oshmasligi kerak, (1 g namunada)	10 KOE dan kam	talabga javob beradi
<i>Staphylococcus aureus</i>	Mavjud bo'lmisligi kerak (1g yoki 1ml namunada)	Aniqlanmadi	talabga javob beradi
<i>Escherichia coli</i>	Mavjud bo'lmisligi kerak (1g yoki 1ml namunada)	Aniqlanmadi	talabga javob beradi
<i>Salmonella</i>	Mavjud bo'lmisligi kerak (10g yoki 10ml namunada)	Aniqlanmadi	talabga javob beradi
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Mavjud bo'lmisligi kerak (1g yoki 1ml namunada)	Aniqlanmadi	talabga javob beradi

1-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, oddiy shaftoli (*Persica vulgaris* Mill.) barglarining mikrobiologik tozaligi O'zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi talablari me'yorlariga to'liq javob beradi: aerob bakteriyalarning umumiy soni 100 KOE/g dan, achitqi va mog'or zamburug'larining umumiy soni esa 10 KOE/g dan oshmasligi talab etilsa, tahlil natijalarida bu ko'rsatkichlar 10 KOE/g dan kam ekanligi aniqlandi. Shuningdek, namunalarda *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* va *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyalari mavjud emasligi (aniqlanmagani) ma'lum bo'ldi.

Xulosa. Oddiy shaftoli barglari xomashyosining mikrobiologik ko'rsatkichlari amaldagi Davlat farmakopeyasi talablariga to'la javob berishi aniqlandi. Aerob bakteriyalar hamda achitqi va mog'or zamburug'larining miqdori belgilangan me'yoriy talablardan past ekanligi, ya'ni xavfsiz darajada ekanligi isbotlandi. Xomashyo tarkibida *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* va *Pseudomonas aeruginosa* kabi shartli-patogen va patogen mikroorganizmlar aniqlanmadi, bu esa xomashyoning mikrobiologik jihatdan toza ekanligini ko'rsatadi. Olingan natijalar oddiy shaftoli barglarini yangi istiqbolli farmatsevtik xomashyo sifatida tibbiyot va farmatsevtika amaliyotida xavfsiz qo'llash uchun to'la asos bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Арзамасцев А.П., Титова А.В. Особенности системы стандартизации субстанций в условиях рыночной экономики. – Москва: 2006. // Ремедиум. № 9. – С.57-59.
2. Хасанова Б.Ж., Олимов Н.К., Абдуллаева М.У., Рустамов И.Х. Микробиологическая чистота лекарственного средства «Алерва». «Farmatseptic texnologiyaning zamonaviy yutuqlari va istiqbollari» nomli ilmiy-amaliy konferensiyasi.
3. O'zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi: Birinchi nashr. 1-tom. – Toshkent: «Ibn Sino» nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020.
4. Исмаилов И.З., Кравцов А.А. Микробиологическая чистота как показатель качества сухого экстракта из надземных частей *Padus Graynae Maxim.* // Фармацевтические науки. – С. 94-97.
5. Akhmadova G.A., Azizov I.K., Akhmadova Y.A., Olimov X.K. Amarant urug'i va moyining mikrobiologik tozaligini aniqlash. // Science and Innovation, 2023, 943-949-b.

**АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ОСУШЕННОГО
ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ ГАЛОФИТАМИ**

Ажиев Алишер Бахтыбаевич – доктор биологических наук (DSc), профессор

alishiev@mail.ru

Алламбергенова Нуржайна Бектургановна – самостоятельный исследователь

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Мамарахимов Ойбек Мурадович – кандидат биологических наук, доцент

oybekmamarahimov74@gmail.com

Национальный Университет Узбекистана

**ОРОЛ ДЕНГИЗИ ҚУРИГАН ТУБИ ТУПРОҚЛАРИНИНГ АГРОФИЗИК ВА АГРОКИМЁВИЙ
ХУСУСИЯТЛАРИ ҲАМДА УЛАРНИ ГАЛОФИТЛАР БИЛАН ФИТОМЕЛИОРАТСИЯ
ҚИЛИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**

Ажиев Алишер Бахтибаевич – биология фанлари доктори (DSc), профессор

Алламбергенова Нуржайна Бектургановна – мустақил тадқиқотчи

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

Мамарахимов Ойбек Мурадович – биология фанлари номзоди, доцент

Ўзбекистон Миллий университети

**AGROPHYSICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS OF THE DRIED BOTTOM
OF THE ARAL SEA AND PROSPECTS FOR THEIR PHYTOMELIORATION WITH HALOPHYTES**

Ajiev Alisher Baxtibaevich - Doctor of Biological Sciences (DSc), Professor

Allamberganova Nurzhayna Bekturganovna – independent researcher

Nukus State Pedagogical Institute named after Azhiniyaz

Mamaraximov Oybek Muradovich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

National University of Uzbekistan

Таянч сўзлар: Орол денгизи қуриган туби, Оролқум, агрофизик хусусиятлар, агрокимёвий хусусиятлар, ҳажмий масса, ғоваклик, шўрланиш, галофитлар, фитомелиоратсия, Қорақалпоғистон, Жанубий Оролбўйи.

Резюме. Мақолада Орол денгизи қуриган туби тупроқларининг агрофизик ва агрокимёвий хусусиятларини 2022–2023-йилларда «0-нуқта» экспериментал майдонида (Қорақалпоғистон Республикаси Мўйноқ тумани) ўтказилган комплекс кўп йиллик тадқиқотлар натижалари келтирилган. Тупроқлар юқори ҳажмий массага (1,41–1,76 г/см³), паст умумий ғовакликка (34,8–56,4 %), жуда паст гумус микдорига (0,5–0,8 % дан кам) ҳамда азот, фосфор ва калийнинг ҳаракатчан шакллари, шунингдек кучли сульфат-хлорид ва хлорид-сульфат шўрланишига (сув экстракти қуруқ қолдиғи 0,74–3,65 %) эга эканлиги аниқланган. Тадқиқот даври иқлим шароитлари атмосфера ёгинларининг экстремал камлиги (2022-йилда 0,6 мм ва 2023-йил январ–апрел ойларида 3,8 мм) ва юқори бугланиш билан ажралиб турган. Олинган маълумотлар тузга чидамли ва қурқоқчиликка чидамли галофитлар, гидрогеллар ҳамда тупроқни ишлов бермасдан экиш технологияларидан фойдаланган ҳолда махсус фитомелиоратсия усулларини қўллаш зарурлигини илмий асослаш имконини беради.

Ключевые слова: осушенное дно Аральского моря, Аралқум, агрофизические свойства, агрохимические свойства, объёмная масса, пористость, засоление, галофиты, фитомелиорация, Каракалпакстан, Южное Приаралье.

Резюме. В статье представлены результаты комплексных многолетних исследований агрофизических и агрохимических свойств почв осушенного дна Аральского моря на экспериментальном участке «0-точка» (Муынакский район Республики Каракалпакстан) за период 2022–2023 гг. Установлено, что почвы характеризуются высокой объёмной массой (1,41–1,76 г/см³), низкой общей пористостью (34,8–56,4 %), крайне низким содержанием гумуса (менее 0,5–0,8 %) и подвижных форм азота, фосфора и калия, а также сильным сульфатно-хлоридным и хлоридно-сульфатным засолением (сухой остаток водной вытяжки 0,74–3,65 %). Климатические условия периода исследований отличались экстремально малым количеством атмосферных осадков (0,6 мм в 2022 г. и 3,8 мм в январе–апреле 2023 г.) и высокой испаряемостью. Полученные данные позволяют научно обосновать необходимость применения специализированных технологий фитомелиорации с использованием солеустойчивых и засухоустойчивых галофитов, гидрогелей и посева без обработки почвы.

Key words: dried Aral Sea bottom, Aralkum, agrophysical properties, agrochemical properties, bulk density, porosity, salinization, halvophytes, phytomelioration, Karakalpakstan, Southern Aral Sea region.

Summary. The article presents the results of comprehensive multi-year studies of the agrophysical and agrochemical properties of soils on the dried bottom of the Aral Sea at the experimental site “0-point” (Muynak district of the Republic of Karakalpakstan) for the period 2022–2023. It was established that the soils are characterized by high bulk density (1.41–1.76 g/cm³), low total porosity (34.8–56.4 %), extremely low content of humus (less than 0.5–0.8 %) and mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium, as well as strong sulfate-chloride and chloride-sulfate salinization (dry residue of water extract 0.74–3.65 %). Climatic conditions during the study period were distinguished by extremely low precipitation (0.6 mm in 2022 and 3.8 mm in January–April 2023) and high evaporation. The obtained data make it possible to scientifically substantiate the need for specialized phytomelioration technologies using salt – and drought-tolerant halvophytes, hydrogels and no-till seeding.

Введение. Осушение Аральского моря является одной из крупнейших экологических катастроф современности. За последние шесть десятилетий площадь водного зеркала сократилась более чем в 10 раз, а на месте бывшего моря сформировалась новая пустыня – Аралкум, площадь которой превышает 5 млн га. Эти территории характеризуются крайне неблагоприятными почвенно-климатическими условиями: сильным засолением, низкой обеспеченностью элементами питания, высокой плотностью сложения почв, интенсивной ветровой эрозией и крайне малым количеством атмосферных осадков [1:6-8; 2:19-23].

Ежегодно с поверхности осушенного дна в атмосферу поднимаются десятки миллионов тонн солёной пыли, которая распространяется на сотни километров и негативно влияет на здоровье населения, состояние сельскохозяйственных угодий и экосистемы всего Центральноазиатского региона. В связи с этим Правительством Республики Узбекистан принят ряд важных документов, направленных на создание «зелёных покрытий» – защитных лесонасаждений и пастбищ на осушенном дне Аральского моря [3].

Флора Республики Каракалпакстан насчитывает около 1100 видов высших растений, относящихся к 467 родам и 97 семействам [5:74; 6:31-39]. Значительную часть флоры составляют галофиты и псаммофиты, адаптированные к условиям высокого засоления и дефицита влаги. По данным многолетних исследований А.Б. Ажиева и соавторов, среди хозяйственно ценных групп дикорастущих растений региона ведущими семействами по числу видов являются Chenopodiaceae (22 вида), Poaceae (21 вид), Fabaceae (14 видов), Brassicaceae (11 видов) и Polygonaceae (10 видов) [6:31-39; 7:14-16]. Эти виды представляют значительный интерес для фитомелиорации засоленных земель.

Несмотря на наличие определённого объёма научных данных по флоре и растительности Южного Приаралья, комплексные исследования агрофизических и агрохимических свойств почв конкретных экспериментальных участков на осушенном дне Арала с привязкой к технологиям посева галофитов остаются недостаточными. Это определяет актуальность настоящей работы.

Цель исследования – дать детальную характеристику агрофизических и агрохимических свойств почв экспериментального участка «0-точка» и на этой основе обосновать перспективы их освоения с использованием галофитов.

Обзор литературы. Изучению флоры и растительности Каракалпакстана посвящено значительное количество работ. А.Б.Ажиев с коллегами провели детальный анализ распределения хозяйственно ценных дикорастущих сородичей культурных растений [5:74; 6:31-39; 7:14-16]. Было установлено, что флора республики содержит 128 видов, родственных культурным растениям, относящихся к 85 родам и 24 семействам. Работы по эндемичным видам показали, что строго каракалпакские эндемы составляют всего 9 видов (0,91 % флоры), а субэндемы – 167 видов (17,1 %) [8:84-88].

Значительный вклад в изучение галофитной растительности внесли исследования, посвящённые адаптации растений к различным типам засоления [9:23-27; 10]. Показано, что галофиты являются средообразующим компонентом засоленных территорий и способны накапливать в тканях значительные количества солей. Данные о климате и почвах осушенного дна Арала приводятся в ряде отчётов и статей последних лет [1:19-23; 11:102-103].

Однако большинство существующих работ носят либо флористический, либо общий мелиоративный характер. Комплексных данных по агрофизике и агрохимии почв конкретных экспериментальных участков с детальной характеристикой по слоям и привязкой к технологиям фитомелиорации до настоящего времени было недостаточно.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2022-2023 годах на экспериментальном участке «0-точка», расположенном на осушенном дне Аральского моря в Муйнакском районе Республики Каракалпакстан. Участок является типичным для обширных пространств Аралкума.

Отбор почвенных образцов проводили по генетическим горизонтам и послойно (0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-100 см) в трёхкратной повторности. Образцы отбирали как в осенний (2022 г.), так и в весенний (2023 г.) периоды.

Определение агрофизических показателей выполняли по общепринятым методикам. Объёмную массу почвы определяли методом режущего кольца (цилиндры объёмом 100 см³). Удельную массу определяли пикнометрическим методом. Общую пористость рассчитывали по формуле:

$$П = (1 - d_v / d) \times 100 \%,$$

где d_v – объёмная масса, d – удельная масса почвы.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом при температуре 105 °С до постоянной массы.

Содержание гумуса определяли по методу И.В.Тюрина в модификации ЦИНАО. Подвижные формы азота определяли по методу Гранвальд-Ляжу, подвижный фосфор – по методу Б.П.Мачигина в модификации ЦИНАО, обменный калий – методом пламенной фотометрии.

Водную вытяжку готовили в соотношении почва: вода = 1 : 5. В вытяжке определяли сухой остаток (выпариванием), ионы гидрокарбоната (титрованием), хлора (аргентометрически), сульфата (весовым или турбидиметрическим методом), кальция и магния (комплексометрически), натрия и калия (пламенной фотометрией). Реакцию почвенного раствора (рН) определяли потенциометрически.

Климатические данные получены с авиаметеорологической станции Муйнак Каракалпакского гидрометцентра. Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову [12].

Результаты исследований.

Климатические условия периода исследований. По данным метеостанции Муйнак, 2022 год характеризовался экстремально засушливыми условиями.

Среднегодовая температура воздуха составила 12,5° С. Среднемесячные температуры варьировали от отрицательных значений в зимние месяцы до +28...+30,2° С в июле-августе. Относительная влажность воздуха в среднем за год составила 47,1 %. Средняя скорость ветра – 4,4 м/с, при этом отмечались частые пыльные бури со скоростью ветра более 10-15 м/с. Количество атмосферных осадков за весь 2022 год составило всего 0,6 мм.

В январе–апреле 2023 года средняя температура воздуха составила 4,9° С, количество осадков – 3,8 мм, относительная влажность воздуха – 55,7 %. Такие условия делают традиционное земледелие на данном участке практически невозможным и определяют необходимость использования только высокоустойчивых к засухе и засолению растений [1:19-23].

Агрофизические свойства почв. Результаты определения объёмной массы и пористости почв по слоям (усреднённые данные за осенний и весенний периоды) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Объёмная масса и общая пористость почв экспериментального участка «0-точка» (2022–2023 гг.)

Слой почвы, см	Объёмная масса, г/см³	Общая пористость, %
0-10	1,41-1,48	48,0-56,4
10-20	1,45-1,55	44,0-52,0
20-30	1,50-1,62	40,0-48,0
30-50	1,58-1,70	36,0-44,0
50-70	1,62-1,72	35,0-41,0
70-100	1,65-1,76	34,8-40,0

Из данных таблицы 1 видно, что почвы экспериментального участка характеризуются высокой плотностью сложения уже с верхних горизонтов. В слое 0-30 см объёмная масса составляет в среднем 1,42-1,55 г/см³, а в нижних горизонтах достигает 1,65-1,76 г/см³. Общая пористость соответственно снижается с 48-56 % в верхнем слое до 34,8-40 % в слое 70-100 см. Такие показатели свидетельствуют о неблагоприятных условиях для развития корневых систем большинства растений и способствуют быстрому иссушению верхнего слоя, а также усилению процессов ветровой эрозии [1:39-44; 13:90].

Агрохимические свойства и характер засоления. Содержание гумуса во всех исследованных горизонтах оказалось крайне низким и не превышало 0,5-0,8 %. Обеспеченность подвижными формами азота, фосфора и калия – очень низкая и низкая.

Сухой остаток водной вытяжки в корнеобитаемом слое (0-50 см) варьировал от 0,74 до 3,65 %. Тип засоления преимущественно сульфатный, хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный. В отдельных образцах отмечалось повышенное содержание ионов натрия. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,51-7,60) [1:45-52; 14:103-104].

Таблица 2. Основные агрохимические показатели и характер засоления почв участка «0-точка» (слой 0–50 см)

Показатель	Значение
Гумус, %	< 0,5-0,8
Подвижный азот	очень низкое
Подвижный фосфор	очень низкое / низкое
Обменный калий	низкое
Сухой остаток, %	0,74-3,65
рН водной вытяжки	7,51-7,60
Преобладающий тип засоления	сульфатный, хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный

Обсуждение результатов. Полученные нами данные полностью согласуются с результатами других исследователей, работавших на осушенном дне Аральского моря [11:102-103; 15]. Высокая плотность сложения, низкая пористость и сильное засоление создают крайне неблагоприятные условия для большинства культурных растений. В то же время эти свойства позволяют успешно использовать специализированные галофиты (*Haloxylon persicum*, *Climacoptera lanata*, *Halostachys caspica*, *Salsola richteri*, *Atriplex* spp. и др.), которые в процессе эволюции выработали механизмы устойчивости к высокой концентрации солей и острому дефициту влаги.

Работы А.Б.Ажиева подтверждают наличие в регионе значительного потенциала хозяйственно ценных галофитов и псаммофитов, которые могут быть использованы как в фитомелиорации, так и для создания устойчивой кормовой базы [6:31-39; 7:14-16]. Полученные нами детальные характеристики почв по слоям позволяют более обоснованно подбирать ассортимент видов и технологии их посева.

Выводы

1. Почвы осушенного дна Аральского моря (экспериментальный участок «0-точка») характеризуются неблагоприятными агрофизическими свойствами: высокой объёмной массой (1,41-1,76 г/см³) и низкой общей пористостью (34,8-56,4 %), особенно в нижних горизонтах.

2. Агрохимические свойства почв крайне неблагоприятны: очень низкое содержание гумуса (менее 0,5-0,8 %) и подвижных форм питательных элементов, сильное сульфатно-хлоридное и хлоридно-сульфатное засоление (сухой остаток до 3,65 %).

3. Климатические условия 2022-2023 гг. отличались экстремально малым количеством атмосферных осадков (0,6-3,8 мм), что дополнительно усложняет приживаемость растений.

4. Для успешного освоения этих земель необходимы специализированные технологии фитомелиорации с использованием галофитов, гидрогелей, стимуляторов роста и посева без обработки почвы современной сеялкой.

5. Полученные данные могут служить научной основой для разработки практических рекомендаций по созданию зелёных покрытий и кормовых угодий в Южном Приаралье.

Литература

1. Ajiiev A.B., Mambetullayeva S.M., Orazbayev T.J. The current state of the soil cover formed on the dried-up bottom of the Aral sea. // *Lampyrid* 2023: Volume 13. – P. 403-412.
2. Мирзиёев Ш.М. Еркин ва фаровон демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. – Тошкент: «Ўзбекистон», 2020.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 24.12.2019 г. «О мерах по созданию зелёных покрытий на осушенном дне Аральского моря».
4. Указ Президента Республики Узбекистан ПФ-5041 от 11.05.2017 г.
5. Ажиев А.Б., Хожиматов О.Х., Алменова Г.П. Распределение родственных культурным диким растений в экономически важные группы в Республике Каракалпакстан. // *Международный научно-исследовательский журнал*, 2019, № 2(80). – С. 74-78.
6. 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.
7. Ажиев А., Назарбаев Г., Бахадирова Д. Анализ распределения хозяйственных видов дикорастущих растений сородичей культурных растений Республики Каракалпакстан. // *Проблемы современной науки и образования*, 2021. – С. 14-16.
8. 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.
9. Кошкарар Б.П. Экологическая характеристика галофитных растений Республики Каракалпакстан. // *Экономика и социум*, 2025, №1-1(128). – С. 936-940.
10. Растения-галофиты, растущие на почвах разнокачественного типа засоления в Каракалпакстане. // *Universum: химия и биология*.
11. Мамбетназаров Б., Бисенбаева Н. Арал тенизинин кургаган жерлерин топырак мелиоративлик районластырыў. Материалы конференции. 2023. – С. 102-103.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: «Колос», 1985 (переиздание 2000).
13. Приложение 1 к отчёту проекта. Таблицы объёмной массы и пористости. 2023. – С. 90.
14. Мамбетназаров Б.С., Отеулиев Ж.Б. и др. Химический состав почв «0-точки». Материалы конференции. – Нукус, 2023. – С. 103–104.
15. Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова Южного Приаралья. – Нукус: «Билим», 1995.
16. Данные Каракалпакского гидрометцентра, авиаметеорологическая станция Муйнак, 2022-2023 гг.
17. Методика агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных районах. – Ташкент.
18. Ережепов С.Е. Флора Каракалпакии, её хозяйственная характеристика, использование и охрана. – Ташкент: «Фан», 1978.

**XORAZM VILOYATI TO‘QAY O‘RMONLARI ENTOMOFAUNASINING
BIOTOPLAR BO‘YICHA TAQSIMLANISHI****Allayarova Madina Mahmudjon qizi – stajyor o‘qituvchi**mallayarova60@gmail.com*Osiyo xalqaro universiteti***РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНТОМОФАУНЫ ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ ХОРЕЗМСКОЙ
ОБЛАСТИ ПО БИОТОПАМ****Аллаярова Мадина Махмуджановна – стажёр преподаватель***Азиатский международный университет***DISTRIBUTION OF THE ENTOMOFAUNA OF THE TUGAI FORESTS
OF KHOREZM REGION ACROSS BIOTOPES****Allayarova Madina Mahmudjanovna – trainee teacher***Asia International University*

Tayanch so‘zlar: to‘qay o‘rmoni, entomofauna, biotop, daraxtzor, butazor, o‘tloq, Xorazm viloyati, turlar taqsimoti, bioxilma-xillik.

Rezyume. Maqolada Xorazm viloyati to‘qay o‘rmonlari entomofaunasining asosiy biotoplar – daraxtzor, butazor va o‘tloq maydonlari – bo‘yicha taqsimlanish xususiyatlari yoritilgan. Amudaryo bo‘yi, Shovot va Urganch atrofidagi uchta tadqiqot maydonchasida olib borilgan kuzatishlar natijasida jami 19 ta hasharot turi qayd etilib, ularning biotoplar kesimida notekis taqsimlanganligi aniqlangan. Daraxtzor biotopida turlar sonining yetakchiligi (57,9 %) o‘simlik qoplaminig zichligi va barqaror namlik rejimi bilan bog‘liq ekanligi ko‘rsatilgan. Butazor (26,3 %) va o‘tloq (15,8 %) biotoplari nisbatan kam boy bo‘lsa-da, o‘ziga xos ekologik turlar majmuasini saqlab qolgan. Olingan natijalar to‘qay ekotizimlarining biologik xilma-xilligini baholash va muhofaza chora-tadbirlarini ishlab chiqishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Ключевые слова: тугайный лес, энтомофауна, биотоп, древесный биотоп, кустарниковый биотоп, луговой биотоп, Хорезмская область, распределение видов, биоразнообразие.

Резюме. В статье рассмотрены особенности распределения энтомофауны тугайных лесов Хорезмской области по основным биотопам – древесному, кустарниковому и лугово-травянистому участкам. В результате наблюдений, проведённых на трёх участках – в приамударьинской зоне, на Шаватском участке и в зоне вблизи Ургенча, – зарегистрировано в общей сложности 19 видов насекомых, распределение которых по биотопам оказалось неравномерным. Показано, что преобладание видов в древесном биотопе (57,9 %) связано с плотностью растительного покрова и устойчивым влажностным режимом. Кустарниковый (26,3 %) и лугово-травянистый (15,8 %) биотопы, будучи менее насыщенными видами, сохраняют экологически специфичный комплекс насекомых. Полученные данные имеют практическое значение для оценки биологического разнообразия тугайных экосистем и разработки природоохранных мероприятий.

Key words: tugai forest, entomofauna, biotope, forested biotope, shrub biotope, meadow biotope, Khorazm region, species distribution, biodiversity.

Suumary. This article examines the distribution of the entomofauna of the tugai (riparian) forests of Khorazm region across the main biotopes – forested, shrub, and meadow habitats. Field surveys carried out at three study sites – the Amudarya riverside zone, the Shavat tugai plot, and the zone near Urganch – recorded a total of 19 insect species, whose occurrence across biotopes proved uneven. The forested biotope held the largest share of species (57.9 %), attributed to the density of vegetation cover and a stable moisture regime. The shrub (26.3 %) and meadow (15.8 %) biotopes, though less species-rich, retain ecologically distinct insect assemblages. The findings are of practical value for assessing the biological diversity of tugai ecosystems and for designing conservation measures.

Kirish. To‘qay o‘rmonlari Markaziy Osiyoning daryo vodiylariga xos qadimiy tabiiy landshaftlaridan biri bo‘lib, ularni ilmiy o‘rganish XIX asr oxiri – XX asr boshlarida botanika va geografiya sohasi olimlari tomonidan boshlangan [2]. Amudaryo va Sirdaryo vodiylaridagi to‘qay massivlarining o‘simlik tarkibi va ekologik sharoitlari dastlab V.L.Komarov va A.I.Vvedenskiy tadqiqotlarida, keyinchalik esa E.P.Korovin ishlarida batafsil yoritilgan [2, 3]. XX asr o‘rtalaridan boshlab to‘qay ekotizimlarining tuzilishi, dinamikasi va degradatsiya jarayonlarini o‘rganishga qaratilgan tadqiqotlar, jumladan, S.E.Treshkinning Amudaryo deltasidagi to‘qay o‘rmonlari bo‘yicha ishlari kengaydi, bu esa suv rejimi va antropogen omillarning ekotizimga ta‘sirini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etdi [4].

Ushbu tabiiy landshaftlarda yashovchi hasharotlar dunyosini o‘rganishga bag‘ishlangan dastlabki ishlar ham

XX asr o‘rtalarida boshlangan bo‘lib, G.Ya.Bey-Bienko va A.N.Kirichenko kabi entomolog olimlarning tadqiqotlari Markaziy Osiyo hasharotlar faunasini o‘rganishda muhim rol o‘ynagan [1, 5]. Shu bilan birga, hasharotlar to‘qay ekotizimida changlanish, organik moddalar aylanishi va oziq zanjirlarining shakllanishida faol ishtirok etuvchi asosiy tirik komponentlar sifatida ekotizim xizmatlarini baholashda global miqyosda muhim ahamiyatga ega ekanligi ta‘kidlanadi [9, 12].

Amudaryo havzasida suv resurslaridan foydalanish tizimining o‘zgarishi va meliorativ holatning yomonlashuvi ekotizimning ekologik muvozanatiga ta‘sir ko‘rsatayotgani ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan [8, 10]. Bunday sharoitda to‘qay o‘rmonlari entomofaunasining hozirgi holatini, xususan uning biotoplar bo‘yicha taqsimlanish qonuniyatlarini o‘rganish ekologik monitoring va muhofaza tadbirlarini rejalashtirish uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Xorazm viloyati to'qay o'rmonlari entomofaunasining umumiy tur tarkibi va ayrim taksonomik guruhlarining biotopik taqsimoti bo'yicha dastlabki ma'lumotlar mavjud bo'lsa-da [11], hududdagi to'qay biotoplari (daraxtzor, butazor, o'tloq) kesimida entomofaunasining yaxlit taqsimlanish tahlili yetarlicha o'rganilmagan edi. Ushbu tadqiqotning maqsadi Xorazm viloyati to'qay o'rmonlari entomofaunasining asosiy biotoplar bo'yicha taqsimlanish xususiyatlarini aniqlash va ularni belgilovchi ekologik omillarni tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot 2023-2025-yillarda Xorazm viloyatining uchta xarakterli to'qay maydonchasida – Amudaryo bo'yi to'qay hududida (Gurlan tumani), Shovot to'qay uchastkasida va Urganch shahri atrofidagi to'qay zonasida olib borildi. Har bir maydonchada o'simlik qoplami tarkibiga qarab uchta asosiy biotop ajratildi: daryo bo'yi va o'rmon ichki qismlarini qamrab olgan hamda *Populus euphratica*, *Salix alba*, *Elaeagnus angustifolia* turlari ustunlik qiladigan daraxtzor biotopi; o'tish zonasidagi, *Tamarix*, *Alhagi*, *Phragmites* turlari ustunlik qiladigan butazor biotopi; ochiq, quyoshli maydonlardagi, *Elytrigia*, *Cynodon*, *Bromus* turlari ustunlik qiladigan o'tloq biotopi.

Hasharotlarni yig'ish standart entomologik usullar – entomologik to'r bilan qidiruv, Barber tutqichlari va vizual kuzatuv – yordamida amalga oshirildi [1, 6]. Yig'ilgan material laboratoriya sharoitida aniqlagichlar yordamida turgacha identifikatsiya qilindi. Har bir turning biotoplar bo'yicha uchrash chastotasi foiz nisbatida hisoblab chiqildi, biologik xilma-xillikni miqdoriy baholash uchun esa Shannon-Uiner xilma-xillik indeksi qo'llanildi [7]. Statistik ishlov berish standart faunistik tahlil usullari asosida amalga oshirildi.

Natijalar. Uch yillik kuzatishlar davomida Xorazm viloyati to'qay o'rmonlarida jami 19 ta hasharot turi qayd etildi. Ularning hududlar bo'yicha taqsimoti notekis bo'lib, eng yuqori ko'rsatkich Amudaryo bo'yi to'qay hududida (15 tur, 78,9 %) qayd etildi, bunda tabiiy o'simlik qoplaminin nisbatan yaxshi saqlanib qolganligi hal qiluvchi omil bo'ldi. Urganch atrofidagi to'qay zonasida 14 tur (73,7 %), Shovot uchastkasida esa 12 tur (63,2 %) aniqlandi (1-jadval).

1-jadval. To'qay hududlari bo'yicha aniqlangan turlar soni va ulushi

Hudud nomi	Aniqlangan turlar soni	Ulushi, %
Amudaryo bo'yi to'qay hududi	15	78,9
Urganch yaqinidagi to'qay zonasi	14	73,7
Shovot to'qay uchastkasi	12	63,2
Jami	19	100

Hududlar kesimidagi ushbu farqlar, o'z navbatida, har bir maydonda ustunlik qiluvchi biotop turlari bilan chambarchas bog'liq. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, aniqlangan 19 turning aksariyati daraxtzor biotopiga to'g'ri keladi – 11 tur (57,9 %); butazor biotopida 5 tur (26,3 %), o'tloq biotopida esa 3 tur (15,8 %) qayd etildi (2-jadval).

2-jadval. Biotoplar bo'yicha hasharot turlarining taqsimlanishi

Biotop turi	Tur soni	Ulushi, %	Tipik vakillari
Daraxtzor	11	57,9	<i>Xylotrechus namanganensis</i> , <i>Aeolesthes sarta</i> , <i>Catocala elocata</i>
Butazor	5	26,3	<i>Pyrrhocoris apterus</i> , <i>Aelia acuminata</i>
O'tloq	3	15,8	<i>Locusta migratoria</i> , <i>Calliptamus italicus</i>
Jami	19	100	—

Biotoplar bo'yicha xilma-xillikni miqdoriy baholash natijalari ham turlar soni bo'yicha aniqlangan tendensiyanı tasdiqladi. Shannon xilma-xillik indeksi daraxtzor biotopida 2,54, butazor biotopida 1,73, o'tloq biotopida esa 1,21 ni tashkil etdi (3-jadval). Bu ko'rsatkichlar daraxtzor biotopining nafaqat tur soni, balki turlar tarkibining bir tekis taqsimlanishi bo'yicha ham eng barqaror va xilma-xil biotop ekanligini tasdiqlaydi [7].

3-jadval. Biotoplar bo'yicha xilma-xillik ko'rsatkichlari (Shannon indeksi)

Biotop turi	Tur soni	Ulushi, %	Shannon indeksi (H)
Daraxtzor biotopi	11	57,9	2,54
Butazor biotopi	5	26,3	1,73
O'tloq biotopi	3	15,8	1,21

Daraxtzor biotopining yetakchiligi, avvalambor, turang'a (*Populus euphratica*), tol (*Salix alba*, *S. songarica*) va jiyda (*Elaeagnus angustifolia*) kabi ko'p yillik daraxt turlarining zich qoplami hamda tuproq namligining barqarorligi bilan izohlanadi [2, 3]. Ushbu sharoit yog'och va po'stloq to'qimalari bilan oziqlanuvchi qo'ng'iz va kapalak vakillari – *Xylotrechus namanganensis*, *Aeolesthes sarta*, *Chlorophorus faldermanni*, *Turanium scabrum*, *Catocala elocata*, *C. lupina*, *Nymphalis polychloros* kabi turlar – uchun qulay trofik baza yaratadi.

Butazor biotopi o'tish zonasi vazifasini bajarib, *Tamarix hispida*, *Alhagi pseudalhagi*, *Phragmites australis* kabi qurg'oqchilikka chidamli o'simliklar bilan xarakterlanadi. Bu yerda asosan barg va poya shirasi bilan oziqlanuvchi qandalalar – *Pyrrhocoris apterus*, *Aelia acuminata*, *Dolycoris baccarum*, *Graphosoma lineatum*, *Mustha gigantea* – ustunlik qiladi. O'tloq biotopi esa ochiq, quyosh nuri yaxshi tushadigan maydonlarda shakllanib, qisqa vegetatsiya davriga ega o't-o'lan o'simliklari (*Elytrigia repens*, *Cynodon dactylon*, *Bromus inermis*) bilan tavsiflanadi; bu yerda harakatchan, o't-o'lan bilan oziqlanuvchi to'g'riqanotlilar – *Locusta migratoria*, *Calliptamus italicus*, *Gryllus desertus* – keng tarqalgan.

Turlar bilan ozuqa o'simliklari o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, hasharotlarning aksariyati turang'a, tol va jiyda bilan trofik aloqada bo'lib, bu o'simliklar to'qay ekotizimining tayanch komponentlari sifatida entomofauna shakllanishida markaziy o'rin tutadi. Shu bilan birga, butazor biotoplarida yulg'un va yantoq,

o'tloq biotoplarida esa ajriq, bug'doyiq va qo'ng'irbosh bilan bog'liq turlarning ustunligi kuzatildi.

Muhokama. Olingan natijalar to'qay o'rmonlari entomofaunasining biotoplar bo'yicha notekis taqsimlanishi bevosita o'simlik qoplamining tarkibi, zichligi va namlik rejimi bilan bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Daraxtzor biotopida kuzatilgan yuqori tur boyligi va Shannon indeksi ko'rsatkichi (2,54) ushbu biotopning barqaror mikroiklim sharoiti va ko'p yillik daraxt turlarining zich qoplami hisobiga entomofauna uchun eng qulay yashash muhitini yaratishini tasdiqlaydi [3, 4]. Bu natija S.E.Treshkin tomonidan Amudaryo deltasi to'qay o'rmonlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar xulosalari bilan ham mos keladi, unda daraxtzor uchastkalarining ekotizim barqarorligidagi yetakchi o'rni ta'kidlangan [4].

Butazor va o'tloq biotoplarining nisbatan kam tur soni va past Shannon indeksi ko'rsatkichlari (mos ravishda 1,73 va 1,21) bu biotoplarining o'tish yoki chekka ekologik zonalar sifatidagi xususiyatini aks ettiradi. Shunga qaramay, ushbu biotoplarda uchraydigan turlar – xususan *Pyrrhocoris apterus*, *Locusta migratoria*, *Calliptamus italicus* kabilar – o'ziga xos ekologik ahamiyatga ega bo'lib, mos ravishda butazor va ochiq o'tloq fitotsenozlarining holatini aks ettiruvchi bioindikator sifatida xizmat qilishi mumkin [12].

Aniqlangan hasharot turlarining aksariyati (fitofag guruh) o'simliklar bilan bevosita trofik bog'liqlikka ega bo'lib, ularning populyatsiya zichligi va tur tarkibi o'simlik qoplamining holatini aks ettiradi. Xususan, *Xylotrechus namanganensis* va *Aeolesthes sarta* kabi daraxt to'qimalari bilan bog'liq turlarning yuqori bioindikatorlik ahamiyatga ega ekanligi, ularning turang'a va jiyda daraxtlarining

sanitariya holatini baholashda qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu esa hasharotlarning nafaqat biologik xilma-xillik tarkibiy qismi, balki ekotizim monitoringining amaliy vositasi sifatidagi ahamiyatini tasdiqlaydi [9, 12].

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Xorazm viloyati to'qay o'rmonlarining muhofazasi va barqaror boshqaruvi bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqishda, birinchi navbatda, daraxtzor biotoplarni saqlashga alohida e'tibor qaratish lozim, chunki aynan ushbu biotoplar entomofauna xilma-xilligining asosiy manbai hisoblanadi. Shu bilan birga, butazor va o'tloq biotoplarining ekologik o'tish zonasi sifatidagi rolini hisobga olgan holda, ularni ham monitoring tizimiga kiritish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa. Xorazm viloyati to'qay o'rmonlari entomofaunasining biotoplar bo'yicha taqsimlanishini o'rganish natijasida quyidagi xulosalarga kelindi: 1) tadqiqot hududlarida jami 19 ta hasharot turi aniqlanib, tur boyligi bo'yicha Amudaryo bo'yi to'qay hududi (78,9 %) yetakchilik qildi; 2) biotoplar kesimida daraxtzor biotopi entomofauna xilma-xilligi bo'yicha ustunlik qildi (57,9 %, Shannon indeksi – 2,54), butazor (26,3 %; 1,73) va o'tloq (15,8 %; 1,21) biotoplari esa yordamchi ekologik zonalar vazifasini bajardi; 3) hasharotlarning biotoplar bo'yicha taqsimlanishi bevosita o'simlik qoplamining tarkibi, zichligi va namlik rejimi bilan belgilanadi; 4) daraxt va po'stloq to'qimalari bilan bog'liq bir qator turlar (*Xylotrechus namanganensis*, *Aeolesthes sarta* va boshqalar) yuqori bioindikatorlik ahamiyatiga ega ekanligi aniqlandi; 5) olingan natijalar to'qay ekotizimlarining biologik xilma-xilligini baholash, ularni muhofaza qilish va ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirishda ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. – Москва: «Высшая школа», 1964.
2. Введенский А.И. Растительность Средней Азии. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1950.
3. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961.
4. Трешкин С.Е. Тугайные леса дельты Амударьи. – Ташкент: «Фан», 1992.
5. Кириченко А.Н. Методы сбора и изучения полужесткокрылых насекомых (Hemiptera). – Москва: Изд-во АН СССР, 1957.
6. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – Москва: «Высшая школа», 1971.
7. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – Москва: «Наука», 1982.
8. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природноресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: 2000.
9. Azimova D.O., Yodgorova D.Sh., Egamberduyeva L.Sh., Jabborov B.T. Bioxilma-xillik va uning muhofazasi. – Toshkent: «Innovatsion rivojlantirish nashriyot-matbaa uyi», 2020.
10. Ro'zmetov D., Matchanov M., Qalandarov U., Masharipov A. Quyi Amudaryo mintaqasida qishloq xo'jalik aylanmasidan chiqqan hududlar meliorativ-ekologik sharoitini yaxshilash. Ilmiy-amaliy qo'llanma. – Urganch: UrDU, 2015.
11. Бекчанова М.Х. Куйи Амударё округи тунлам капалакларининг (Noctuidae, Lepidoptera) биотопик таксимоти ва экологик гурухлари. – Хива: // Хоразм Маъмун Академияси Ахборотномаси. 2021, №5, 35-39-б.
12. Schowalter T.D. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. 5th ed. – San Diego, CA: Elsevier/Academic Press, 2022. – P. 230.

UDK 581.1:633.88

**SHO'RLANISHNING RUBIA TINCTORUM L. O'SIMLIGINING FIZIOLOGIK
VA BIOKIMYOVIY KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI****Ho'jiboboeva Sarvinoz Habibjon qizi – doktorant**hojiboboeva@list.ru*Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy-tadqiqot instituti***ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ RUBIA TINCTORUM L.****Хожибобоева Сарвиноз Хабибжоновна – докторант***Научно-исследовательский институт агrobiотехнологий**и биохимии Гулистанского государственного университета***THE EFFECT OF SALINATION ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL
INDICATORS OF RUBIA TINCTORUM L.****Ho'jiboboeva Sarvinoz Habibjonovna – doctoral student***Research Institute of Agrobiotechnology and Biochemistry of Gulistan State University*

Tayanch so'zlar: Rubia tinctorum, sho'rlanish, NaCl, xlorofill, prolin, ion homeostazi, antioksidant fermentlar, alizarin, purpurin.

Rezyume. Tadqiqotda 0, 50, 100 va 150 mM NaCl ta'sirida Rubia tinctorum L. ning o'sishi, fotosintetik apparati, osmotik va ion homeostazi, antioksidant himoya tizimi hamda ildizlarda alizarin va purpurin to'planishi baholandi. NaCl miqdori ortishi o'sish va xlorofillni pasaytirgan bo'lsa, 100 mM sharoitida prolin, SOD, CAT va POD faolligi hamda antraxinonlar miqdorining eng yuqori darajaga yetishi o'rtacha sho'rlanishning moslanish va ikkilamchi metabolizmni faollashtiruvchi omil ekanligini, 150 mM esa metabolik imkoniyatlarni cheklashini ko'rsatdi.

Ключевые слова: Rubia tinctorum, засоление, NaCl, хлорофилл, пролин, ионный гомеостаз, антиоксидантные ферменты, ализарин, пурпурин.

Резюме. В исследовании оценено влияние 0, 50, 100 и 150 mM NaCl на рост, фотосинтетический аппарат, осмотический и ионный гомеостаз, антиоксидантную защиту и накопление ализарина и пурпурина в корнях Rubia tinctorum L. Повышение солёности снижало рост и содержание хлорофилла, тогда как при 100 mM NaCl отмечены максимальные уровни пролина, активности SOD, CAT и POD и антрахинонов; при 150 mM наблюдалось ограничение адаптационных и метаболических процессов.

Key words: Rubia tinctorum, salinity, NaCl, chlorophyll, proline, ion homeostasis, antioxidant enzymes, alizarin, purpurin.

Summary. The effects of 0, 50, 100 and 150 mM NaCl on growth, photosynthetic performance, osmotic and ionic homeostasis, antioxidant defense, and root accumulation of alizarin and purpurin in Rubia tinctorum L. were evaluated. Increasing salinity reduced growth and chlorophyll content, whereas 100 mM NaCl produced the strongest proline accumulation, SOD, CAT and POD activities, and anthraquinone levels; at 150 mM NaCl, adaptive and secondary-metabolic responses declined.

Kirish. Dorivor o'simliklarning ekologik stresslarga javobini o'rganish ularni noqulay tuproq sharoitlarida yetishtirish va biologik faol xomashyo sifatini boshqarish uchun muhimdir. Rubia tinctorum L. (Rubiaceae) ildiz va ildizpoyalarida alizarin, purpurin, rubiadin va boshqa antraxinonlar to'planadigan ko'p yillik dorivor-texnik o'simlik bo'lib, ushbu birikmalar farmatsevtika, kosmetologiya va tabiiy bo'yoqlar ishlab chiqarishda qo'llanadi [1-5].

Sho'rlanish o'simliklarda avvalo osmotik stress va ion toksikligini yuzaga keltirib, K^+ / Na^+ muvozanati, fotosintez va biomassa hosil bo'lishini cheklaydi [6]. Shu bilan birga, o'rtacha stress prolin almashinuvi va fermentativ antioksidant himoyani faollashtirishi, reaktiv kislorod shakllari esa ikkilamchi metabolizm uchun signal vazifasini bajarishi mumkin [7]. Dorivor o'simliklarda bunday javob ayrim biofaol metabolitlarning to'planishini kuchaytirishi mumkin [8].

Rubia tinctorum da sho'rlanish va antraxinon biosintezi o'rtasidagi bog'liqlik haqida ma'lumotlar mavjud [9], biroq o'sish, fotosintetik pigmentlar, prolin, ion homeostazi, SOD–CAT–POD tizimi va alizarin-purpurin to'planishini yagona tajriba doirasida o'zaro bog'liq holda baholash

muhimdir. Tadqiqotning maqsadi turli NaCl konsentratsiyalarida R.tinctorumning fiziologik-biokimyoviy moslanish reaksiyalari va antraxinonlar to'planishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashdan iborat.

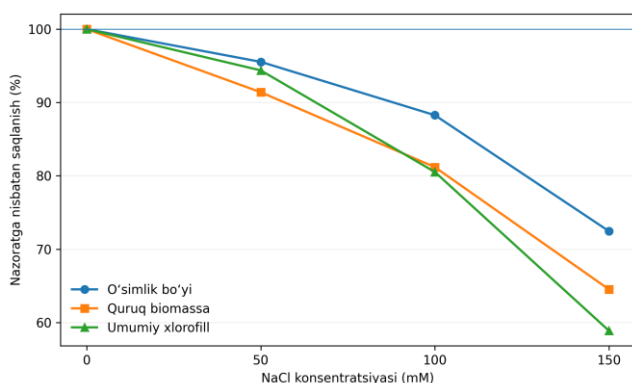
Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida Rubia tinctorum L. tanlandi. Tajribalar Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy-tadqiqot institutining O'simliklar biotexnologiyasi va O'simliklar fiziologiyasi laboratoriyalarida bajarildi. Bir xil rivojlanish bosqichidagi sog'lom o'simliklar vegetatsiya sharoitida 0 (nazorat), 50, 100 va 150 mM NaCl variantlarida o'stirildi; har bir variant uch biologik takrorlanishda tashkil etildi.

Tajriba yakunida o'simlik bo'yi va quruq biomassa aniqlandi. Fotosintetik pigmentlar 80% atseton ekstraktida Lichtenthaler usuli [10], erkin prolin Bates va hammualliflar usuli [11] bo'yicha baholandi. Ildizlardagi Na^+ va K^+ miqdorlari aniqlanib, Na^+ / K^+ nisbati hisoblandi. SOD, CAT va POD faolligi mos ravishda Giannopolitis va Ries [12], Aebi [13] hamda Chance va Maehly [14] usullari asosida o'lchandi. Quritilgan ildizlardan metanolli ekstrakt tayyorlanib, alizarin va purpurin C18 kolonkasida HPLC usulida standartlar bilan

taqqoslash orqali mg g^{-1} quruq massa hisobida aniqlandi [15]. Barcha natijalar $M \pm m$ ko'rinishida ifodalandi. Variantlar o'rtasidagi farqlar bir omilli dispersion tahlil (One-way ANOVA) va Tukey HSD mezonini yordamida $P < 0,05$ darajasida baholandi [5].

Natijalar va ularning muhokamasi. Sho'rlanishning o'sish va fotosintetik apparatga ta'siri. NaCl konsentratsiyasi ortishi bilan vegetativ o'sish va fotosintetik pigmentlarning saqlanishi izchil pasaydi (1-rasm). 50 mM NaCl da o'simlik bo'yi nazoratning 95,5%, quruq biomassa 91,4% va umumiy xlorofill 94,4% darajasida saqlangan bo'lsa, 100 mM da bu ko'rsatkichlar mos ravishda 88,3%, 81,2% va 80,5% ni tashkil etdi. 150 mM da esa bo'y 72,4%, biomassa 64,5% va xlorofill 58,9% gacha tushdi. Demak, yuqori sho'rlanishda fotosintetik apparatning susayishi biomassa yo'qotilishi bilan parallel kechgan.

Xlorofillning 150 mM da 41,1% ga kamayishi Na^+ va Cl^- ionlari ta'sirida xloroplast membranalari, pigment biosintezini va fotosintetik metabolizmning izdan chiqishi bilan izohlanishi mumkin [6]. Munns va Tester [6] ta'riflagan ikki bosqichli tuz stressi modeliga ko'ra, dastlab osmotik cheklanish, keyinchalik ion toksikligi o'sishning pasayishiga olib keladi. Bizdagi bo'y-biomassa-xlorofillning bir yo'nalishdagi pasayishi ushbu mexanizmga mos keladi.



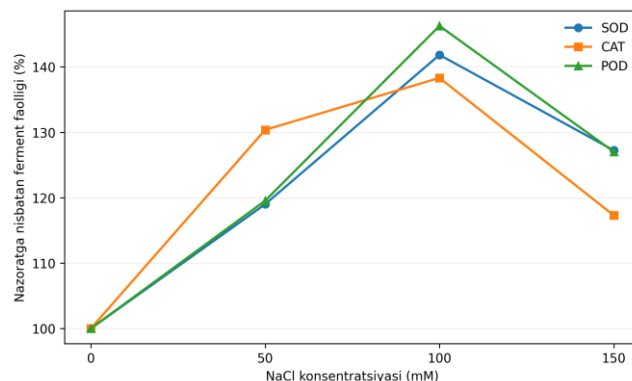
1-rasm. NaCl ta'sirida *Rubia tinctorum* L. o'sish ko'rsatkichlari va umumiy xlorofillning nazoratga nisbatan saqlanishi

Sho'rlanish kuchayishi prolin va Na^+ to'planishini keskin oshirdi, K^+ miqdori esa nisbatan sekin kamaydi (2-rasm). 150 mM NaCl da prolin nazoratga nisbatan 3,79 marta, Na^+ 5,19 marta va Na^+/K^+ nisbati 7,0 marta oshgan, K^+ esa nazoratning 77,2% darajasida saqlangan. Prolinning kuchli induksiyasi hujayra osmotik potensialini moslashtirish, membrana va oqsillarni barqarorlashtirish hamda redoks muvozanatini qo'llab-quvvatlash bilan bog'liq [5].

K^+ ning 100 mM gacha nisbatan yuqori saqlanishi (nazoratning 91,3%) *R. tinctorum* da selektiv ion transporti ma'lum darajada ishlashini ko'rsatadi. Biroq 150 mM da Na^+/K^+ nisbatining 0,77 gacha ko'tarilishi ion homeostazi imkoniyatlari cheklana boshlaganini bildiradi. *Rubia tinctorum* da vakuolyar Na^+/H^+ antiporterlar va proton nasoslarining sho'rlanishga javobda ishtiroki ilgari ham ko'rsatilgan [9]; mazkur tajriba natijalari bunday ion-sekvestratsiya mexanizmi bilan mos keladi, ammo gen ekspressiyasi ushbu ishda bevosita o'lchanmagan.

SOD, CAT va POD faolligi bir xil tendensiyanı namoyon etdi: 50 mM da faollashdi, 100 mM da maksimumga yetdi va 150 mM da pasaydi (3-rasm). 100

mM NaCl da SOD nazoratga nisbatan 41,8%, CAT 38,3% va POD 46,3% yuqori bo'ldi. Bu darajada fermentativ antioksidant tizimning koordinatsiyalashgan faollashuvi kislorodning faol shakli yuklamasini nazorat qilishga xizmat qilgan bo'lishi mumkin [6, 14].

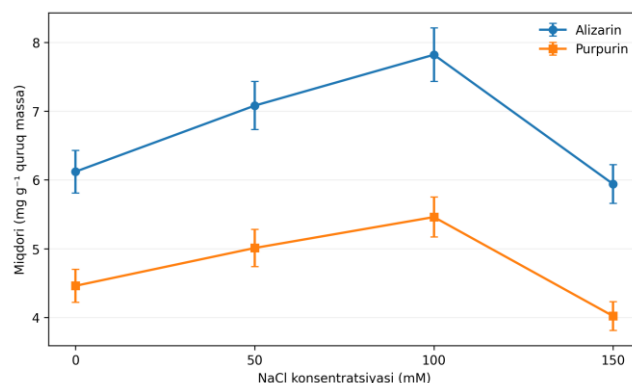


2-rasm. *Rubia tinctorum* L. barglarida SOD, CAT va POD faolligining nazoratga nisbatan o'zgarishi

150 mM da uchala ferment faolligining 100 mM variantiga nisbatan pasayishi, shu bilan bir vaqtda xlorofill va biomassa yo'qotilishining kuchayishi, yuqori sho'rlanishda antioksidant himoyaning stress yuklamasini to'liq kompensatsiya qila olmasligini ko'rsatadi. Kislorodning faol shakli stress sharoitida nafaqat zararlovchi, balki signal molekulari sifatida ham qatnashadi; shu sababli 100 mM dagi fermentativ maksimumni moslanishning faol fazasi sifatida talqin qilish mumkin.

Ildizlarda alizarin va purpurin miqdori sho'rlanishga chiziqli emas, balki gormetik xarakterda javob berdi (4-rasm). Alizarin nazoratdagi $6,12 \pm 0,31 \text{ mg g}^{-1}$ dan 100 mM da $7,82 \pm 0,39 \text{ mg g}^{-1}$ gacha (27,8%), purpurin esa $4,46 \pm 0,24$ dan $5,46 \pm 0,29 \text{ mg g}^{-1}$ gacha (22,4%) oshdi. 150 mM da ikkala metabolit miqdori nazoratdan ham pastga tushdi. 100 mM da antraxinonlarning maksimumga yetishi aynan shu variantda SOD, CAT va POD faolligining eng yuqori bo'lishi bilan mos tushadi.

Bu natija o'rtacha abiotik stressda kislorodning faol shakli-signalanish va himoya metabolizmi ikkilamchi metabolitlar biosintezini rag'batlantirishi mumkinligi haqidagi qarashlar bilan mos [6]. 150 mM da pigmentlar, biomassa, ferment faolligi va antraxinonlarning birgalikda pasayishi esa resurslarning biosintezdan tiriklikni saqlash jarayonlariga qayta taqsimlanishi bilan izohlanishi mumkin.



3-rasm. NaCl konsentratsiyasiga bog'liq holda *Rubia tinctorum* L. ildizlarida alizarin va purpurin miqdori ($M \pm m$, $n=3$)

Natijalarni tahlil qilish 100 mM NaCl ni *R. tinctorum* uchun “faol moslanish zonasi” sifatida ajratish imkonini beradi: o’sish to’liq to’xtamaydi, K^+ ning katta qismi saqlanadi, prolin va antioksidant fermentlar faollashadi hamda alizarin va purpurin to’planishi maksimumga yetadi. 150 mM da esa Na^+ / K^+ nisbatining keskin ortishi, xlorofill va biomassa kamayishi, fermentativ himoya va antraxinon biosintezining susayishi stressning kompensatsiya chegarasidan oshganini ko’rsatadi. Ushbu bog’liqliklar sabab-oqibatni to’liq isbotlamaydi, biroq fiziologik himoya va ikkilamchi metabolizmning bir-biriga muvofiq javobini ko’rsatadi.

Xulosa. *Rubia tinctorum* L. ning sho’rlanishga javobi NaCl darajasiga bog’liq ko’p komponentli moslanish bilan tavsiflandi. 50–100 mM NaCl sharoitida o’sish va fotosintetik apparat nisbatan saqlanib, prolin to’planishi, K^+ homeostazi va SOD–CAT–POD antioksidant tizimi-ning faollashuvi kuzatildi; ayniqsa 100 mM da fermentlar hamda alizarin va purpurin miqdori maksimumga yetdi. 150 mM NaCl da esa Na^+ / K^+ nisbatining ortishi, xlorofill va biomassa kamayishi, antioksidant fermentlar va antraxinonlar miqdorining pasayishi yuqori sho’rlanish moslanish imkoniyatlarini cheklashini ko’rsatdi.

Adabiyotlar

1. Atanasov A.G., Zotchev S.B., Dirsch V.M., Supuran C.T. Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2021;20(3). – P. 200-216.
2. World Health Organization. WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine 2025. Geneva: WHO; 2025.
3. Chen S.L., Yu H., Luo H.M., Wu Q., Li C.F., Steinmetz A. Conservation and sustainable use of medicinal plants. *Chinese Medicine*. 2016. 11:37.
4. Islomov A.X., Ishmuratova A.S., G’aybullaeva O.O. *Rubia tinctorum* L. o’simligi ildizini tibbiyotda ishlatilishi hamda mikro va makroelementlari miqdorini aniqlash. O’zMU ilmiy-amaliy anjumani materiallari. 2020.
5. Malik S., Bhushan S., Sharma M., Ahuja P.S. Biotechnological approaches to anthraquinone production in *Rubia* species. *Industrial Crops and Products*. 2016, 83. – P. 245-252.
6. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 2008, 59. – P. 651-681.
7. Isah T. Stress and defense responses in plant secondary metabolism. *Biological Research*. 2019. 52:39.
8. Selmar D., Kleinwächter M. Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. *Industrial Crops and Products*. 2013, 42. – P. 558-566.
9. Toranj S., Ehsanpour A.A., Asghari G. Salinity-induced anthraquinone biosynthesis in *Rubia tinctorum* hairy roots. *Industrial Crops and Products*. 2020, 154, – P. 112677.
10. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*. 1987;148:350–382.
11. Bates L.S., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 1973, 39(1). – P. 205-207.
12. Giannopolitis C.N., Ries S.K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. *Plant Physiology*. 1977, 59(2). – P. 309-314.
13. Aebi H. Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*. 1984, 105. – P. 121-126.
14. Chance B., Maehly A.C. Assay of catalases and peroxidases. *Methods in Enzymology*. 1955; 2. – P. 764-775.
15. Perassolo M., Quevedo C., Busto V.D., Giulietti A.M., Talou J.R. Enhanced anthraquinone production in *Rubia tinctorum* L. cell suspension cultures by elicitation and precursor feeding. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2011;106(3). – P. 403-410.

**QARAQALPAQSTAN RESPUBLIKASÍNÍN TAXTAKÓPIR RAYONÍNDAGÍ VEGETATIVLIKTI
ARALÍQTAN ZONDLAW MAĞLIWMATLARÍ BOYÍNSHA MONITORING ETIW (NDVI)**

Jumamuratov Ajimurat – *awıl-xojalıǵı ilimleri doktori, professor*

aj.zhumamuratov@ndpi.uz

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Jumamuratov Mirzamurat Ajimuratovich – *biologiya ilimleri doktori, professor*

jumamuratovmirzamurat1974@gmail.com

Innovacion texnologiyalar universiteti

Ajimuratova Dilbar Mirzamuratovna – *assistent oqıtıwshı*

Nókis mámleketlik texnika universiteti

**ВЕГЕТАТИВНОСТЬ В ТАХТАКУПЫРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН
ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ (NDVI)**

Жумамуратов Ажимурат – *доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Жумамуратов Мырзамурат Ажимуратович – *доктор биологических наук, профессор*

Университет инновационных технологий

Ажимуратова Дильбар Мырзамуратовна – *ассистент преподаватель*

Нукусский государственный технический университет

**VEGETATIVITY IN THE TAKHTAKUPIR DISTRICT OF THE REPUBLIC
OF KARAKALPAKSTAN REMOTE SENSING DATA MONITORING (NDVI)**

Jumamuratov Azhimurat – *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Jumamuratov Myrzamurat Azhimuratovich – *Doctor of Biological Sciences, Professor*

Innovative Technological University

Azhimuratova Dilbar Mirzamuratovna – *assistant teacher*

Nukus State Technical University

Tayanch so‘zlar: monitoring, vegetatsiya indeksi, antropogen omil, suv obyektlari, Qoraqalpog‘iston, Taxtakopir tumani.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog‘iston Respublikasi Taxtakopir tumanining vegetatsiya darajasi o‘rganilgan. Suv obyektlarining sun‘iy yo‘ldosh indeksleri (NDVI) asosida olingan tahlil natijalariga ko‘ra, Taxtakopir tumanidagi suv obyektlarining 0,64 foizdan 1,47% gacha, past vegetatsiya 0,64 foizdan 2,47 foizgacha, o‘rtacha vegetatsiya 0,49 foizdan 2,18 foizgacha, yuqori vegetatsiya 0,14 foizdan 0,73 foizgacha bo‘lishi aniqlandi.

Ключевые слова: мониторинг, индекс вегетации, антропогенный фактор, водные объекты, Каракалпакстан, Тахтакупырский район.

Резюме. В статье изучен уровень вегетации Тахтакупырского района Республики Каракалпакстан. Согласно результатам анализа, основанного на спутниковых индексах (NDVI) водных объектов, в Тахтакупырском районе уровень водных объектов составляет от 0,64% до 1,47%; низкий уровень вегетации - от 0,64% до 2,47%; средний уровень вегетации - от 0,49% до 2,18%; и высокий уровень вегетации - от 0,14% до 0,73%.

Key words: monitoring, vegetation index, anthropogenic factor, water bodies, Karakalpakstan, Takhtakupir District.

Summary. The article examines the vegetation level of the Takhtakupyr district of the Republic of Karakalpakstan. According to the results of the analysis based on the satellite indices (NDVI) of water bodies, it was established that in the Takhtakupyr district, the number of water bodies is from 0.64 to 1.47%; low vegetation - from 0.64 to 2.47%; medium vegetation - from 0.49 to 2.18%; high vegetation - from 0.14 to 0.73%.

Kirisiw. Házirgi waqıtta ekologiyalıq qáwipsizlikti támiyinlew jasaw ortalıǵınıń sapasın normalaw hám oǵan unamsız faktorlardıń tásirin sheklew principi arqalı ámelge asırılmaqta. Bunday normativler menen qanday da bir ortalıqtaǵı zıyanlı zatlar muǵdarınıń jol qoyılatuǵın shekli koncentraciyaları, fizikalıq tábiyattıń hár qyılı qáwipli hám zıyanlı faktorları tásiriniń jol qoyılatuǵın shekli dárejeleri, atmosferaǵa zıyanlı zatlar shıǵarılıwınıń jol qoyılatuǵın shekli dárejeleri hám basqa bir qatar normativler ajratıladı. Ayırım metodikalar aralıqtan qorǵaw principine tiykarlangan [1, 5].

Vegetaciyanı aralıqtan zondlaw maǵlıwmatlardı (sonıń ishinde, NDVI hám dárejeler boyınsha klassifikaciyalaw tiykarında) tiykarında monitoring etiw jerlerdiń, jaylawlardıń, suw obektleriniń jaǵdayın hám shólleniw dinamikasını bahalawda úlken áhmietke ie. Izertlewlerimiz

hár bir túrdegi ósimlikler jámáátleriniń dinamikalıq jaǵdayın formaciya hám asociaciya dárejesinde bahalaw imkaniyatın berdi. Ósimlikler aǵashlı, puta hám shóp ósken toǵaylardıń shólistanlasıw suksessiya qatarlarınıń seriyalı jámáátlerinen ibarat. Aymaqta gidro-, galo- hám psammogen ekogenetikalıq suksessiyalar tásirinde júz beretuǵın ósimlikler almasıwınıń derlik barlıq tiykarǵı túrleri baqlanıp, olar ámiwdárya deltası ósimlikler qatlaminıń suw muǵdarınıń tómeleniw tásirinde ózgeriwiniń gologenetikalıq procesiniń mánisin sáwlelendiredi [4, 8, 7].

Izertlewdiń maqseti. Qaraqalpaqstan Respublikasınıń Taxtakopir rayonında topıraq hám ósimlik resurslarınıń házirgi jaǵdayın ekologiyalıq jaqtan bahalaw.

Qaraqalpaqstan Respublikasınıń Taxtakopir rayonındaǵı topıraq-ósimlik resursları hám olardı

pataslandırıwshı dáreklerdi ekologiyalıq jaqtan bahalaw; aralıqtan turıp monitoring etiw tiykarında Taxtakópır rayonındaǵı ósimlik qaplamasınıń dinamikasını ańıqlaw.

Materiallar hám metodlar. Jerler, jaylawlar, suw obektleriniń jaǵdayı hám shólleniw dinamikasını bahalawda aralıqtan zondlaw maǵlıwmatları tiykarında vegetaciya monitoringi áhmiyetli orın iyeleydi. MODIS kosmosúwretleri tiykarında esaplangan izbe-izlik penen dúzilgen NDVI kartaları tiykarında Qaraqalpaqstanınıń Taxtakópır rayonu ósimlikler qatlamınıń fenologiyalıq fazalarınń ózgeriwi menen NDVI niń máwsimlik ótiwi arasındǵı baylanıs ańıqlandı.

Fitomassa jasıl fotosintezlewshı bóleginiń ólshengen qorları ósimlikler jámáátleriniń ónimdarlıǵın belgili dárejede xarakterlewı múmkin. Butalar hám tereklerden ibarat toǵay jámiyetshiliklerinde haqıyqıy mánislerden shetke shıǵıwlar bolatuǵınıń atap ótiw kerek, biraq soǵan qaramastan, biz bul kórsetkishten jámiyetshiliktegi fitomassanıń jıllıq ósimin bahalaw ushın paydalanamız [6, 9]. Jasıl fitomassa zapasınıń yeń joqarı kórsetkishleri ótli toǵaylarda hám *Salsola dendroides* jámáátinde belgilengen bolıp, olar sáykes túrde 2948, 1777 hám 1800 g/m² ti quraǵan. Basqa jámáátlerde jasıl fitomassa shópik jámáátlerge salıstırǵanda bir qatarǵa az, shorlangan jerlerdegi galofil putalar jámáátinde bolsa eki qatarǵa az hám 37 g/m² ti quraydı. Landshaft ózgeriwiniń antropogen xarakterı hám onıń evolyuciyası baǵıtınıń ózgeriwi ósimlikler qatlamınıń tábiyǵıy dinamikalıq ózgeriwleriniń hár qıylı baǵıtlarına tán ósimlikler jámáátleriniń qarama-qarsı qońsılaslıǵın kórsetedi: "suwlanıw hám duzsızlanıw" baǵıtında - *Phragmiteta australiae*, *Salsola dendroides*.

Nátiyjeler hám talqılaw. Qaraqalpaqstan Respublikası boyınsha vegetaciya dárejesin úyreniwde arqada tárepte jaylasqan Taxtakópır rayonınan basladıq. Taxtakópır rayonu Qaraqalpaqstan Respublikasınıń arqa-shıǵıs bóliminde jaylasqan. Bul maydanı boyınsha en úlken aymaqlarınan biri (21-23 mıń km² átirapında) bolıp, qurǵaq, keskin kontinental klimat, shól hám yarım shól landshaftlarınń ústinligi, Ámiwdárya deltası hám Aral krizisi menen baylanıslı proceslerdiń tásiiri menen xarakterlenedi [2, 3]. Bul jerdegi ósimlikler qaplamı tiykarınan galofitler, psammofitler hám siyrek puta ósimliklerinen (seksewil, tarǵıl hám basqalar) ibarat.

Taxtakópır rayonınıń 2015, 2020 hám 2025-jıl aprel hám may aylarındaǵı suw basseyneri hám hár qıylı vegetaciya dárejeleriniń tiykarǵı baqlawları hám dinamikası keltirilgen (1-keste).

1-keste. Qaraqalpaqstan Respublikası Taxtakópır rayonında vegetaciya dárejesiniń dinamikasınıń analiz (aprel-may 2015, 2020 hám 2025-j). (maydan úlesi, %)

Kórsetkishler	2015 aprel	2015 may	2020 aprel	2020 may	2025 aprel	2025 may
Suw obektleri	0,92	1,1	1,47	0,81	0,84	0,64
Vegetaciya tómen	0,64	2,18	0,65	2,33	1,3	2,47
Ortasha vegetaciya	0,49	2,04	0,49	2,18	0,99	1,99
joqarı vegetaciya	0,14	0,73	0,14	0,6	0,47	0,67

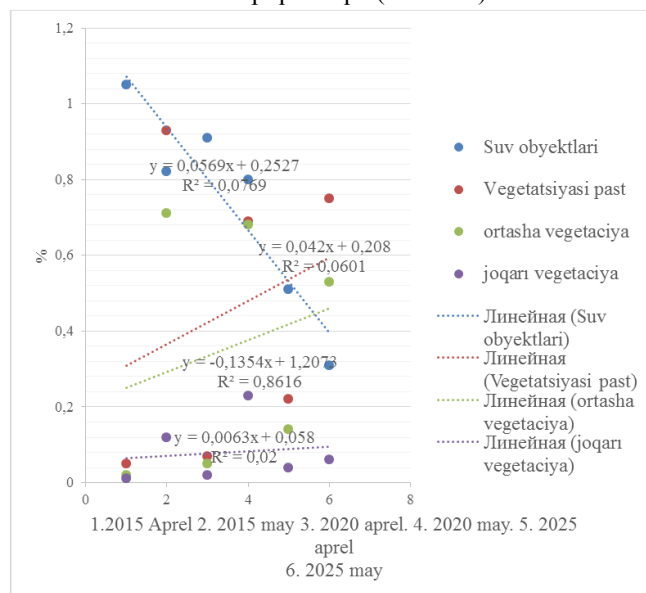
Suw betleriniń úlesi júdá az (1,5% ten az) bolıp qalmaqta. Eń joqarı kórsetkish 2020-jıldıń aprel ayında (1,47%), eń tómen kórsetkish 2025-jıldıń may ayında

(0,64%) di quradı. Ulıwma alǵanda, 2025-jılǵa barıp suw obektleri maydanınıń azayıw tendenciyası baqlanbaqta, bul ásirese may ayınıń kórsetkishleri salıstırılǵanda kózge taslanadı.

Vegetaciyanıń tómenligi ósimlikler qatlamı arasındǵı eń dinamikalıq kategoriya. Aprelde kórsetkishler az (0,64-1,30%), al may ayında keskin artadı (2,18-2,47%). 2025-jılǵa barıp, aprel hám may aylarındaǵı tómen vegetaciya dárejesiniń artıwı baqlanbaqta, bul bolsa ósimlik qaplamı siyrek yamasa tómen rawajlangan maydanlardıń kóbeyiwini kórsetiwı múmkin.

Ortasha vegetaciya da tap sonday tómen: apreldegi kórsetkishler minimal (0,49-0,99%), may ayında sezilerli dárejede joqarı (1,99-2,18%). 2025-jıl aprel ayınıń kórsetkishi 2015 hám 2020-jıllarǵa salıstırǵanda derlik eki esege ósti, may ayınıń kórsetkishi bolsa salıstırmalı dárejede qaldı.

Vegetaciyanıń joqarı bolıwı eń tómen kategoriya. Aprel ayında vegetaciya kórsetkishleri júdá tómen dárejede baqlanadı (2015 hám 2020-jıllarda 0,14%, 2025-jıl 0,47%). May ayında 0,60-0,73% ke shekem kóteriledi. 2025-jıldıń aprel ayında joqarı vegetaciyanıń azıraq ósiwin unamlı signal sıpatında qaraw múmkin, biraq absolyut mánisler sezilersiz bolıp qalmaqta (1-súwret).



1-súwret. Taxtakópır rayonu vegetaciya dárejesiniń óz ara baylanısı. (2015-jıl aprel-may, 2020 hám 2025-jıllar)

Maǵlıwmatlar Qaraqalpaqstanınıń qurǵaq aymaqları ushın tipik kartınanı tastıyıqlaydı: rayon maydanınıń tiykarǵı bólegi (90-95% ten aslamı) vegetaciyalıq emes jer betleri (taza topıraqlar, qumlar, taqırlar hám t.b.) menen bánt. Ósimliklerdiń jedel ósiwi may ayında - vegetaciya máwsiminiń baslanıw dáwiri, temperatura kóteriliwi hám ıǵallıq kirip keliwi múmkin bolǵan waqıtta júz beredi [10].

2015-jıl → 2020-jıl → 2025-jıl dawamındaǵı maǵlıwmatlardı salıstırmalı tallaw tómendegilerdi kórsetedi:

- suw obektleriniń salıstırmalı turaqlılıǵı yamasa az muǵdarda qısqaırıwı;
- tómen vegetaciya úlesiniń artıwı;
- 2025-jıl aprel ayında ortasha hám joqarı vegetaciyanıń aldınǵı jıllarǵa salıstırǵanda bir qansha ósiwi.

Bul klimat ózgeriwleri (temperatura, jawın-shashın) hám xojalıq iskerligi (suwǵarıw, jaylawlardıń jaǵdayı,

qumlardı bekkemlew ilajları) menen baylanıslı bolıwı mómkin. Bunı anıǵıraq talqılaw ushın jawın-shashın, temperatura, jerden paydalanıw túrleri hám dalada tekseriw nátiyjeleri boyınsha qosımsha maǵlıwmatlar zárúr.

Aralboyı regionınıń qurǵaq klimatı sharayatında ósimliklerdiń degradaciya yamasa qayta tikleniw processlerin óz waqtında anıqlaw ushın turaqlı sputniklik monitoringti (NDVI hám dárejeler boyınsha klassifikaciyalaw) dawam ettiriw áhmietli. Aprel ayınan may ayına máwsimlik ótiw arid zonasınıń klassikalıq dinamikasınıń kórsetedi: qolaylı temperatura sharayatlari hám ıǵallıq (sonıń ishinde, suwǵarıw) bolǵanda ósimliklerdiń tez rawajlanıwı.

Juwmaq. Izertlenip atırǵan dáwirde suw obyektleriniń qısqaırıwı hám bir waqtıń ózinde tómén hám ortasha vegetaciya úlesiniń artıwı baqlanadı. Bul hám awıl xojalıǵınıń beyimlesiwin, hám klimat hám antropogen faktorlar fonında jerlerdiń degradaciya processleri dawam etip atırǵanın sáwlelendiriwi mómkin. Joqarı vegetaciya sheklengen bolıp qalmaqta, bul bolsa ónimdarlıqtı arttırıw boyınsha ilajlar (melioraciyanı jaqsılaw, dúzǵa shıdamlı eginlerdi engiziw, agro toǵay melioraciyası) zárúrligin kórsetedi. Maǵlıwmatlar xalıq bántliginde awıl xojalıǵı áhmietli orın ieleytuǵın Taxtakópir rayonu ushın turaqlı sputniklik monitoring (NDVI hám basqa da indeksler) áhmietli ekenligin kórsetedi.

Ádebiyatlar

1. Агальцева Н.А., Пак А.В. Оценка влияния климатических изменений на водные ресурсы рек бассейна Аральского моря. // Бюллетень Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. – Ташкент: 2007. № 6. – С. 44-51.
2. Аденбаев Б.Е. Современный гидрологический режим и водообеспеченность низовьев реки Амударьи. 2019.
3. Аденбаев Б.Е., Хайдарова О.А. Динамика использования водных ресурсов Амударьи и водообеспеченность её низовьев. // Известия географического общества Узбекистана. Т. 42. 2013. – С. 156-160.
4. Жумамуратов А., Ибрагимов Б.А., Хатамов Ш., Рахманова Т.П., Тиллаев Т.С., Осинская Н.С. Сравнительный элементный состав современных и скрытых почв Приаралья. // Геохимия. – Москва: 2001. № 3. – С. 342-348.
5. Жумамуратов А., Жумамуратов М.А., Сдыков И.М. Элементы и оценка экологического состояния почв Каракалпакстана. // Экологические системы и приборы. 2017. № 1. – С. 4-6.
6. Нигматов А.Н., Реймов П.Р., Абдреймов С.Ж. Геоэкологическая оценка и мониторинг агроландшафтов дельты Амударьи. – Ташкент: «Turon- Iqbol». 2006.
7. Dobesh D.K., Gadelmawla A., Miyazaki H., Hinterstein M., Kimura K., Maier J.G., Banerjee S., Zeair O., Mehta S.C., Da Silva L.L., Khansur N.H., Hayashi K., De Ligny D., Webber K.G., Cicconi M.R. The role of Ca/Zr ratio on the local structure and phase transitions in lead-free (Ba,Ca)(Zr,Ti)O₃. // Journal of the European Ceramic Society [Электронный ресурс]. 2024.
8. Gorokhova S.M., Vasiliev A.A., Shchurenko N.M. Ecological-Geo-chemical role of magnetic fraction of soils of the middle CIS-Urals. Eurasian Soil Science, 56(S2), S161–S171 [Электронный ресурс]. 2023.
9. Liu Y., Wei L., Yu H., Cao X., Peng J., Liu H., Qu J. Negative impacts of nanoplastics on the purification function of submerged plants in constructed wet-lands: Responses of oxidative stress and metabolic processes. Water Research, 227, 119339 [Электронный ресурс]. 2022.
10. Sterner R.W., Elser J.J. Ecological stoichiometry. In Princeton University Press eBooks. 8 [Электронный ресурс]. 2003.

БАЛНЕОЛОГИК ПЕЛОИДЛАРНИНГ КЕЛИБ ЧИКИШИ, ТАРКИБИ ВА ТАСНИФИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Собиржонов Муҳаммадкарим Маҳмуджон ўғли – мустақил тадқиқотчи

muhammadkarimsobirjonov96@gmail.com

Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ БАЛЬНЕОЛОГИЧЕСКИХ ПЕЛОИДОВ

Собиржонов Муҳаммадкарим Маҳмуджонович – самостоятельный соискатель

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

ORIGIN, COMPOSITION, AND CLASSIFICATION FEATURES OF BALNEOLOGICAL PELOIDS

Sobirjonov Muhammadkarim Mahmudjonovich – Independent Researcher

Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan

Таянч сўзлар: балнеологик пелоидлар, даволаш лойлари, пелоидогенез, генезис, минерал таркиб, органик моддалар, физик-кимёвий хусусиятлар, пелоидлар таснифи, сульфидли лойлар, сапропеллар.

Резюме. Мақолада балнеологик пелоидлар тушунчаси, уларнинг келиб чиқиши, генетик ва таркибий хусусиятлари ҳамда балнеологик таснифи ёритилган. Пелоидларнинг торф, сапропел, сульфидли, коллоидли ва вулкон турларига хос хусусиятлари, физик-кимёвий таркиби ва шифобахш аҳамияти таҳлил қилинган. Шунингдек, пелоидотерапиянинг тарихий ривожланиши, замонавий балнеологиядаги аҳамияти ҳамда турли мамлакатлардаги асосий пелоид курортлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Мақолада пелоидларнинг табиий-географик тарқалиши ва улардан даволаш мақсадларида фойдаланиш имкониятлари умумлаштирилган.

Ключевые слова: бальнеологические пелоиды, лечебные грязи, пелоидогенез, генезис, минеральный состав, органические вещества, физико-химические свойства, классификация пелоидов, сульфидные грязи, сапропели.

Резюме. В статье рассмотрено понятие бальнеологических пелоидов, их происхождение, генетические и структурные особенности, а также бальнеологическая классификация. Проанализированы характерные особенности, физико-химический состав и лечебное значение торфяных, сапропелевых, сульфидных, коллоидных и вулканических пелоидов. Также представлены сведения об историческом развитии пелоидотерапии, её значении в современной бальнеологии и основных пелоидных курортах различных стран. Обобщены особенности природно-географического распространения пелоидов и возможности их использования в лечебных целях.

Key words: balneological peloids, therapeutic muds, peloidogenesis, genesis, mineral composition, organic matter, physicochemical properties, peloid classification, sulfide muds, sapropels.

Summary. The article examines the concept of balneological peloids, their origin, genetic and compositional characteristics, and balneological classification. The specific characteristics, physicochemical composition, and therapeutic significance of peat, sapropel, sulfide, colloidal, and volcanic peloids are analyzed. The historical development of peloid therapy, its significance in modern balneology, and information on major peloid resorts in different countries are also presented. The article summarizes the natural-geographical distribution of peloids and the possibilities of their use for therapeutic purposes.

Кириш. Балнеологик пелоидлар – табиий шароитда геологик, гидрологик ва биологик жараёнлар таъсирида шаклланиб, даволаш хусусиятига эга бўлган лой ва балчиклардир. Уларнинг балнеотерапевтик қиймати минерал ва органик таркиби, коллоид-дисперс ҳолати, иссиқлик сизими, пластиклиги ҳамда биологик фаол компонентлари билан белгиланади. Пелоидларнинг генезиси уларнинг шаклланиш муҳити, сув-минерал алмашинуви, иқлимий шароит ва органик моддаларнинг тўпланиш жараёнлари билан узвий боғлиқ.

Пелоидлар келиб чиқиши ва таркибий хусусиятларига кўра сульфидли лойлар, сапропеллар, торфлар ва бошқа генетик типларга ажратилади. Уларнинг таркибида минерал заррачалар билан бир қаторда сульфидлар, темир бирикмалари, гумин моддалари, микроэлементлар ва бошқа биологик фаол компонентлар мавжуд бўлиб, улар пелоидларнинг терапевтик таъсирини шакллантиради. Шунинг учун пелоидларнинг таснифини уларнинг генезиси, физик-кимёвий таркиби ва балнеологик хусусиятлари билан комплекс боғлиқ ҳолда ўрганиш муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Асосий қисм. Пелоидлар тушунчаси нисбатан замонавий, у 1933-йилда Халқаро ўлчовлар қўмитаси томонидан шифобахш мақсадларда ишлатиладиган лойларнинг умумий атамаси сифатида қабул қилинган ва бу борада “Халқаро стандарт ўлчовлар қўмитаси” “Ярим қаттиқ ванна муҳити” ёки “Пелоидлар” (Boue, Fango, Gyttya, Limon, Lutum, Moor, Peat, Sapropel, Schlick, Seaweed, Torf) га умумий ном бериш ва таснифлашни таклиф қилган. Ном юнонча ёки латинча келиб чиқиши кераклиги сабабли, латинча “Лутум” ўрнига юнонча “Пелòс” (πελòς) сўзи танланган, бу ҳам лой деган маънони англатади, аммо юнонча сўз грамматик жиҳатдан тўғри деб изоҳланади.

Халқаро терминологияга кўра, “даволовчи лой” атамаси пелоидларни (pelos – юнонча, лой) англатади, улар лой терапияси учун ишлатиладиган торф, лой ва бошқа табиий ҳосилаларни ўз ичига олади. Машҳур балнеолог В.Александров пелоидларни геологик жараёнлар таъсирида табиий равишда ҳосил бўладиган ҳамда сув билан аралаштирилганда ванналар ва топиқал қўлланмаларда ишлатиладиган моддалар деб таърифлайди [6:127].

«Пелоид» атамасы грек тилидан келиб чиққан бўлиб, грекча “pēlos” – “лой, балчик” деган маънони англатади ва “-oid” қўшимчаси орқали «лойга ўхшаш», «лойдан ташкил топган» деган маънода қўлланилади [1].

Пелоид геологик ҳамда биологик келиб чиқиши, минерал ёки денгиз суви ва органик бирикмаларнинг мураккаб аралашмасидан иборат бўлган, одатда баъзи биологик метаболит фаолликдан келиб чиқадиган, шифобахш ёки косметик хусусиятларга эга бўлган етук лой ёки лой суспензияси ёки дисперсияси деб таърифланади.

XVIII-XIX асрларда Европа олимлари балнеотерапия ва курорт тадқиқотларида табиий лой ва балчикларни илмий тавсифлаш учун “peloid” атамасидан фойдалана бошлади. 1938-йилда Германияда бўлиб ўтган Халқаро тиббий гидрология жамияти (ХТГЖ) конференциясида ушбу атама тасдиқланган ва пелоидлар илмий тушунча сифатида адабиётларга киритилган.

Лойнинг шифобахш хусусиятлари қадим замонлардан бери маълум бўлиб, бу ҳақидаги дастлабки маълумотлар Плиний (23-79), Диоскорид (40-90), Гален (129-210) ва Пол Эгиналик (625-690) асарларида учрайди [5].

Қадимги Юнон ва Рим олимлари табиий лой ва балчикларни шифобахш восита сифатида қўллашган, аммо бу даврда «пелоид» атамаси аниқ шаклда мавжуд эмас эди.

Европада лой билан даволаш усуллари XVI асрдан бошлаб, аввал Италияда, кейин Франция ва Германияда ривожланган. Биринчи лой ванналари Тинакида (1820) ва Одессада (1820) очилган. Лой билан даволаш деярли бир вақтнинг ўзида Сакида (1827), Славянскда (1832), Старая Руссада (1839) ва кейинчалик Сергиевский ва Липецкда (1876) ҳамда Кавказда (1886) бошланган. Лой билан даволаш ёз ойларида шифобахш лойни куёшда қиздириш орқали амалга оширилган [2, 3].

Лой билан даволашнинг кейинги ривожланиши Россиянинг деярли барча минтақаларини қамраб олди, Сибирь ва Узоқ Шарқда эса катта миқдордаги лой ресурслари топилди. Ҳозирги вақтда шифобахш лой тан олинган, юқори самарали табиий восита сифатида янада катта аҳамиятга эга бўлиб, организмнинг мослашувчан чидамлилигини оширади ва тегишли равишда қўлланилганда айрим касалликлар учун ўзига хос терапияни таъминлайди.

Гидрогеологлар (А.Овчинников, В.Иванов, Л.Яроцкий ва бошқалар), кимёгарлар (Э.Бурксер, С.Щукарев, П.Палей, А.Бунеев, А.Шинкаренко, В.Бахман ва бошқалар), микробиологлар (Б.Перфильев, О.Волкова, Н.Крючкова), балнеотехниклар (И.Пушков, В.Рикстер, Н.Гаврилов) ва бошқалар лой ресурслари, уларнинг генезиси, кимёвий таркиби ва физик хусусиятлари бўйича қимматли маълумотларга эга бўлишди [4].

1968-йилда 1:8000000 масштабдаги шифобахш лой харитаси, 1970 йилда эса Россияда лой конлари каталоги нашр этилди. 1975-йилда Л.Михеев ва Я.Требухов томонидан даволовчи лой, асосий лой-қидирув ишлари, шифобахш лой захираларини баҳолаш масалалари, шифобахш лойларни ўрганиш бўйича махсус тадқиқотлар кўриб чиқилди. Балнеологик

мақсадларда фойдаланиладиган лойлар табиатда жуда хилма-хил бўлиб, келиб чиқиши бўйича қуйидаги турларга бўлинади: торф, сапропел, лой, коллоид ва вулкон.

Торф – бу мўл намлик ва кислород етишмаслиги шароитида протозоаларнинг қисман бактериал парчаланиши натижасида ҳосил бўлган органик ботқоқ лойлари ҳисобланади. Доривор торф таркибида 30–80% органик моддалар, жумладан, кўплаб юқори даражада парчаланган ўсимлик қолдиқлари мавжуд. Шунингдек, у оксиллар, гумин кислоталари, битум, ёғлар, ферментлар, феноллар ва коллоид ҳамда кристалли моддаларни ўз ичига олади. Торф лойлари жигарранг бўлиб, Урал ва Ўрта Волга минтақаларидаги йирик дарёларнинг ботқоқ водийларида кенг тарқалган.

Сапропел – (юнонча sapros – чириган, pelos – лой) чучук сувли материк қўлларининг органик моддаларга бой (28–70%), лойсимон туб чўкиндилари ҳисобланади. Улар яшил-жигарранг, яшил-қуланг ёки қора рангдаги майда тузилган коллоид ҳосилалардир. Бу лойлар эски сунъий ҳавзаларда кенг тарқалган. Сапропел таркибида биологик фаол моддалар, гумин ва фульво кислоталари, шунингдек, Co, Mg, Cu, Zn, B, Mo, I ва Br каби микроэлементлар ва ферментлар, витаминлар, гормонлар, антибиотикка ўхшаш моддалар мавжуд. Мазкур таркибий хусусиятлар уларнинг балнеологик аҳамиятини белгилаб, сапропел лойларининг ранги ва физик-кимёвий хусусиятларига таъсир кўрсатади.

Лой – бу сув омборларининг лойлари бўлиб, органик моддаларга нисбатан камбағал (10% дан кам) ва одатда темир сульфидлари ҳамда сувда эрийдиган тузларга бой. Улар кўпинча сульфат ва туз карстлари бўлган жойларда учрайди. Қора, пастага ўхшаш кўринишга эга. Бу лойлар таркибида биологик фаол моддалар – ферментлар, гормонга ўхшаш бирикмалар, микроэлементлар, водород сульфид ва бошқалар мавжуд.

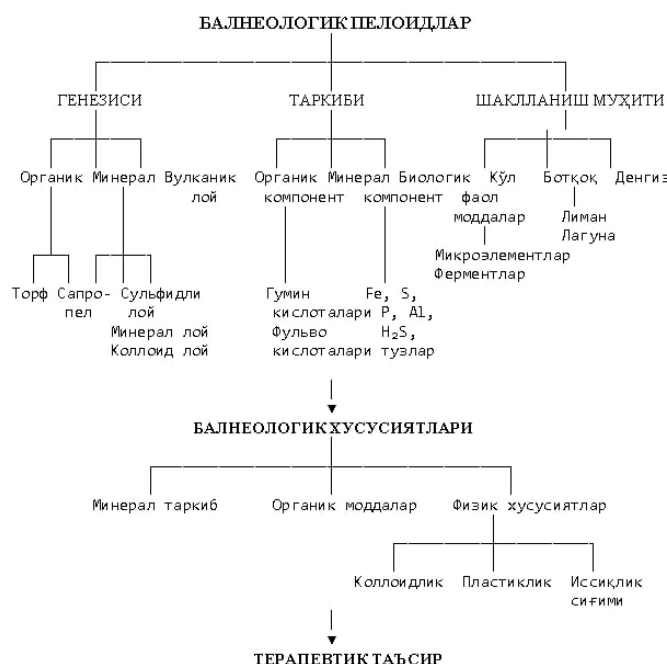
Коллоид – бу органик моддалар, органик минерал бирикмалар, олтингугурт, фосфор, темир гидроксидлари, алюминий ва бошқа моддаларни ўз ичига олган кам тарқалган бирикмалардан иборат (заррачалари 0,01 мм гача). Ушбу лойлар Анапа, Евпатория, Одесса ва бошқа Қора денгиз соҳили шаҳарларидаги санаторий ва курортларда кенг қўлланилади.

Вулкон – кучли майдаланган, ярим суюқ, қуланг лой ҳосилалари бўлиб, оз миқдордаги органик моддалар ва кўплаб микроэлементларни ўз ичига олади. Улар асосан лой вулконларининг маҳсулидир. Гидротермал лойлар сингари, улар камдан-кам ҳолларда шифобахш мақсадларда ишлатилади. Бу лойлар Каспий, Қора денгиз ва Азов ҳавзаларида кенг тарқалган. Ушбу лой конларидан бири Петропавловск-Камчатский яқинида жойлашган бўлиб, у Паратунка курортидаги термал сувлар билан биргаликда қўлланилади (1-расм) [13].

Балнеологик лойлар таркибидаги кимёвий бирикмаларнинг нисбатига қараб, органик (торф ва сапропел) ва минерал (сульфид ва коллоидли лой) турларга ҳам ажратилади.

Сульфидли – денгиз қўлтиқлари, лиманлар, лагуналар, шўр қўллар ва минерал сувлар билан озикланувчи қўллар тубида шаклланидиган, юқори

даражада минераллашган пелоидлардир. Улар таркибиде темир сульфидлари, хусусан, гидротроиллитнинг мавжудлиги характерли бўлиб, лойнинг қора ёки тўқ қуланг тусини белгилайди. Сульфидли лойларнинг минерал ва кимёвий таркиби уларни ҳосил қилувчи сув ҳавзасининг гидрокимёвий хусусиятлари билан узвий боғлиқ [5].



1-расм. Балнеологик пелоидларнинг генетик, таркиби ва балнеологик таснифи

(Минькевич И.И., Нуриев И.С., Шестов И.Н. (2012) маълумотлари асосида муаллиф томонидан тузилди)
Халқаро таснифга кўра, қуйидаги пелоид турлари ажратилади:

1. Ноорганик лойлар – асосан майдаланган ноорганик моддалар ва оз миқдордаги органик моддалар бўлган сувдир. Буларга Қора денгиз қирғоғида жойлашган эстуарий лойлари, денгиз лойлари, континентал лойлар, яъни кўллардаги чўкинди; ва термал ҳамда совуқ булоқларнинг чиқиш жойларида ҳосил бўлган булоқ лойлари киради.

2. Органик лойлар – асосан ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларидан олинган, сапропеллар ва гифиялар, лой, бўр, қум ва бошқалар аралашмасидан иборат органик моддалар. Улар дарё эстуарийлари, денгизлар ва континентал кўллар тубида ҳосил бўлади.

3. Торф лойи – асосан кўп ёки камроқ миқдорда ноорганик моддалар аралашмаси билан намланган органик моддалар ва ўсимлик қолдиқларидан иборат.

4. Аралаш пелоид турлари.

5. Тоғ жинсларининг нураш маҳсулотлари – каолин ва бошқа баъзи лойлар.

6. Парафин каби сунъий пелоидлар [6].

Пелоидлар йиллар давомида псориаз, атопик дерматит ёки ҳуснбузар каби турли хил тери касалликларини даволаш учун ишлатилган ва ҳозирги кунда улар терининг соғлиги ва ҳолатини яхшилаш учун косметик воситалар сифатида ҳам қўлланилади.

Пелоидлар органик ва ноорганик қаттиқ моддалар аралашмасидан иборат қаттиқ фазага эга, суспензияланган ёки намланган, суяқ фаза эса

ноорганик ва органик келиб чиқиши ионлари ҳамда молекулаларининг эритмасидан иборат бўлган, эритувчиси сув бўлган ҳетерожен тизимлар деб ҳисобланиши мумкин [7].

“Тизим” атамаси бир ёки бир нечта фазаларда тартибланган, белгиланган миқдорда бир ёки бир нечта моддаларни ўз ичига олган материалнинг ўзига хос улушини тавсифлаш учун ишлатилади. “Фаза” атамаси бошқа компонентлардан белгиланган чегара сиртлари билан ажратилган тизимнинг бир ҳил ва физик жиҳатдан фарқ қилувчи компонентини англатади [8].

Пелоидлар учта хусусиятга эга бўлиши керак: улар паст совутиш тезлигига эга бўлиши, осон ишлов берилиши ва терига суртилганда ёқимли хис-туйғу бериши керак. Улар тўлиқ ёки қисман ванналарда қўлланилади ёки маълум бир тери зонасига 42 дан 45 гача ҳароратда 20-30 дақиқалик сеансларда 1-2 см қатламларда маҳаллий равишда қўлланилади [9].

Гил ва торфларнинг термотерапия учун фойдали бўлган механик ва термал хусусиятлари адабиётларда яхши тасвирланган. Ҳозирги вақтда минерал лой учта асосий компонентдан иборат деб ҳисобланади: кристалли каркас (ёки скелет), коллоид комплекс ва лой эритмаси.

Кристалли каркас икки қисмдан ташкил топади. Биринчи қисми кўл тубидан олинган ёки лой ҳосил бўлиши жараёнида шамол ва ёмғир суви билан олиб келинадиган турли диаметрдаги силикат (лой ёки кум) заррачаларидан иборат. Иккинчи қисми эса кўл шўрланиши пайтида эритмадан чўкиши мумкин бўлган кальций ва магний тузлари (CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) кристалларидан иборат.

В.Александровнинг фикрича, пелоид қанчалик қалин бўлса, яъни ундаги сув миқдори кам бўлса, унинг шифобахш қиймати шунчалик юқори бўлади. Амалиётда шифобахш лойни ҳар томонлама баҳолаш учун унинг солиштира оғирлиги, иссиқлик сиғими, иссиқлик ўтказувчанлиги ва радиоактивлиги аниқланади. Одатда, лойнинг солиштира оғирлиги 1,1 дан 1,8 г/см³ гача бўлиб, асосан унинг сув миқдorigа боғлиқ.(6).

Балнеологик пелоидлар даволаш мақсадларида дунёнинг турли минтақаларида, хусусан, табиий минерал ва термал булоқлар ёки лой конлари билан машҳур ҳудудларда қўлланилади. Баъзи диққатга сазовор жойларга қуйидагилар киради (1-жадвал).

1-жадвал. Балнеологик пелоид (лой ва балчик)лардан кенг кўламда фойдаланадиган мамлакатлар

Мамлакат номи	Машҳур лой курортлари	Лой тури
Венгрия	Хевиз, Харканы	Сульфидли, органик моддаларга бой
Италия	Абано-Терме, Монтекатини-Терме	Вулканик, термал лой
Россия	Таман, Саки, Старорусский курорт	Сульфидли, торфли
Франция	Дакс, Экс-ле-Бен	Сульфидли, термал лой

Испания	Мар Менор, Архена	Вулканик, минерал моддаларга бой
Германия	Баден-Баден, Бад-Киссинген	Гидротермал лой
Чехия	Треплице, Карловы Вары	Сульфидли, радиоактив элементли
Туркия	Даламан, Памуккале	Вулканик, минерал компонентли
Украина	Саки, Бердянск	Сульфидли, минералли
Грузия	Цхалтубо, Саирме	Радиоактив элементли, минераллар

Изоҳ: Жадвал heviz.hu, abanothermae.it, minzdrav.gov.ru, thermes-dax.com, goturkiye.com, saki-crimea.com каби электрон сайтлар маълумотлари асосида муаллиф томонидан тузилди.

Адабиётлар

1. Кузнецов А.М. История развития бальнеологии. – Санкт-Петербург: “Наука”, 1990.
2. Гаврилов А.Е., Тинаки. Под науч. ред. Л.А.Комаровой. – Санкт-Петербург: Петроградский и К, 1997.
3. Битюков Н.А. География лечебных грязей и пелоидное лечение на Северном Кавказе. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016.
4. Бунеев А.Н., Кривошия В.А., Бахман В.И. Простейшие методы анализа и ориентировочной оценки лечебных грязей. – Москва: “Медгиз”, 1943.
5. Sobirjonov M.M. Balneological resources and issues of their use. international scientific. // Journal Learning and teaching, (2026) 3(1), – P. 44–69.
6. Минькевич И.И., Нуриев И.С., Шестов И.Н. Минеральные воды: учебное пособие. – Казань: Казанский университет, 2012.
7. Armijo F. Propiedades térmicas de los peloides. // Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. 1991. – P. 151-157.
8. Glasstone S. Textbook of Physical Chemistry; Macmillan: – London: UK, 1974.
9. Ferrand T., Yvon J. Thermal properties of clay pastes for pelotherapy. // Clay Sci. 1991. – P. 21-38
10. Sobirjonov M.M. The therapeutic properties of natural climatic conditions (Microclimate) and the scientific basis for their use. // Экономика и социум 2026. 5-2 (144). – P. 597-603.
11. Sobirjonov M.M. “Balneologik resurslarning turlari va ularning tasniflanishi”. Zamonaviy geografik tadqiqotlarda integratsiya: muammolar va yechimlar. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Toshkent: 2024.
12. Internet information sources.
13. Информационно-методические материалы по вопросам гидрогеологии и бальнеотехники лечебных вод и грязей. Вып. 4. – Москва: 1961.

Хулоса. Пелоидлар – геологик, гидрологик ва биоген жараёнлар таъсирида шаклландиган, минерал ва органик компонентларнинг мураккаб мажмуасидан иборат табиий бальнеологик ресурсдир. Уларнинг таркиби ва шифобахш хусусиятлари генезиси, шаклланиш муҳити, минераллашув даражаси, органик моддалар ва биологик фаол компонентлар нисбати билан белгиланади. Пелоидларни генетик ва таркибий хусусиятларига кўра торф, сапропел, сульфидли, коллоид, вулкон ҳамда аралаш турларга ажратиш уларнинг табиий хилма-хиллигини тизимлаштириш ва бальнеологик салоҳиятини баҳолаш имконини беради. Шунингдек, пелоидларнинг худудий тарқалиши уларнинг шаклланишидаги гидрогеологик, геоморфологик ва иқлимий шароитлар билан узвий боғлиқ бўлиб, уларни комплекс ўрганиш табиий даволаш ресурсларидан илмий асосда ва оқилона фойдаланиш учун муҳим аҳамият касб этади.

QARAQALPAQSTAN AYMAĞINDA XALÍQ KESELLENIW DINAMIKASÍNÍN EKOLOGIYALÍQ JAQTAN BAHALANÍWÍ (NÓKIS QALASÍ, BERUNIY HÁM QOÑÍRAT MÍSAŁÍNDÁ)

Tlepbergenova Perizat Nókisbay qızı – doktorant

jasik57050@gmail.com

Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАКАЛАПАКСТАНА (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ НУКУС, БЕРУНИ И КУНГРАД)

Тлепбергенова Перизат Нокисбаевна – докторант

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF POPULATION DISEASE DYNAMICS IN THE TERRITORY OF KARAKALPAKSTAN (USING THE EXAMPLES OF THE CITIES OF NUKUS, BERUNIY, AND KUNGRAD)

Tlepbergenova Perizat Nokisbaevna – doctoral student

Karakalpak State University named after Berdakh

Tayanch so'zlar: ekologik salomatlik, kasallanish strukturasi, nafas olish kasalliklari, strukturaviy siljish, ekologik monitoring.

Rezyume. Maqolada Nukus shahri, Beruniy va Qo'ng'iro't tumanlarida 2017-2024-yillarda asosiy kasallik sinflari bo'yicha qayd etilgan kasallanish ko'rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. Natijalarda ayrim kasallik guruhlari dinamikasida sezilarli hududiy farqlar aniqlanib, ularni ekologik omillar bilan kompleks o'rganish zarurligi asoslandi.

Ключевые слова: экологическое здоровье, заболеваемость, экологический мониторинг.

Резюме. В статье проведён сравнительный анализ зарегистрированной заболеваемости по основным классам болезней в городе Нукусе, Берунийском и Кунградском районах за 2017-2024 годы. Выявлены существенные территориальные различия в динамике отдельных групп заболеваний, что обосновывает необходимость их комплексного изучения во взаимосвязи с экологическими факторами.

Key words: environmental health, morbidity structure, respiratory diseases, structural change, environmental monitoring.

Summary. The article presents a comparative analysis of registered morbidity by major disease classes in Nukus city, Beruniy district, and Kungrad district during 2017-2024. Significant territorial differences were identified in the dynamics of several disease groups, indicating the need for their comprehensive assessment in relation to environmental factors.

Kirisiw. Aral teńiziniń qısqaırıwı Oraylıq Aziyadaǵı eń iri antropogen-ekologiyalıq transformaciyalardan biri bolıp, onıń aqibetleri suw resursları, topıraq, atmosfera hawası, biologiyalıq hár túrliklik, xalıqtıń turmıs tárizi hám salamatlıǵı menen óz-ara baylanısqa quramalı sistemanı qalıplestirgen. Aralboyı aymaǵında suwdıń mineralıasıwı hám shorlanıwı, buringı teńiz túbinen kóteriletuǵın shań-duz aerózolları, awıl xojalıǵında tariyxıy qollanılgan turaqlı organikalıq birikpeler, suw támiynatı hám sanitarıyalıq mashqalaları ekologiyalıq salamatlıq boyınsha izertlewlerdiń tiykarǵı baǵdarlarınan biri bolıp esaplanadı.

Aral teńizi aymaǵındaǵı balalar salamatlıǵı boyınsha ilimiy ádebiyatlardıń sistemalı sholıwında kemqanlıq, diareya kesellikleri hám organizmde toksikalıq pataslandırıwshılardıń júklemesiniń joqarılıǵı áhmiyetli mashqalalar sıpatında atap ótilgen. Sonıń menen birge, ekologiyalıq ekspoziciya hám ayırım keselliklerdiń sebepli baylanısın anıqlawda jeterli epidemiologiyalıq maǵlıwmatlar joq ekenligi de atap ótilgen [1]. Bunnan tisqari Qaraqalpaqstanıń ózinde ótkerilgen aldınǵı izertlewlerde ana hám bala organizminde ayırım persistent organoxlor birikpeler bar ekenligi anıqlanǵan hám olardıń densawlıqqa tásirin bahalaw ushın tereń epidemiologiyalıq izertlewler zárúr ekenligi kórsetilgen [2]. Házirgi kúndegi izertlewler de ekologiyalıq mashqalanıń áhmiyetliligi tastıyıqlaydı. Atap aytqanda, Qaraqalpaqstan aymaǵınan alınǵan suw, topıraq hám shóǵindi úlgielerin qamtıp alǵan 2025-jılǵı izertlew suw mineralizaciya hám qaldıq organoxlor pesticidler menen baylanıslı ekologiyalıq qawıplardıń bar ekenligin atap ótken.

Ádebiyatlar analizi hám metodologiya. Aral teńiziniń qurıwı hám onıń aqibetinde júzege kelgen ekologiyalıq transformaciya Qaraqalpaqstan Respublikası xalıqınıń salamatlıǵına tásir kórsetiwı múmkin bolǵan áhmiyetli ekologiyalıq faktorlar kompleksin qalıplestirgen. Ilimiy ádebiyatlarda usı aymaq ushın atmosfera hawasındaǵı shań-duz aerózolları, ishimlik suwınıń mineralıasıwı hám shorlanıwı, suw dárekleriniń ximiyalıq hám mikrobiologiyalıq pataslanıwı, topıraq degradaciya hám de turaqlı organikalıq pataslandırıwshılar tiykarǵı ekologiyalıq qawıp faktorları sıpatında qaralmaqta.

Analiz hám nátiyjeler. Izertlew dawamında Nókis qalası, Beruniy hám Qoñırat rayonlarında 2017-2024-jıllar dawamında dizimge alınǵan keselliklerdiń tiykarǵı klassları boyınsha statistikalıq kórsetkishler dinamikalıq hám salıstırmalı jaqtan analizlendi. Alınǵan nátiyjeler aymaqlar kesiminde ulıwma keselleniw muǵdarı menen bir qatarda, kesellikler quramında da sezilerli strukturalıq ózgerisler bar ekenligin kórsetti. Ayırım kesellik klasslarınıń úlesi waqıt ótiwi menen artqan bolsa, basqalarında kemeyiw tendenciya baqlandı hám bul proceslerdiń baǵdarı aymaqlar boyınsha birdey emes ekenligi anıqlandı. Anıqlanǵan ayırmashılıqlardı bahalawda aymaqlardıń ekologiyalıq hám sociallıq-geografiyalıq ózgeshelikleri, Aralboyına tán shań-duz aerózolları, suw resurslarınıń mineralizaciya hám sapası, topıraqtıń shorlanıwı hám basqa da potencial ekologiyalıq qawıp faktorları ilimiy dodalaw konteksti sıpatında esapqa alındı. Sonıń menen birge, bar statistikalıq maǵlıwmatlar ekologiyalıq faktorlar menen keselleniw arasındǵı tikkeley determinantlıq baylanısın anıqlaw ushın jeterli bolmaǵanlıǵı sebepli,

nátıyjerler ekologiyalıq salamatlıqtaǵı aymaqlıq tenden-ciýalar hám keyingi tereñlestirilgen ekologiyalıq-epidemiologiyalıq izertlewlerdi talap etetuǵın indikadorlar sıpatında analizlendi. Tómende anıqlanǵan tiýkarǵı tendenciýalar aymaqlar hám kesellik klassları kesiminde tolıq analiz etildi.

Nókis qalası, Qońırat hám Beruniy rayonlarında 2017-2024-jıllar dawamında jámi dizimge alınǵan keselleniw kórsetkishleriniń dinamikası aymaqlar boyınsha birdıye baǵdarda emes. Bul ayırmaşılıqlar keselleniw procesin tek ǵana absolyut statistikalıq kórsetkishler tiýkarında emes, al aymaqlardıń medicinalıq-demografiyalıq, sociallıq hám ekologiyalıq ózgesheliklerin esapqa alǵan halda bahalaw zárurlıǵın kórsetedi. Nókis qalasında 2017-jılı jámi 94 508 keselleniw jaǵdayı dizimge alınǵan bolsa, 2024-jılı bul kórsetkish 144 715 ke jetip, úyrenilgen dáwir dawamında 53,1% ke artqan. Eń joqarı kórsetkish 2021-jılı baqlanıp, 160 023 keselleniw jaǵdayın quraǵan. 2022-2023-jıllarda belgili dárejede tómew belgilengen bolsa da, 2024-jılǵa salıstırǵanda jáne 2,7 procentke ósiw baqlanǵan. Bul dinamika Nókis qalasında medicinalıq xızmetlerge bolǵan júklemeniń artıp baratırǵanın kórsetiwı múmkin. Ekologiyalıq kózqarastan Nókis qalası Aralboyı ekologiyalıq krizisi tásir sheńberindegi aymaqlardan biri bolıp, atmosfera hawasındaǵı shań-duz aerózolları, ishimlik suwınıń sapası, topıraqtıń shorlanıwı hám basqa da tábiyǵıy-antropogen faktorlar xalıqtıń uzaq múddetli ekologiyalıq ekspoziciyasın qalıplestiriwı múmkin. Sol sebepli ulıwma keselleniwdiń ósiwı ekologiyalıq salamatlıq kóz-qarasınan áhmiyetli signal esaplanadı.

Qońırat rayonında da úyrenilgen dáwir dawamında jámi dizimge alınǵan keselleniwdiń ósiw tendenciýası baqlanǵan. 2017-jılı 57 350 jaǵday dizimge alınǵan bolsa, 2024-jılı bul kórsetkish 72 603 ke jetken hám ulıwma ósiw 26,6 procentti quraǵan. 2020-jılı keselleniw 52 919 ǵa shekem azayǵannan keyin 2021-jıldan baslap qayta ósiw tendenciýası qalıplesken hám 2023-jılı 74 092 jaǵday menen úyrenilgen dáwirdiń eń joqarı kórsetkishi belgilengen. 2024-jılı bolsa kórsetkish 72 603 ke shekem biraz azayǵan. Bunday dinamikalıq ózgerisler medicinalıq múrjátlar jıyılıǵı, keselliklerdi diagnostikalaw imkaniyatları hám dizimge alıw qamtıp alıwındaǵı jıllıq ayırmaşılıqlar menen de baylanıslı bolıwı múmkin. Rayonnıń Aral teńiziniń qurıǵan aymaqlarına geografiyalıq jaqtan salıstırmaı jaqın jaylasqanlıǵı shań-duz aerózollarınıń tarqalıwı, topıraq degradaciyası, suw resurslarınń mineralıasıwı hám shorlanıwı sıyaqlı ekologiyalıq faktorlardı potencial qawıp dárekleri sıpatında qarawǵa tiýkar jaratadı. Sol sebepli 2017-2024-jıllar dawamında ulıwma keselleniwdiń 26,6% ke artıwı medicinalıq-ekologiyalıq monitoringti tereñlestiriw zárurlıǵın kórsetiwshi indikador sıpatında bahalanıwı múmkin.

Beruniy rayonında bolsa Nókis qalası hám Qońırat rayonınan sezilerli dárejede parıqlanıwshi dinamika anıqlanǵan. 2017-jılı jámi dizimge alınǵan keselleniw jaǵdayı 102 075 jaǵdaydı quraǵan bolsa, 2023-jılı 96 188 jaǵday dizimge alınǵan. Solay etip, 2017-2023-jıllar dawamında kórsetkishlerde belgili bir jıllıq ózgerisler baqlanǵanına qaramastan, ulıwma keselleniw salıstırmaı jaqın diapazonda saqlanǵan. Biraq, 2024-jılı kórsetkishtiń 52 929 ǵa shekem keskin azayıwı nátiyjesinde 2023-jılǵa salıstırǵanda 45%, 2017-jılǵa salıstırǵanda bolsa 48,1% ke

tómenlew júz bergen. Áne usı keskin burılıw Beruniy rayonın basqa eki aymaqtan ajratıp turatuǵın tiýkarǵı statistikalıq ózgeshelik bolıp esaplanadı. Beruniy rayonındaǵı bunday ózgeristi xalıqtıń salamatlıq jaǵdayı yamasa ekologiyalıq sharayattıń bir jıl dawamında keskin jaqsılanıwı menen túsindiriw ilimiy jaqtan jeterli dárejede tiýkarlanbaǵan bolar edi. Ekologiyalıq ortalıqtaǵı ózgerislerdiń xalıqtıń sozılmaı hám kóp faktorlı kesellikleri dinamikasında kórinisi, ádette, uzaq múddetli process esaplanadı.

2017-2024-jıllarda jámi keselleniw hám strukturalıq ózgeris kesesti

Aymaq	2017 adam	2024 adam	2017-2024 ózgeris, %;	2023-2024 ózgeris, %;	Strukturalıq dinamika indeksi
Nókis qalası	94.508	144.715	53,1	2,7	30,95
Beruniy rayonu	102.075	52 929	48,1	45,0	37,38
Qońırat rayonu	57 350	72 603	26,6	2,0	30,97

Nókis qalasında keselleniw strukturasınıń ózgeriwı. 2017-jılı Nókis qalasında jámi keselliklerdiń eń kóp bólimi dem alıw aǵzaları keselliklerine tuwrı kelgen hám olardıń úlesi 38,62% ti quraǵan. 2024-jılı dem alıw kesellikleriniń absolyut sanı 36 499 dan 28 944 ke, yaǵnıy 20,7% ke azaydı. Ulıwma keselleniw strukturasındaǵı úlesi bolsa 20% ke shekem tómewledi. Buǵan parallel túrde as sińiriw aǵzaları keselliklerinde pútkilley basqa tendenciya baqlandı. Olardıń sanı 2017-jılǵa 4 417 den 2024-jılı 28 291 ge jetip, 6,4 esege yamasa 54,5% ke arttı. Jámi keselleniw quramındaǵı úlesi 4,67% ten 19,55% ke shekem artqan. Nátiyjede 2024-jılı as sińiriw kesellikleri Nókis qalasınıń keselleniwshilik strukturasında dem alıw keselliklerine derlik teń úlesti iyelegen. Kóz kesellikleri de sezilerli ósken: 4 103 ten 20 407 ge yamasa 39,4% ke. Olardıń ulıwma strukturadaǵı úlesi 4,34% ten 14,10% ke arttı. Sidik sistema kesellikleri 5 346 dan 7 164 ke, yaǵnıy 34% ke kóbeygen bolsa da, ulıwma keselleniwdiń tezirek ósiwı sebepli strukturadaǵı úlesi 5,66% den 4,95% ke biraz azayǵan. Teri hám teri astı toqıması keselliklerinde kerisinshe, 5 563 ten 1 591 ge shekem yamasa 71,4% ke azayıw jazılǵan. Nókis qalasında 2017 hám 2024-jıllar keselleniw strukturasın salıstırıw nátiyjesinde strukturalıq jılıw indeksi 30,95% quradı. Bul jeti jıl dawamında keselleniw quramınıń shama menen úshen bir bólegi basqa kesellik klassları paydasına qayta bólistirilgenin kórsetedi.

Qońırat rayonındaǵı tiýkarǵı tendenciýalar. Qońırat rayonında 2017-jılı dem alıw aǵzaları kesellikleri 23 158 bolıp, jámi keselleniwdiń 40,38% in quraǵan. 2024-jılı bul kórsetkish 16 746 ǵa shekem azaydı. Absolyut kemeyiw 27,7%, strukturadaǵı úlesi bolsa 23,07% ti quradı. Uı dáwirde as sińiriw kesellikleri 6 130 dan 23 444 ke kóbeydi. Ósiw 28,4% ti quradı. Olardıń jámi keselleniw quramındaǵı úlesi 10,69% ten 32,29% ke shekem artıp, 2024-jılǵa kelip rayondaǵı eń úlken kesellik klasına aylandı. Sidik sistema kesellikleri de turaqlı joqarı júklemeni qalıplestirgen. 2017-jılı 7 470 bolǵan kórsetkish 2024-jılı 14 430 ǵa jetken, yaǵnıy 93,2% ke artqan. Strukturadaǵı úles 13,03% ten 19,88% ke shekem

kóterilgen. Qan hám qan aylanıw aǵzaları jáne immun mexanizmlerine tásir etiwshi ayırım buzılıwlar 8 678 den 7 387 ge shekem, yaǵnıy 14,9% ke azayǵan. Biraq olardıń 2024-jıldıǵı 10,17% li úlesi elege shekem keselleniw strukturasınıń áhmiyetli bólegin quraydı. Qan aylanıw sisteması kesellikleri 1430 dan 2310 ǵa yamasa 61,5% ke artqan. Ulıwma, Qońırat rayonında strukturalıq jılıw indeksi 30,97 procent quradı. Nókis hám Qońırat ushın esaplanǵan kórsetkishlerdiń derlik birdey ekenligi eki aymaqta da keselleniw quramında úlken kólemdegi, biraq kesellik klassları boyınsha hár qıylı baǵdarlangan transformaciya júz bergenligin ańlatadı.

Beruniy rayonındaǵı ózine tán jaǵday. Beruniy rayonında 2017-2023-jılları dem alıw kesellikleri 33-39 mıń átirapında saqlanǵan: 2017-jılı 33 573, 2021-jılı 39 272 hám 2023-jılı 36 937. 2024-jılı bolsa kórsetkish 6 874 ke shekem tómengen, yaǵnıy bir jıl ishinde 81,4% ke azayǵan. Sol jılı qan hám qan aylanıw sisteması kesellikleri 63,6%, as sińiriw kesellikleri 54,2%, teri kesellikleri 95,1%, súyek-bulshıq et sisteması kesellikleri 90,9% ke azayǵan. Sol waqıtta kóz kesellikleri 8,2%, hámiledarlıq, tuwıw hám tuwıwdan keyingi dáwir asqınıwları bolsa 13,9% ke artqan. Nátiyjede 2024-jılı rayonnıń keselleniw strukturası aldınǵı jıllarǵa salıstırǵanda keskin ózgergen: kóz kesellikleri 19,81%, as sińiriw kesellikleri 15,48%, hámiledarlıq hám tuwıw menen baylanıslı asqınıwlar 13,72%, dem alıw kesellikleri

12,99% úlesti iyelegen. Beruniy rayonu ushın esaplanǵan strukturalıq dinamika indeksi 37,38 procentlik punktke teń bolıp, úsh aymaq arasındadıǵı eń úlken bolıp tabıladı.

Juwmaq. Ulıwma alǵanda, 2017-2024-jılları Nókis qalası, Qońırat hám Beruniy rayonlarında dizimge alınǵan keselleniw kórsetkishleri aymaqlar kesiminde túrlishe dinamikaǵa iye bolǵan. Nókis qalası hám Qońırat rayonında ulıwma keselleniwdiń ósiw tendenciyası baqlanǵan bolsa, Beruniy rayonında 2024-jılı keskin tómengen belgilengen. Kesellik quramındaǵı ózgerisler de aymaqlıq ózgeshelikke iye bolıp, Nókis qalasında as sińiriw hám kóz kesellikleri, Qońırat rayonında bolsa as sińiriw hám sidik sistema kesellikleri úlesiniń artıwı tiykarǵı tendenciya sıpatında kóringen. Sonıń menen birge, Nókis hám Qońırat dem alıw sisteması kesellikleriniń ulıwma keselleniwshilik quramındaǵı úlesi azayǵan. Ulıwma, anıqlanǵan tendenciyalar ekologiyalıq faktorlar menen tikkeley sebepli baylanıstırıw ushın bar statistikalıq maǵlıwmatlar jeterli emes. Sol sebepli keleshekte keselleniw kórsetkishlerin xalıqtıń sanı hám demografiyalıq quramı menen standartlastırıw, sonday-aq, olardı atmosfera hawası, ishimplik suwınıń sapası, topıraqtıń shorlanıwı hám basqa da ekologiyalıq kórsetkishler menen kompleksli analizlew maqsetke muwapıq. Bunday qatnas Qaraqalpaqstan aymaqlarında ekologiyalıq salamatlıq penen baylanıslı tiykarǵı mashqalalardı anıǵıraq bahalaw imkaniyatın beredi.

Ádebiyatlar

1. Crighton E.J., Barwin L., Small I., Upshur R. 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, 56(2), 2011. – P. 125-138.
2. Ataniyazova O.A., Baumann R.A., Liem A.K.D., Mukhopadhyay U.A., Vogelaar E.F., Boersma E.R. 2001. Levels of certain metals, organochlorine pesticides and dioxins in cord blood, maternal blood, human milk and some commonly used nutrients in the surroundings of the Aral Sea (Karakalpakstan, Republic of Uzbekistan). Acta Paediatrica, Vol. 90, № 7. – P. 801-808.

LANDSCAPE-ECOLOGICAL DISTRIBUTION OF VERTEBRATES IN THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN AND MAIN DIRECTIONS OF THEIR RESEARCH

Turekeeva Alfiya Zhienbekovna – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Associate Professor*

alfiaturekeeva4@gmail.com

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

QORAQALPOG'ISTON RESPUBLIKASI UMURTQALI HAYVONLARINING LANDSHAFT-EKOLOGIK TARQALISHI VA ULARNI TADQIQ ETISHNING ASOSIY YO'NALISHLARI

Turekeeva Alfiya Jienbekovna – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent*

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В РЕСПУБЛИКЕ КАРАКАЛПАКСТАН И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Турекеева Альфия Жиенбековна – *доктор философии по педагогическим наукам, доцент*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Tayanch so'zlar: Qoraqalpog'iston Respublikasi, umurtqali hayvonlar, fauna, landshaft, ekologik tarqalish, Qizilqum, Ustyurt, Amudaryo deltasi, Orol dengizi, monitoring.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog'iston Respublikasi umurtqali hayvonlarining Qizilqum, Ustyurt, Amudaryo deltasi, voha hamda Orol dengizining qurigan tubi landshaftlarida tarqalish xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Hayvonlarning tur tarkibi, yashash muhitiga moslashuvi va ularning tarqalishiga tabiiy hamda antropogen omillarning ta'siri haqida ma'lumotlar berilgan. Shuningdek, hududdagi umurtqali hayvonlarni o'rganish, monitoring qilish va muhofaza etishning asosiy yo'nalishlari belgilangan.

Ключевые слова: Республика Каракалпакстан, позвоночные животные, фауна, ландшафт, экологическое распространение, Кызылкум, Устюрт, дельта Амударьи, Аральское море, мониторинг.

Резюме. В статье рассмотрены особенности распространения позвоночных животных Республики Каракалпакстан в ландшафтах Кызылкума, плато Устюрт, дельты Амударьи, оазисной зоны и осушенного дна Аральского моря. Приведены сведения о видовом составе животных, их адаптации к условиям обитания, а также о влиянии природных и антропогенных факторов на их распространение. Определены основные направления изучения, мониторинга и охраны позвоночных животных региона.

Key words: Republic of Karakalpakstan, vertebrate animals, fauna, landscape, ecological distribution, Kyzylkum Desert, Ustyurt Plateau, Amu Darya Delta, Aral Sea, monitoring.

Summary. The article examines the distribution patterns of vertebrate animals in the main landscapes of the Republic of Karakalpakstan, including the Kyzylkum Desert, the Ustyurt Plateau, the Amu Darya Delta, the oasis zone, and the dried seabed of the Aral Sea. Information is provided on the species composition of vertebrates, their adaptations to habitat conditions, and the effects of natural and anthropogenic factors on their distribution. The main directions for the study, monitoring, and conservation of vertebrate animals in the region are identified.

Introduction. The Republic of Karakalpakstan is located in the northwestern part of Uzbekistan, in the lower reaches of the Amu Darya and the Aral Sea region, with a total area of 166.6 thousand km². The territory includes the Ustyurt Plateau, the northwestern part of the Kyzylkum Desert, the Amu Darya Delta, oasis territories, remnant mountains, and the dried bed of the Aral Sea. The natural-geographical conditions, climate, soil and vegetation cover, and water resources of these landscapes differ significantly from one another [2].

The diversity of the region's landscapes determines the species composition, distribution, population size, and habitat adaptation characteristics of the vertebrate fauna. While animal species adapted to arid conditions are widespread in the Kyzylkum and Ustyurt deserts, fauna complexes dependent on moisture have formed in the Amu Darya delta, tugai forests, reed beds, and water bodies.

As a result of the drying up of the Aral Sea, changes in the water regime in the Amu Darya delta, the intensification of desertification processes, and anthropogenic impacts, serious changes are occurring in the region's ecosystems. These processes lead to a reduction in the habitat of certain animal species, changes in their distribution areas, and a decrease in the number of populations. Therefore, assessing the current state of vertebrates in Karakalpakstan, studying their distribution across landscapes, and determining

priority areas for their protection are of great scientific and practical importance.

Literature review. The study of the species composition, distribution, and ecological characteristics of vertebrates related to landscapes in Karakalpakstan and adjacent territories began in the second half of the 19th century. N.A. Severtsov analyzed the vertical and horizontal distribution patterns of Turkestan animals, while M.N. Bogdanov provided preliminary faunistic data on the natural conditions and fauna of the Khiva oasis and the Kyzylkum desert. These studies served as an important scientific basis for studying the geographical distribution of animals in the region.

T.Z. Zakhidov thoroughly studied the ecological and faunistic characteristics of the fauna of the Kyzylkum Desert, analyzing the composition of desert biocenoses, the relationship of animal species with their habitat, and their ecological adaptations. The works of G.A. Novikov, dedicated to the methods of ecological research of terrestrial vertebrates in field conditions, are of methodological importance for faunistic observations, accounting for species numbers, and assessing their habitat.

N.A. Bobrinsky, B.A. Kuznetsov and A.P. Kuzyakin's manual on mammal identification is an important source for determining the systematic composition of the region's theriofauna. Species composition and distribution of vertebrates of Uzbekistan E.Sh. Shernazarov et al., which

allows for a comparison of the fauna of Karakalpakstan with other regions of the country.

The impact of ecological changes in the Aral Sea and the Amu Darya delta on the animal world is highlighted in the research of R.R.Reymov. The author analyzed long-term changes in the fauna of the Aral Sea basin and showed the impact of water regime disturbances, habitat reduction, and desertification processes on the distribution of animals. The problems of biodiversity conservation in the tugai ecosystems of the lower reaches of the Amu Darya were studied by G.A.Asenov and co-authors, and the necessity of protecting the tugai fauna was substantiated.

The species composition and territorial distribution of vertebrates in Karakalpakstan are summarized in the monographic works of G.A.Asenov, M.A.Jumanov, Z.O.Bekbergenova and other local scientists. They contain faunistic information about fish, amphibians, reptiles, birds, and mammals found in the area. In subsequent studies by M.A.Jumanov and co-authors, information regarding the fauna of Karakalpakstan was expanded.

Although existing scientific sources provide important information on the fauna of the Kyzylkum, Ustyurt, and Amu Darya deltas, the issue of conducting a comparative analysis of the distribution of vertebrates across all major landscape-ecological regions based on a unified system has not been sufficiently addressed. Particularly, new fauna complexes forming on the dried bed of the Aral Sea, modern changes in animal habitats, and regular monitoring of the state of populations require separate research.

Methodology. The fauna of vertebrates distributed in the Kyzylkum, Ustyurt, Amu Darya delta, oasis regions, and the dried bed of the Aral Sea of the Republic of Karakalpakstan was selected as the object of study.

In the course of the study, scientific literature, monographs, faunistic data, and existing research results on the fauna of Karakalpakstan and the Aral Sea region were analyzed. In studying the species composition, habitat, territorial distribution, and ecological adaptation characteristics of vertebrates, literature analysis, comparative-faunistic, landscape-ecological, systematic, and generalization methods were used.

Based on comparative-faunistic analysis, similarities and differences in the distribution of animal species in the landscapes of the Kyzylkum, Ustyurt, the Amu Darya delta, and the oasis were identified. Through a landscape-ecological approach, the influence of climate, soil and vegetation cover, water resources, food base, and anthropogenic factors on the distribution of vertebrates was assessed. The obtained data were systematized, and priority areas for the further study, monitoring, and protection of the region's fauna were identified.

Results and discussion. The natural-geographical conditions of the Republic of Karakalpakstan consist of the Ustyurt Plateau, the Kyzylkum Desert, the Amu Darya Delta, tugai and reed beds, various water bodies, as well as residual mountains and hills. Differences in the relief, climate, soil and vegetation cover, and water availability of these landscapes led to an uneven distribution of vertebrates across the territory. Therefore, a unique fauna complex has been formed in each landscape, adapted to specific ecological conditions [2].

43 species of fish, 2 species of amphibians, 33 species of reptiles, 307 species of birds, and 69 species of mammals have been identified in the fauna of Karakalpakstan. According to these indicators, a total of 454 species of

vertebrates were recorded in the republic. Birds occupy a leading position in terms of the number of species within the fauna. This situation is explained by the fact that the territory of Karakalpakstan is located on bird migration routes, as well as the concentration of desert, tugai, lake, and river ecosystems in one area [1].

In the landscapes of the Kyzylkum and Ustyurt, there are animal species adapted to a dry and sharply continental climate. The habitat of animals in the sandy areas of the Kyzylkum is associated with high air temperatures, limited water resources, and the seasonality of vegetation cover. In reptiles and mammals living in such conditions, adaptation features such as burrowing, nocturnal activity, and the satisfaction of water needs through moisture content in food have been formed.

The Ustyurt Plateau differs from the Kyzylkum by its hard, stony, gypsiferous, and takyr soils, sparse vegetation cover, and the predominance of open plains. The distribution of animals and the number of populations in this area depend on the amount of precipitation, the seasonal development of plants, the availability of a food base, and natural water sources. The source indicates that rare or endangered animals such as the sand cat, sand cat, karakul, saiga, and gazelle are distributed in Ustyurt and the Kyzylkum. The presence of these species determines the importance of these desert landscapes from a conservation perspective.

The Amu Darya delta, tugai forests, reed beds, and water bodies form a humid habitat that differs from desert ecosystems. Wild boar, reed cat, ondatra, and other species related to aquatic and tugai biotopes inhabit these areas. The dense vegetation cover of tugai and reed thickets serves as food, shelter, and breeding ground for animals. Furthermore, the lakes in the Amu Darya delta are of great importance for the feeding, breeding, and seasonal migration of waterfowl and waterfowl [2].

Analysis of the data shows that changes in the hydrological regime are one of the main factors affecting the fauna of Karakalpakstan. The lowering of the Aral Sea level, the reduction of the Amu Darya water flow, and the reduction of lakes, tugai forests, and reed beds have changed the natural habitats of animals. As a result, the range of species dependent on aquatic ecosystems has decreased, the number of certain species has decreased, and the importance of species adapted to desert conditions in the fauna has increased.

The impact of ecological changes is particularly pronounced in the fish fauna. As a result of river flow regulation, increasing the salinity of the Aral Sea water, and the reduction of natural spawning grounds, the distribution area of certain local fish species has sharply decreased. Specifically, the source notes the disappearance of the sturgeon in the Aral Sea, while the small and large shovelnose sturgeons of the Amu Darya are listed as endemic relict species under threat of extinction. This situation indicates that hydrological changes have had a significant impact not only on species numbers but also on the endemic biological diversity of the region.

Along with natural factors, anthropogenic impacts also exert a significant influence on the fauna. The construction of roads and railways, the development of oil and gas fields, the excessive use of pastures, the diversion of water resources for economic purposes, and poaching lead to the reduction of animal habitats and the fragmentation of populations. Large migratory mammals and rare species

that are demanding of their habitats are particularly sensitive to such changes.

The results of the analysis showed that the distribution of vertebrates in Karakalpakstan is formed based on the interaction of natural landscape features, water regime, vegetation cover, food resources, and anthropogenic pressure. Desert fauna predominates in Ustyurt and the Kyzylkum, while fauna complexes dependent on water and moisture prevail in the Amu Darya delta and tugai forests. As a result of the drying up of the Aral Sea, significant changes have occurred in the composition and distribution boundaries of fauna complexes in the region.

In this regard, it is necessary to regularly conduct faunistic inventories in the main landscape-ecological zones of Karakalpakstan, monitor populations of rare and endemic species, identify animal migration routes, and develop comprehensive measures aimed at protecting tugai, desert, and aquatic ecosystems. The study of new fauna complexes forming on the dried bed of the Aral Sea is one of the important directions for assessing modern ecological processes in the region.

Research results. As a result of systematizing the faunistic data presented in the source, it was determined that the fauna of vertebrates in the Republic of Karakalpakstan consists of 43 species of fish, 2 species of amphibians, 33 species of reptiles, 307 species of birds, and 69 species of mammals. The total number of vertebrate species is 454. Birds occupy a leading position in the number of species. This is due to the presence of desert, tugai, reed, lake, river, and oasis ecosystems in the area, as well as the location along the migratory bird routes of Karakalpakstan [1].

Analyses have shown that the territorial distribution of vertebrates depends on the natural and ecological characteristics of the landscapes. In the Ustyurt Plateau and the Kyzylkum Desert, species adapted to drought, water scarcity, and sparse vegetation predominate. In these areas, rare and declining mammals are found, such as saigas, gazelles, blackbirds, sand cats, and jackals. In the Amu Darya delta, tugai forests, and reed beds, wild boar, reed cat, ondatra, and various waterfowl are found, which depend on water and moisture.

Representatives of the Kyzylkum fauna exhibit ecological adaptations such as sandy body color, burrowing habits, nocturnal activity, and the use of moisture in their diet. The distribution of Ustyurt animals depends on the amount of precipitation, the seasonal development of

ephemeral plants, natural water sources, and food reserves. In delta and tugai ecosystems, the water regime and the state of vegetation cover are the primary factors determining the composition of the fauna.

Source data indicate that changes in the hydrological regime, the drying up of the Aral Sea, and the reduction of water bodies, tugai forests, and reed beds have had a negative impact on the animals' habitat. These processes have led to a reduction in the range of certain species, a decrease in population numbers, and the disappearance of species dependent on aquatic ecosystems. In particular, some local, endemic, and relict fish species have sharply decreased under the influence of the ecological crisis or disappeared from the fauna of the Aral Sea.

Additionally, the construction of highways and railways, the development of oil and gas fields, the excessive use of natural resources, habitat fragmentation, and poaching have been identified as the primary anthropogenic factors affecting wildlife. Consequently, the distribution of Karakalpakstan's vertebrates is shaped not only by natural landscape features but also by hydrological and anthropogenic changes.

Conclusion. Various landscapes of the Republic of Karakalpakstan, such as Ustyurt, Kyzylkum, the Amu Darya delta, oases, tugai forests, and water basins, have formed the basis for the formation of a unique complex of vertebrates. According to the source, a total of 454 species of vertebrates have been recorded in the region, and their distribution is inextricably linked to climate, relief, soil and vegetation cover, water, and food resources.

The drying up of the Aral Sea, changes in the hydrological regime of the Amu Darya delta, desertification, and the reduction of tugai and reed forests have led to significant changes in the fauna composition and species range. The degradation of natural habitats and anthropogenic pressure increase the risk of population decline for certain rare, endemic, and relict species.

In this regard, it is important to conduct the following research in the main landscape-ecological regions of Karakalpakstan: updating faunistic lists based on modern data, identifying species distribution areas, regularly monitoring populations of rare and protected species, studying migration routes, and developing comprehensive measures aimed at preserving natural habitats. The separate study of fauna complexes forming on the dried bed of the Aral Sea is considered one of the promising directions for assessing ecological changes in the region.

References

1. Бекбергенова З.О., Асенов Г.А., Жуманов М.А., Тлеуов Р.Т., Қошанов Д.Е., Утениязов А.К. Каракалпакстанның хайуанат дүнясы: ўқув кўлланма. – Тошкент: «Selena-Print» МЧЖ босмахонаси, 2008.
2. Асенов Г.А., Сейтназаров С.К., Есимбетов Р.М., Матрасулов Г.Ж., Абдигаппаров Ж.Ж. Проблемы сохранения биоразнообразия тугайной экосистемы низовьев реки Амударьи. // Жанубий Оролбўйи табиий ресурсларидан оқилона фойдаланиш: VIII Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. – Нукус, 2019. 18-21-б.
3. Бобринский Н.А., Кузнецов Б.А., Кузякин А.П. Определитель млекопитающих СССР. – Москва: 1965.
4. Богданов М.Н. Очерки природы Хивинского оазиса и пустыни Кызылкум. – Ташкент: 1882. – С. 56-61.
5. Зоҳидов Т.З. Биоценозы пустыни Кызылкум: опыт эколога-фаунистического анализа и синтеза. – Ташкент: «Фан», 1971.
6. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных животных. – Москва: 1953.
7. Реймов Р.Р. Изменения состояния фауны Аральского бассейна за последние 30 лет. Диагностический материал по проблемам Аральского бассейна. – Москва: 1991. – С. 144-149.
8. Северцов Н.А. Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных. / Известия Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. 1872. Т. VIII. Вып. 2. – С. 104-109.
9. Шерназаров Э.Ш., Вашетко Э.В., Крейцберг Е.А., Быкова Е.А., Хуршут Э.Э. Позвоночные животные Узбекистана. – Ташкент: «Фан», 2006.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA YOQILG‘I SANOATINING RIVOJLANISHI**Abdunazarov Xusan Mengliyevich** – *geografiya fanlari nomzodi, dotsent*abdunazarov1968@mail.ru**Xolboeva Marjona Xayrullayevna** – *talaba**Termiz davlat universiteti***Radjapov Muzaffar Yangiboevich** – *katta o‘qituvchi*radjapov74@bk.ru*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti***РАЗВИТИЕ ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН****Абдуназаров Хусан Менглиевич** – *кандидат географических наук, доцент***Холбоева Маржона Хайруллаевна** – *студент**Термезский государственный университет***Раджапов Музаффар Янгибоевич** – *старший преподаватель**Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза***DEVELOPMENT OF THE FUEL INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN****Abdunazarov Xusan Mengliyevich** – *Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor***Xolboeva Marjona Xayrullayevna** – *student**Termez State University***Radjapov Muzaffar Yangiboevich** – *senior teacher**Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

Tayanch so‘zlar: yoqilg‘i-energetika resurslari, sanoatning tarmoqlar va hududiy tarkibi, ixtisoslashuv, konsentratsiya, investitsiya, diversifikatsiya, sanoat yalpi mahsuloti.

Rezyume. Maqolada respublikamizda yoqilg‘i sanoatining shakllanishi va rivojlanishi masalalari o‘rganilgan. Shuningdek, maqolada mamlakatimiz yoqilg‘i sanoatining tarmoqlar tarkibi, ko‘mir, neft, tabiiy gaz konlarining ishga tushirilishi negizida yoqilg‘i resurslarini qazib olish va qayta ishlash sanoatining hududiy joylashishi va rivojlanishi masalalari batafsil yoritilgan.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, отраслевая и территориальная структура промышленности, специализация, концентрация, инвестиции, диверсификация, валовая продукция промышленности.

Резюме. В статье рассматриваются вопросы формирования и развития топливной промышленности в нашей республике. Также в статье подробно освещены вопросы отраслевой структуры топливной промышленности нашей страны, территориального размещения и развития промышленности по добыче и переработке топливных ресурсов на базе разработки месторождений угля, нефти и природного газа.

Key words: fuel and energy resources, industrial structure, territorial composition, industrial specialization, concentration, investment, diversification, gross industrial output.

Summary. This article examines the issues related to the formation and development of the fuel industry in the Republic of Uzbekistan. In particular, it analyzes the sectoral composition of the country's fuel industry and provides a comprehensive assessment of the territorial distribution and development of the fuel extraction and processing industries based on the commissioning and exploitation of coal, oil, and natural gas deposits. The study highlights the key factors influencing the development of the industry and its role in the efficient utilization of fuel and energy resources.

Kirish. Yoqilg‘i-energetika majmuasi mamlakatimiz sanoatining uzluksiz barqaror rivojlanishini ta‘minlovchi “Drayver” tarmoqlardan biridir. Majmua tarkibida yoqilg‘i sanoati alohida ajralib turadi. Yoqilg‘i sanoati o‘z tarkibiga yoqilg‘i-energetika resurslarini qazib oluvchi ko‘mir, neft, va tabiiy gazni qazib olish va uni qayta ishlash korxonalarini o‘z ichiga oladi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. O‘zbekiston Respublikasida sanoat tarmoqlarini hududiy tashkil etish va joylashtirish hamda rivojlantirishning nazariy va amaliy masalalari bilan Z.M.Akramov, S.K.Ziyodullaev, K.N.Bedrinsev, Sh.N.Zokirov, M.A.Abdusalomov, I.I.Iskanderov, T.M.Ahmedov, E.A.Ahmedov, R.Y.Dosumov, Sh.B.Imomov, A.N.Ro‘ziev, N.T.To‘xliiev, A.S.Soliev, A.A.Qayumov, N.S.Sultonov, E.Q.Umarov, A.M.Sodiqov va boshqa olimlar shug‘ullanishgan.

So‘nggi yillarda respublikamiz sanoat tarmoqlari qatorida yoqilg‘i sanoatini rivojlantiishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Jumladan, mamlakatimiz taraqqiyotining 2030-yilgacha mo‘ljallangan ustuvor yo‘nalishlari doirasida islohotlarni izchil davom ettirish va yangi bosqichga olib chiqishning qo‘shimcha chora tadbirlari to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi prezidentining 2026-yil 16 fevraldagi PF-21son farmonining “Sanoatning «drayver» sohalari rivojlantirish va hududlarning sanoat salohiyatini to‘liq ishga solish” deb nomlangan 48-maqsadida “Respublikaning 60 ming kvadrat kilometr maydonida geologiya-qidiruv ishlarini amalga oshirish” va “Tog‘-kon sanoatida mahalliyashtirish, sanoat kooperatsiyasi hamda shatakka olish tizimi doirasida mahalliyashtirilgan mahsulotlar hajmini 2 milliard dollargacha yetkazish” kabi ustuvor vazifalar belgilab berilgan.

Natijalar va muhokama. Respublikamiz jami sanoat tarkibida iqtisodiy faoliyat turlari bo'yicha tog'-kon sanoati va ochiq konlarni ishlash sohasi boshqa sohalarga nisbatan yuqori ulushga ega. Biroq ushbu sohaning jami sanoatdagi ulushi 2024-yilda, 2018-yilga nisbatan 4,3 foizga kamaygan. Ko'mir, lignit, neft va tabiiy gaz qazib chiqarish tadqiq etilayotgan yillarda 5,1 foizga, metall rudalarini qazib olish 0,5 foizga, boshqa turdagi tog'-kon sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish 0,4 foizga ko'paygan. Respublika tog'-kon sanoati va ochiq konlarni ishlash iqtisodiy faoliyat turlari tarmoqlar tarkibida ko'mir, lignit, neft va tabiiy gaz qazib chiqarish sohasining ulushi qolgan tarmoqlarga nisbatan yuqori ulushga ega.

Ushbu tarmoqlar ulushi 2024-yilda 2018-yilga nisbatan 19,9 foizga kamaygan. Ushbu yillarda metall rudalarini qazib olish 14 foizga, boshqa turdagi tog'-kon sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish 5,9 foizga o'sgan.

Tog'-kon sanoati va ochiq konlarni ishlash sohasida 2024-yilda 2011-yilga nisbatan 65145,1 mlrd so'mlik ko'p mahsulot ishlab chiqarilib, mazkur tarmoqda tadqiq etilayotgan yillarda sanoat mahsuloti ishlab chiqarish 137,6 foizga o'sgan. Tarmoqning jami sanoat mahsulotidagi ulushi 2011-2019-yillar oralig'ida o'sib borgan bo'lsa, bu ko'rsatkich 2020-2024-yillar oralig'ida pasayib borganligini kuzatishimiz mumkin. Shuningdek, sanoat mahsuloti ishlab chiqarishning oldingi yillarga nisbatan o'sishi sur'ati 2011-yilda past ko'rsatkichga ega bo'lgan bo'lsa, keyinroq ushbu ko'rsatkich 2015-2018-yillarda yuqori bo'lgan.

Mazkur ko'rsatkich 2019-2020-yillarda yana pasayib borgan. 2021-yilga kelib yuqori ko'rsatkichga erishilib, 2024-yilgacha pasayib borgan, biroq o'shbu yillarda oldingi yillarga nisbatan o'sish 100%dan yuqori bo'lgan.

Mamlakatimizda dastlabki neft qazib olish XIX asrning oxiri va XX asrning boshlarida Farg'ona viloyatining Chimyon va Sho'rsuv konlarining ishga tushirilishi bilan boshlangan. Keyinchalik 1924-yilga kelib, Qo'qon shahrida "O'zbekneft" tresti tashkil etilgan.

Respublikamiz yoqilg'i-energetika majmuasi tarkibida neft va gaz qazib olish sanoatining o'rni ham katta. O'zbekiston Respublikasi yoqilg'i sanoatida ko'mir, neft, va tabiiy gazni qazib olish va uni qayta ishlash asosida iqtisodiyotning ko'plab tarmoqlari uchun yoqilg'i mahsulotlari ishlab chiqariladi. Mamlakatimiz yoqilg'i sanoati tarkibida gaz qazib olish va uni qayta ishlash sanoati ustuvor ahamiyatga ega. Gaz qazib olish va uni qayta ishlash sanoatining rivojlanishi boy mahalliy yoqilg'i resurslariga tayanadi. Mamlakatimizda tabiiy gazni qazib chiqarish o'tgan asrning 50-yillarning ikkinchi yarmida Buxoro viloyatining Gazli, Uchqir va bir qator gaz konlari ishga tushirildi. Shuningdek, 1980-yillarning boshlarida Qashqadaryo viloyatida istiqbolli Muborak va Sho'rtan gaz konlari aniqlanib ishga tushirildi. Keyinroq esa Qoraqalpog'iston Respublikasining Ustyurt rayonida yirik gaz konlari ishga tushirildi. Mustaqillik yillarida geologik qidiruv ishlarining jadal olib borilishi bilan respublikamizning Janubi- g'arbiy Hisor mintaqasida yangi gaz konlari aniqlanib, ishga tushirish borasida ishlar amalga oshirilmoqda.

So'nggi yillarda respublikamizda gaz qazib olish hajmi pasayib bormoqda. Mamlakatimizda 2024-yilda tabiiy gaz qazib olish hajmi 2010-yilga nisbatan 24434,8 mln.m³ ga kamaygan (1-rasm). Tadqiq etilayotgan yillarda tabiiy gaz

qazib olish 62 foizni tashkil etgan (2-jadval). Gaz asosan iqtisodiyot tarmoqlarining ko'pgina sohalarida keng foydalaniladi. Mamlakatimizda gaz iste'moli yildan-yilga o'sib bormoqda. Davlat statistika manbalariga kura 2010-yilda aholi jon boshiga tabiiy gaz qazib chiqarish 1,9 tonna neft ekvivalenti to'g'ri kelgan bo'lsa, bu ko'rsatkich 2024-yilda 1,0 tonna neft ekvivalentiga teng bo'lgan.

Respublika statistika davlat qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra "O'zbekiston 2024-yilda 628 mln dollarlik gaz eksport qilib, bundan 2,5 barobar ko'p – 1,68 mlrd dollarlik gaz import qildi. O'zbekistonning gaz importi bir yil ichida qiymat jihatdan 2,4 barobarga oshgan. 2023-yilda Turkmaniston va Rossiyadan 694,9 mln dollarlik gaz sotib olingan bo'lsa, 2024-yilda bu ko'rsatkich 1,68 mlrd dollarga yetgan. O'zbekiston 2024-yil davomida Rossiya va Turkmanistondan 1,7 mlrd dollarlik gaz sotib oldi. Bu – 2023-yilga nisbatan 2,4 barobarga, 2022-yilga nisbatan 6 barobarga ko'p. O'tgan yili, shuningdek, gaz eksporti qiymat jihatdan 18 foizga oshib, 628 mln dollarga yetgan [5].

Respublikamizda gaz qazib olish va uni qayta ishlash sanoatini rivojlantirish borasida bir qator farmon va qarorlar qabul qilingan. Jumladan, "Neft va gaz geologiya qidiruv ishlarini tashkil etish va olib borish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 18-noyabrdagi PQ-4522-sonli, "Tabiiy gaz bozorini isloh qilishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida" O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 15-iyundagi PQ-280-sonli, "Tabiiy gaz va suyuq uglevodorodni qazib chiqarish, qayta ishlash hamda realizatsiya qilish hisobini yuritish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarorlari hamda "Yoqilg'i-Energetika sohasida davlat nazorati mexanizmlarini takomillashtirish va «Raqamli energonazorat» tizimini joriy etish to'g'risida"gi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 26-maydagi PF-77-sonli farmonlarida tarmoqqa tegishli ustuvor vazifalar belgilab berilgan.

Mamlakatimiz ommaviy axborot vositalarining bergan ma'lumotlariga ko'ra "2023-yil avgust oyida O'zbekistonda umumiy zaxiralari 1,854 trillion kub metr gaz bo'lgan 296 ta neft va gaz konlari mavjudligi e'lon qilingan edi. Ulardan 122 ta kon "O'zbekneftgaz"ga tegishli bo'lib, u mamlakat umumiy zaxiralarining yarmini – 933 milliard kub metrni tashkil qiladi.

OPEK reytingiga ko'ra, O'zbekistonning gaz zaxiralari 1,522 trillion kub metrga baholanib, jahon zahiralari 0,74 foizini tashkil etadi va mamlakat 22-o'rinda turadi. Boshqa xalqaro ma'lumotlarga ko'ra, O'zbekistonning gaz zaxiralari 1,840 trillion kub metrni tashkil etib, mamlakatni eng yirik tabiiy gaz zaxiralari orasida 17-o'rinni egallaydi [6].

Shuningdek, Respublika Energetika instituti ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekistonning tasdiqlangan tabiiy gaz zaxiralari 2024-yil oxirigacha jami 1,97 trillion kub metrni tashkil qiladi. Biroq, so'nggi yillarda ishlab chiqarish kamaymoqda - o'tgan yili 44,6 milliard kubometr. 2019-yilga (59,4 milliard) nisbatan bu 14,9 milliard kub metrga kamaygan [7].

Hozirgi vaqtda respublikamizda qazib olinayotgan tabiiy gazni sanoat asosida qayta ishlovchi yirik korxonalar ishlab turibdi. Bunday korxonalarga Qashqadaryo viloyatidagi Muborak gazni qayta ishlash zavodi, Sho'rtan

gaz-kimyo majmuasi, “Uzbekistan JTL” zavodi, Buxoro viloyatidagi Qandim va Gazli gazni qayta ishlash zavodlari kiradi.

Respublikamiz yoqilg'i sanoatining muhim tarmoqlaridan biri neft va neftni qayta ishlash sanoati tarmoqlari hisoblanadi. Mamlakatimizda dastlabki neft qazib olish XIX asrning oxiri va XX asrning boshlarida Farg'ona viloyatining Chimyon va Sho'rsuv konlarining ishga tushirilishi bilan boshlangan. 1906-yilda hozirgi Farg'ona viloyatining Oltiariq tumanida respublikamizdagi dastlabki neftni qayta ishlash zavodi ishga tushirilgan. Keyinchalik 1924-yilga kelib, Qo'qon shahrida “O'zbekneft” trestini tashkil etilgan.

2-jahon urushidan keyin mamlakatimizda yangi konlarni aniqlash va ishga tushirilganiga qadar neftning asosiy qismi Andijon va Farg'ona viloyatlaridagi Xo'jaobod, Janubiy Olamushuk, Polvontosh, So'x kabi konlardan qazib olingan. 1959-yilga kelib, mintaqada neftni qayta ishlash zavodi qurib ishga tushirildi. Respublikamizda joylashgan ko'pgina neft va neft-gaz konlari o'tgan asrning 30-40-yillarida aniqlangan bo'lsada, ularni xo'jalik maqsadlarida jadal o'zlashtirish 1960-yillardan keyin davom ettirildi. Jumladan, Surxondaryo, Buxoro, Qashqadaryo viloyatlari hamda Qoraqalpog'iston Respublikasidagi neft konlari aniqlanib ishga tushirildi. Birgina o'tgan asrning 80-yillarning o'rtalarida Qashqadaryo viloyatining hozirgi Mirishkor tumani hududida Ko'kdumaloq neft koni ishga tushirildi. “1986-yilda 3-quduqdan yuqori yura davri karbonat yotqiziklariga mansub sanoat ahamiyatiga ega neft olindi. Konda 18 ta quduq qazilgan. Shulardan 13 tasi mahsuldor. Ko'kdumaloq konidagi quduqlar bu yerda yura, bo'r, paleogen va neogen-to'rtlamchi davr yotqiziqalarining mavjudligini ko'rsatdi. Quduqlarning chuqurligi 3631 m gacha” [8].

Keyinchalik mustaqillik yillarida kondan neft qazib olish hajmi oshirildi. Shuningdek, Namangan viloyatining istiqbolli Mingbuloq neft koni ochildi. 1997-yilda Ko'kdumaloq neft koni bazasida Buxoro viloyatining Qoravulbozor shahrida yirik neftni qayta ishlash zavodi qurib ishga tushirildi.

So'nggi yillarda respublikamizda neft va gaz kondensati qazib chiqarish hajmi kamayib borgan. Jumladan 2024-yilda 2010-yilga nisbatan neft qazib chiqarish hajmi 1304,8 ming tonnaga, gaz kondensati qazib chiqarish hajmi 831 ming tonnaga kamaygan. “Bu holat ancha vaqtdan buyon yangi yirik neft konlari ishga tushirilmayotganligi, amalda foydalanilib kelayotgan konlarning zaxiralari esa kamayib qolganligi bilan bog'liqdir.

Shu sababdan O'zbekiston so'nggi yillarda katta miqdorda neft va neft mahsulotlarini Turkmaniston, Qozog'iston va Rossiyadan import qilmoqda. O'zbekistonda neftni qazib olishning hududiy tarkibida 70% ga yaqin hissa Qashqadaryo viloyatiga to'g'ri keladi. Undan tashqari, neft Qoraqalpog'iston Respublikasi, Andijon, Buxoro va Surxondaryo viloyatlarida qazib olinadi” [1].

Respublikamizda neftni qayta ishlash sanoati korxonalari Buxoro viloyatining Qoravulbozor, Farg'ona viloyatining Oltiariq, Surxondaryo viloyatining Jarqo'rg'on tumanlarida hamda Toshkent viloyatining Chinoz shaharlarida joylashgan.

Respublikamiz ko'mir sanoati yoqilg'i-energetika sanoatining yirik tarmog'i bo'lib, mamlakatimizda ko'mir sanoatining rivojlanishi XX-asrning 40-yillarida Angren

konidan shaxta usulida ko'mir qazib olish asosida boshlangan. 1948-yilga kelib Angren ko'mir konidan ochiq usulda ko'mir qazib olinib boshlangan. Mamlakatimizda ko'mir sanoati geografiyasini Toshkent viloyatidagi Angren ko'mir koni va Surxondaryo viloyatidagi Sharg'un va To'da (Boysun) konlari tashkil etadi.

O'zbekiston ko'mirning zahirasi bo'yicha jahonda 27-o'rinni egallaydi. Theglobal Economy.com internet resursi ma'lumotlari bo'yicha mamlakatda 1,5mlrd hajmida ko'mir zahirasi mavjud [2]. Boshqa bir manbalarga ko'ra respublika 1,8 mlrd tonna qo'ng'ir ko'mir, 46,3 mln tonna toshko'mir zahirasiga ega [3].

Respublikamizda 2024-yilda ko'mir zahirasi 1846,3 ming tonnaga baholangan. Ko'mir zahirasini izlab topish va aniqlash 2024-yilda 2010-yilga nisbatan 129 foizga o'sgan. 2024-yilda respublikamizda 8464,4 ming ko'mir qazib chiqarilib 2010-yilga nisbatan 4834,5 ming tonna ko'p ko'mir qazib olingan. Aynan mana shu yillarda ko'mir qazib olish 2,3 martaga o'sgan. Mamlakatimiz ko'mir sanoatida qazib chiqarilayotgan ko'mirning 88,7 foizi qo'ng'ir ko'mir, 11,3 foizini toshko'mir tashkil etadi. Tadqiq etilayotgan yillarda qo'ng'ir ko'mir qazib chiqarish 2,2 martaga, toshko'mir qazib chiqarish 7,5 martaga o'sgan. Shuningdek, respublikamizda ko'mir iste'moli 2,5marta, ko'mir eksporti 3,5marta, ko'mir importi 938 martaga o'sgan.

Respublikamiz ko'mir sanoatida ko'mir qazib olish bilan “O'zbekko'mir” va “Sharg'un ko'mir” hissadorlik jamiyatlari shug'ullanishadi. “O'zbek ko'mir” hissadorlik jamiyati mamlakatimizdagi ko'mir qazib oluvchi yirik korxona bo'lib, uning takibiga 11 ta korxona (uchtasi ko'mir koni, qolganligi yordamchi korxonalar) kirib, jamiyatda 6 ming nafarga yaqin kishi mehnat qiladi.

Hissadorlik jamiyatda ko'mirning asosiy qismi “Angren” va “Apartak” konlaridan ochiq usulda qazib olinadi. Ushbu kondan ko'mir bilan birgalikda qizg'ish va kulrang kaolin hamda ohaktosh ham qazib olinmoqda.

“So'nggi yillarda energiya resurslariga talab kuchayishi munosabati bilan jamiyatda ham yoqilg'i qazib olish va yetkazib berish hajmlari oshirilmoqda. 2020-yilda 3 million 869 ming tonna ko'mir qazib olingan bo'lsa, 2021-yilda bu ko'rsatkich 4 million 781 ming, 2022-yilda 5 million, 2023-yilda 5 million 836 ming, 2024-yilda 6 million 766 ming tonnani tashkil etdi [4].

Respublikamizda ko'mir sanoatining markazlarini Surxondaryo viloyatida joylashgan Sharg'un (Sariosiyo tumani) va To'da (Boysun tumani) konlari tashkil etadi. Mazkur konlardan asosan toshko'mir qazib olinadi.

“Sharg'un ko'mir” aksiyadorlik jamiyatini modernizatsiya qilish bo'yicha investitsion loyiha amalga oshirilmoqda. Loyihaning umumiy qiymati 105,5 mln AQSh dollari bo'lib, uni 2017-yilning sentabr oyidan boshlab, Xitoyning “China Railway Tunnel Group (GROUP)” kompaniyasi tomonidan amalga oshirilmoqda. Loyihani amalga oshirish jarayonida kondagi eski 10 shaxtaning yopilib qolgan 1500 metr masofadagi qismi tozalaniib, yana qo'shimcha ko'mir qatlamigacha bo'lgan 2227 metr tunnel qismini qazish ishlari bajarildi. Shuningdek kon to'la xorijdan keltirilgan zamonaviy ko'mir qazib olish uskunalari bilan jihozlanib, uning yillik ko'mir qazib olish quvvati 900 ming tonnaga yetkaziladi.

Surxondaryo viloyati ko'mir sanoatining ikkinchi muhim qismi bo'lgan Boysun tumanidagi To'da ko'mir

konini qayta o'zlashtirish bo'yicha bir qancha investitsiyaviy ishlar bajarilmoqda. Jumladan mazkur tumanda joylashgan "Markaziy" va "Sharqiy" hududlarida toshko'mir qazib olish maqsadida qiymati 50 mln AQSh dollari bo'lgan loyiha ishlari bajarilmoqda.

Mamlakatimizda ko'mir sanoatining keyingi rivojlanish davri 2017-yildan to hozirgi kungacha bo'lgan davrni qamrab oladi. Mazkur davrda "2017-2021-yillarda ko'mir sanoatini yanada rivojlantirish va modernizatsiya qilish dasturi to'g'risida"gi 13.06.2017-yildagi PQ -3054-son O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori mamlakatimizda ko'mir sanoatini yanada jadal sur'atda rivojlantirish imkonini berdi.

Natijada qarorda ko'rsatib o'tilganidek, 2017-2021-yillarda O'zbekiston Respublikasi Davlat geologiya qo'mitasi korxonalari tomonidan bajariladigan ko'mirni aniqlash bo'yicha geologiya-qidiruv ishlarini olib borish hajmlarining maqsadli parametrlari ishlab chiqildi. Unga ko'ra Angren koniga qarashli Nish-Bosh maydoni (To'liq o'rganish), G'arbiy O'zbekiston mintaqasiga tegishli Orolbo'yi, G'arbiy Qizilqum maydonlari (Qidiruv va baholash ishlari), shuningdek, Janubiy O'zbekiston mintaqasiga qarashli toshko'mir zahirasiga ega bo'lgan Gurud maydoni, «Nilu» uchastkasi (Mufassal baholash), Janubiy Machetli maydoni, «Fangart», «Hovuz» va boshqa uchastkalarni (Dastlabki baho) geologik jihatdan o'rganish vazifalari belgilab berilgan.

Mamlakatimizda qazib olinayotgan ko'mirning asosiy iste'molchisi ijtimoiy sohalar va sanoat tarmoqlari hisoblanadi. Respublikamiz ko'mir sanoatida 2024-yilda 8,4 mln tonna ko'mir qazib olinib, bu ko'rsatkich 2023-yilga nisbatan 128 foizga (1,9 mln tonnaga), 2016-yila nisbatan 2,2 barobarga ko'p miqdorni tashkil etgan. Mamlakatimizda 2024-yilda qazib chiqarilgan tayyor ko'mir mahsulotining 3 887,9 ming tonnasi issiqlik elektr stansiyalariga, 627,4 ming tonnasi budget tashkilotlariga, 1362,7 ming tonnasi aholi ehtiyojlari uchun, 517 ming tonna mahsulot birja savdolari orqali iste'molchilarga yetkazib berilgan.

Xulosa. So'nggi yillarda mamlakatimizda tabiiy gaz, gaz kondensati, neft qazib olish hajmi kamayib borayotgan bo'lsa, aksincha ushbu yoqilg'i turlariga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Bu esa ushbu tarmoqqa investitsiyani jalb qilish hajmini oshirish, yangi istiqbolli konlarni aniqlash va ishga tushirishni taqozo etadi.

Bugungi kunda respublikamizda qazib olinayotgan ko'mirdan energetika va metallurgiya va aholining maishiy maqsadlarida keng foydalanilmoqda. Ma'lumki, ko'pgina rivojlangan mamlakatlarda qazib olingan ko'mir texnologik chuqur qayta ishlanib, undan xilma-xil mahsulotlar olinadi. Yaqin kelajakda respublikamizda ham ko'mir sanoati klasterini yo'lga quyish orqali ko'mirdan xalq xo'jaligi uchun xilma-xil mahsulotlarni ishlab chiqarish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

1. Qurbonov Sh.B., Fedarko V.N. O'zbekiston geografiyasi (II qism. O'zbekiston iqtisodiy iqtisodiy va ijtimoiy geografiyasi). Darslik. –Toshkent: "Yangi Chirchiq prints", 2024.
2. Воронин С.А., Мусабеков Д.Х., Арзуманян С.Ю., Дергачева Т.А., Азимова Ф.М. Развитие угольной отрасли Узбекистана в условиях современных вызовов 2024, Coal reserves. URL: https://www.theglobaleconomy.com/rankings/coal_reserves (дата обращения: 15.01.2024).
3. Матвеев И.Е. Угольная и уранодобывающая промышленность Узбекистана. Угольная и уранодобывающая промышленность Узбекистана. URL: <https://matveev-igor.ru/articles/404625> (дата обращения: 15.01.2024) февраль, 2024, "уголь".
4. "Ўзбеккўмир" АЖ Ахборот хизмати (Кўмир sanoati sohasida amalga oshirilayotgan ishlar Ўзбеккўмир" АЖ "Ангрен" кўмир кони пресс-тур учун. 2025 йил 18-февраль) <http://uzbekcoal.uz/uz/pages/press-release>
5. <https://kun.uz/kr/news/2025/01/21/O'zbekiston-2024-yilda-gaz-importini-24-barobarga-oshirdi>.
6. <https://kun.uz/ru/news/2024/12/27/kak-uzbekistan-prevratilsya-iz-krupnogo-eksportyora-gaza-v-chistogo-importyora>.
7. (<https://24.kg/ekonomika/343687>).
8. (https://uz.wikipedia.org/wiki/Ko%CA%Kukdumaloq_neft-gazkondensat_koni).
9. (<https://24.kg/ekonomika/343687>).
10. (https://uz.wikipedia.org/wiki/Ko%CA%Kukdumaloq_neft-gazkondensat_koni).

QIZILQUM DAVLAT QO'RIQXONASI: CHO'L EKOTIZIMINI ASRASH

Axmedova Yulduz Qosimovna – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori*

yulduzaxmedova796@gmail.com

Navoiy davlat universiteti

КЫЗЫЛКУМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК: СОХРАНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПУСТЫНИ

Ахмедова Юлдуз Касимовна – *доктор философии по педагогическим наукам*

Навоийский государственный университет

KIZILQUM STATE RESERVE: PRESERVING THE DESERT ECOSYSTEM

Akhmedova Yulduz Kasimovna – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences*

Navoi State University

Tayanch so'zlar: Qizilqum davlat qo'riqxonasi, cho'l ekotizimi, biologik xilma-xillik, tabiatni muhofaza qilish, ekologik barqarorlik, cho'l landshaftlari, o'simliklar dunyosi, hayvonot dunyosi, Qizil kitob, noyob turlar, tabiiy resurslar, ekologik monitoring, muhofaza etiladigan tabiiy hududlar.

Rezyume. Maqolada Qizilqum davlat qo'riqxonasining cho'l ekotizimini saqlash va biologik xilma-xillikni muhofaza qilishdagi o'rni tahlil qilinadi. Qo'riqxonaning tabiiy-geografik xususiyatlari, o'simlik va hayvonot dunyosining xilma-xilligi hamda noyob turlarni asrashga qaratilgan muhofaza choralari yoritilgan. Tadqiqotda qo'riqxonaning 10 311 gektarlik hududi, unda 275 turdan ortiq o'simlik hamda 359 turdagi umurtqali hayvonlar mavjudligi haqidagi statistik ma'lumotlardan foydalanilgan. Maqolada Qizilqum davlat qo'riqxonasining cho'l ekotizimini muhofaza qilish, ilmiy tadqiqotlar olib borish va kelajak avlod uchun tabiiy boyliklarni saqlashdagi ahamiyati asoslab beriladi.

Ключевые слова: Кызылкумский государственный заповедник, пустынная экосистема, биоразнообразие, охрана природы, экологическая устойчивость, пустынные ландшафты, флора, фауна, Красная книга, редкие виды, природные ресурсы, экологический мониторинг, охраняемые природные территории.

Резюме. В статье анализируется роль Кызылкумского государственного заповедника в сохранении экосистемы пустыни и защите биоразнообразия. Освещаются природно-географические особенности заповедника, разнообразие флоры и фауны, а также природоохранные мероприятия, направленные на сохранение редких видов. В исследовании использованы статистические данные о 10 311 гектарах территории заповедника, на которых обитает более 275 видов растений, а также 359 видов позвоночных животных. В статье обосновывается значение Кызылкумского государственного заповедника в сохранении пустынной экосистемы, проведении научных исследований и сохранении природных ресурсов для будущих поколений.

Key words: Qizilqum State Reserve, desert ecosystem, biodiversity, nature conservation, ecological sustainability, desert landscapes, flora, fauna, Red Book, rare species, natural resources, ecological monitoring, protected natural areas.

Summary. This article analyzes the role of the Kyzylkum State Reserve in preserving the desert ecosystem and protecting biodiversity. The natural and geographical features of the reserve, the diversity of flora and fauna, and the conservation measures aimed at preserving rare species are described. The study used statistics on 10,311 hectares of the Reserve, which contains more than 275 species of plants and 359 species of vertebrates, based on the importance of the Qizilqum State Reserve in protecting the desert ecosystem, conducting scientific research and preserving natural resources for future generations.

Kirish. Cho'l hududlari tabiatning eng murakkab va nozik ekotizimlaridan biri hisoblanadi. Suv tanqisligi, yuqori harorat, shamol va yog'ingarchilikning kamligi bunday hududlarda yashovchi o'simlik va hayvonlarning o'ziga xos sharoitga moslashishini taqozo etadi. O'zbekiston hududining katta qismini cho'l va yarim cho'l landshaftlari egallagan sababli ularni muhofaza qilish mamlakat ekologik xavfsizligining muhim yo'nalishlaridan biridir. Ana shunday tabiiy hududlardan birida joylashgan Qizilqum davlat qo'riqxonasi cho'l va Amudaryo bo'yidagi to'qay ekotizimlarini saqlashda muhim o'rin tutadi. Qo'riqxona 1971-yil 23-iyunda tashkil etilgan bo'lib, hozirgi hududi Xorazm va Buxoro viloyatlari chegaralarida joylashgan.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Cho'l ekotizimini asrashga oid ma'lumotlarni Abirqulov Q.N., Xojimatov A.N., N.R.Rajabovlarning tadqiqotlaridan bilishimiz mumkin [1]. Qizilqum davlat qo'riqxonasining umumiy maydoni 10 311 gektarni tashkil etadi. Shundan 8 844 gektari Xorazm viloyatining Tuproqqal'a tumanida, 1 467 gektari esa Buxoro viloyatining Romitan tumanida joylashgan. Hududning 7 134 gektari Qizilqum cho'l

zonasiga, 3 177 gektari esa Amudaryo bo'yidagi to'qay zonasiga to'g'ri keladi. Bu ko'rsatkich qo'riqxonaning o'ziga xos jihatini ko'rsatadi: unda bir-biridan keskin farq qiluvchi cho'l va daryo bo'yi to'qay ekotizimlari bir hududda mujassamlashgan. Bunday tabiiy xilma-xillik turli hayvonlar va o'simliklarning yashashi uchun qulay sharoit yaratadi. Hudud dengiz sathidan taxminan 150-180 metr balandlikda joylashgan. Iqlimi keskin kontinental va qurg'oqchil. Yoz oylarida harorat +40-47 °C gacha ko'tarilishi, qishda esa -20-25 °C gacha pasayishi mumkin. Yog'ingarchilikning asosiy qismi bahor oylariga to'g'ri keladi [2].

Muhokama. Qizilqum davlat qo'riqxonasining ekologik ahamiyatini uning o'simliklar xilma-xilligi ham yaqqol ko'rsatadi. Rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, hududda 275 turdan ortiq o'simlik aniqlangan. Ularning 4 turi O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobiga kiritilgan.

Cho'l qismida saksovul, yantoq, sho'rak va boshqa qurg'oqchilikka chidamli o'simliklar uchraydi. Amudaryo bo'yidagi to'qaylarda esa daryo suvi va namlik bilan bog'liq o'simliklar rivojlangan. Shu sababli qo'riqxona nafaqat cho'l biologik xilma-xilligini, balki daryo bo'yi o'simlik qoplamini ham muhofaza qiladi.

Cho'l o'simliklarining ekologik vazifasi juda katta. Masalan, saksovol kabi o'simliklar qumni ushlab turishga, shamol eroziyasini kamaytirishga va cho'l landshaftining barqarorligini ta'minlashga yordam beradi. Demak, o'simliklarni muhofaza qilish faqat ayrim turlarni saqlash emas, balki butun ekotizimni himoya qilish demakdir [4].

Natijalar. Qizilqum davlat qo'riqxonasining hayvonot dunyosi ham nihoyatda boy. 2025-yilda e'lon qilingan rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, hududda jami 359 turdagi hayvon qayd etilgan. Ularning tarkibiga 37 tur sutemizuvchi, 266 tur qush, 29 tur sudralib yuruvchi, 2 tur suvda va quruqlikda yashovchi hamda 25 tur baliq kiradi.

Ushbu turlarning 50 tasi O'zbekiston Qizil kitobiga kiritilgan. Jumladan, Qizil kitob maqomiga ega turlar orasida 8 tur sutemizuvchi, 32 tur qush, 3 tur sudralib yuruvchi va 8 tur baliq qayd etilgan.

Qo'riqxonaning eng muhim muhofaza obyektlaridan biri — Buxoro bug'usi, ya'ni xongul. Bu noyob hayvon O'zbekiston Qizil kitobiga kiritilgan bo'lib, xalqaro miqyosda ham muhofazaga muhtoj turlar qatorida turadi. 2025-yilda qo'riqxona hududidagi fotoqopqonlarga Buxoro bug'usi, to'ng'iz va chiyabo'ri kabi hayvonlar tushirilgani haqida rasmiy ma'lumot berilgan.

Qushlar sonining ko'pligi ham qo'riqxonaning alohida ahamiyatini ko'rsatadi. 266 tur qushning qayd etilgani Amudaryo bo'yidagi to'qay va suvli hududlar turli qushlar uchun oziqlanish, dam olish va ko'payish joyi vazifasini bajarishini ko'rsatadi [5].

Cho'l ekotizimi tashqi ta'sirlarga nisbatan sezgir bo'ladi. Suv resurslarining kamayishi, iqlim o'zgarishi, noqonuniy ov, o'simlik qoplamining buzilishi va antropogen bosim tabiiy muvozanatga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Qizilqum qo'riqxonasining ahamiyati shundaki, bu hududda tabiatning ayrim qismlari insonning bevosita xo'jalik faoliyatidan himoyalangan holda saqlanadi. Natijada olimlar tabiiy jarayonlarni kuzatish, hayvonot va o'simlik dunyosidagi o'zgarishlarni o'rganish hamda noyob turlarni muhofaza qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ayniqsa, qo'riqxonaning cho'l va to'qay zonalarining birgalikda muhofaza qilinishi ekologik jihatdan muhim. Cho'l hududi qurg'oqchil ekotizimlarni, Amudaryo bo'yidagi to'qaylar esa suv bilan bog'liq tabiiy muhitni saqlab turadi. Shu

jihatdan Qizilqum qo'riqxonasi turli ekotizimlar o'rtasidagi ekologik bog'liqlikni o'rganish uchun ham muhim tabiiy makondir [6].

Bugungi kunda qo'riqxonalarda tabiatni muhofaza qilish an'anaviy kuzatuvlarga emas, balki zamonaviy texnologiyalardan foydalanishni ham talab qiladi. Qizilqum davlat qo'riqxonasida hayvonlarni kuzatishda fotoqopqonlardan foydalanilayotgani buning amaliy misolidir. Bunday qurilmalar hayvonlarni bezovta qilmasdan ularning tabiiy hayot tarzini kuzatish imkonini beradi [7].

Kelajakda bunday monitoring tizimlarini kengaytirish noyob hayvonlarning soni, tarqalish hududi va harakatlanish yo'nalishlarini aniqlashga yordam beradi. Olingan ma'lumotlar esa muhofaza choralari yanada aniq rejalashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, qo'riqxona hududidagi o'simlik va hayvonlarning holatini muntazam baholab borish, noqonuniy ovning oldini olish, suv ekotizimlarini nazorat qilish va ekologik ta'limni rivojlantirish cho'l tabiatini saqlashning muhim yo'nalishlari hisoblanadi. Bu raqamlar Qizilqum qo'riqxonasi kichik hudud bo'lishiga qaramay, biologik xilma-xillik jihatidan katta ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi. Ayniqsa, Qizil kitobga kiritilgan 50 tur hayvonning mavjudligi hududni muhofaza qilish masalasining naqadar muhimligini anglatadi [10].

Xulosa va bibliografiya. Qizilqum davlat qo'riqxonasi O'zbekistonning cho'l va to'qay tabiatini asrashda muhim ekologik maskanlardan biridir. Uning 10 311 gektarlik hududida cho'l landshaftlari bilan bir qatorda Amudaryo bo'yidagi to'qay ekotizimlari ham muhofaza qilinadi. 275 turdan ortiq o'simlik va 359 turdagi hayvonning qayd etilgani qo'riqxonaning biologik salohiyati yuqori ekanini ko'rsatadi. Ayniqsa, 50 tur hayvonning O'zbekiston Qizil kitobiga kiritilgan hududni muhofaza qilishning milliy va ekologik ahamiyatini yanada oshiradi.

Qizilqum qo'riqxonasini asrash — faqat alohida hayvon yoki o'simlik turlarini himoya qilish emas. Bu cho'lning tabiiy muvozanatini, Amudaryo bo'yidagi to'qaylarni, biologik xilma-xillikni va kelajak avlod uchun sog'lom tabiiy muhitni saqlash demakdir. Shu sababli qo'riqxonaning ilmiy salohiyatini kuchaytirish, zamonaviy monitoring usullaridan foydalanish va ekologik madaniyatni oshirish kelajakdagi muhim vazifalardan biri bo'lib qoladi.

Adabiyotlar

1. Abirqulov Q.N., Xojimatov A.N., Rajabov N.R. Atrof Muhitni muhofaza qilish. -Toshkent: Yozuvchilar uyushmasi, 2004.
2. Коробкин В.И., Переделский Л.Б. Экология. —Ростов на Дону: «Феникс», 2007.
3. Azimova D.O., Yodgorova D.Sh., Egamberdieva L.Sh., Jabborov B.T. Bioxilma-xillik va uning muhofazasi. -Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi, 2020.
4. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya va iqlim o'zgarishi milliy qo'mitasi. "Qizilqum" davlat qo'riqxonasi. -Toshkent: 2025. Qo'riqxonaning hududi, flora va fauna tarkibi hamda muhofaza faoliyatiga oid rasmiy ma'lumotlar.
5. Лукянчиков Н.Н., Потравный И.М. Экономика и организация природопользования. -Москва: «Тройка», 2000.
6. Rafiqov A.A., Abirqulov Q.N., Xojimatov A.N. Ekologiya. -Toshkent: Yozuvchilar uyushmasi, 2004.
7. Raxmonov S. Tabiatning nodir javohirlari. / Xalq so'zi, 2014-yil 14 yanvar.
8. Xojimatov A.N. Ekologik monitoring. - Toshkent: Yozuvchilar uyushmasi, 2004.
9. Xo'janazarov O., Zikiriyayev A., Norboboyeva T. Biologik xilma-xillik nima? // Ekologiya xabarnomasi, 2006, 9-son, 22-23-b.
10. O'zbekiston Respublikasida atrof muhit holati va tabiiy resurslardan foydalanish to'g'risida Milliy ma'ruza. -Toshkent: Chinor ENK, 2008.
11. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi. - Toshkent: Chinor ENK, 1-jild, 2006; II-jild, 2003.

UO‘K 631.4(556.54)(075.8)

OQTOG‘ VA TOG‘OLDI TEKISLIK LANDSHAFTLARIDAN XO‘JALIK MAQSADLARIDA FOYDALANISH MASALALARI**Joniev Otabek Toxirovich** – *geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori*joniev_otabek@mail.ru*Navoiy davlat universiteti***ВОПРОСЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ РАВНИННЫХ ЛАНДШАФТОВ****Жониев Отабек Тохилович** – *доктор философии по географическим наукам**Навоийский государственный университет***ISSUES RELATED TO THE ECONOMIC USE OF MOUNTAIN AND FOLKLANDSCAPES****Joniev Otabek Tokhiroovich** - *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences**Navoi State University***Tayanch so‘zlar:** optimallashtirish, landshaft, geoeкологиya, ekologik muvozanat, ekotizim, geoeкологик vaziyat.**Rezyume.** Maqolada O‘zbekistonning eng baland va eng yirik tog‘ tizimlaridan biri – Nurota tog‘ tizmasining Oq tog‘ va tog‘oldi landshaftlari geoeкологик vaziyatini optimallashtirishning ustivor yo‘nalishlari yuzasidan taklif va tavsiyalar berilgan.**Ключевые слова:** оптимизация, ландшафт, геоэкология, экологический баланс, экосистема, геоэкологическая ситуация.**Резюме.** В статье представлены предложения и рекомендации по приоритетным направлениям оптимизации геоэкологической ситуации в Ак-Тягском и предгорном ландшафтах Нуротского горного хребта, одной из самых высоких и крупных горных систем Узбекистана.**Key words:** optimization, landscape, geoeкоlogy, ecological balance, ecosystem, geoeкоlogical situation.**Summary.** This article presents proposals and recommendations on priority areas for optimizing the geoeкоlogical situation of the Ak-Tag and foothill landscapes of the Nurota mountain range, one of the highest and largest mountain systems in Uzbekistan.**Kirish.** Hozirgi iqtisodiy sharoitda respublikamizdagi yerlarni qayta taqsimlash jarayoni qishloq xo‘jaligidagi yerlardan oqilona foydalanishni nazarda tutib amalga oshiriladi, lekin bunda landshaft sharoitlarini hisobga olmagan holda katta yer maydonlarining parchalanishi, tuproq unumdorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlarning yo‘qligi va natijada sifatning yomonlashishi hamda qishloq xo‘jalik yerlarning unumdorligini pasayishi ko‘p hollarda e‘tiborga olinmagan edi.**Adabiyotlar tahlili.** Oqtog‘ tizmasi landshaftlarini o‘rganishda shu vaqtda qadar bir qancha ilmiy tadqiqotchilar o‘rganishgan. Oqtog‘ tizmasi tabiiy sharoiti va landshaftlarining asosiy xususiyatlari haqidagi malumotlarni N.A.Gvozdetskiy, E.N.Rakitnikov, T.V.Zvonkova, A.R.Raxmatullayev va boshqalarning ishlarida ko‘rishimiz mumkin. Professor N.A.Gvozdetskiy Oqtog‘ tizmasini Nurota-Qoratepa provinsiasiga kiritadi. E.N.Rakitnikov, T.V.Zvonkovalarning avvalgi ilmiy tadqiqot ishlarida Oqtog‘ tizmasi Nurota-Oqtog‘ rayoniga kiritilib kichik rayon sifatida qaralgan.

Respublikamizda qishloq xo‘jaligi yerlaridan asosiy foydalanuvchilar - qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarish bilan shug‘ullanadigan fuqarolar, qishloq xo‘jaligi korxonalari va tashkilotlaridir. Fuqarolar foydalanadigan qishloq xo‘jaligi yerlari maydoni kamayish tendensiyasiga ega.

Oqtog‘ tog‘oldi tekislik landshaft komplekslaridan foydalanish strategiyasi tabiatni muhofaza qilish Davlat qo‘mitasi tomonidan ishlab chiqilgan uzoq muddatga mo‘ljallangan dasturda ishlab chiqilishi lozim. Tabiatdan foydalanish strategiyasi-hudud tabiati va uning resurslarini uzoq muddat (5-10 yil va undan ko‘p)ga qadar ishlab

chiqarish muomalasida bo‘lishida undan foydalanish tamoyillari, usul va uslublari, me‘yoriy ko‘rsatkichlar, boyliklarni oqilona muomalaga kiritish, sifat va keskin miqdoriy o‘zgarishlarini oldini olish, tejamkorlik va boshqalarga to‘liq rioya qilish kabilar tushuniladi [3:41-45].

Tadqiqot metodologiyasi. Oqtog‘ tog‘oldi landshaftlardan foydalanishning ustivor yo‘nalishlari, aytaylik suvdan barcha sohalarida, xususan sug‘orma dehqonchilikda me‘yorga va sifatini yaxshilab borishga bekami-ko‘st amal qilish, sug‘orishda yangi ilg‘or innovatsion texnologiyani bosqichma-bosqich qo‘llashdan iborat.

O‘qtog‘ tog‘oldi tekislik landshaft komplekslarining ekologik-iqtisodiy barqaror rivojlanishi tabiiy muhitning qanoatlanarli holati, resurslardan oqilona foydalanish, tabiat muhofazasi va ekologik vaziyatni optimal holatda bo‘lishi, o‘z navbatida aholi salomatligining yuqori darajada bo‘lishiga ijobiy ta‘sir etadi. Bunday qulay ekologik muhitda iqtisodiy barqaror rivojlanish ta‘minlanadi.

O‘zbekiston qishloq xo‘jaligining asosiy yo‘nalishlari sug‘orma va bahorikor dehqonchilik, meva-sabzavotchilik, ipakchilik hamda turli tarmoqlaridan tashkil topgan chorvachilikdan iborat. Qishloq xo‘jaligining har bir tarmog‘i rivojlanishi uchun ma‘lum bir tabiiy sharoit, aniqrog‘i agroiklimiy sharoit talab etiladi. Hudud tabiatining shakllantiruvchi tabiiy omillar va landshaftlar qishloq xo‘jaligi tarmoqlarini rivojlantirish uchun zarur bo‘ladigan tabiiy muhitni shakllantiradi.

Oqtog‘ tizmasi janubiy yonbag‘rlarida To‘sinsoy, Oqtepasoy, Zarbandsoy, Andaksoy, Jizmonsoy, Kattasoy, Oltinsoy, Maydonsoy, Sharilloqsoy kabi soylar shakllangan. Ba‘zi soylarning uzunligi esa 20-25 km bo‘lib

bo'lib, havza maydoni 30 km² dan 270 km² gacha (Tosmachisoy-Burgansoy) etadi. Jala yog'inlar paytida soylardan katta sel oqimlari keladi. Skeletli tipik va och bo'z tuproqlar tarqalgan tipik, bo'z tuproqlarning yuqori qatlamida gumus miqdori 1,5-2,0 %, och bo'z tuproqlarda 1,2 % gacha bo'ladi. Ushbu soylar dehqonchilik yuritish uchun juda qulay bo'lgan o'ziga xos konussimon yoyilmalarni hosil qilgan. Ushbu konussimon yoyilmalarda asosan uzum, olma, bodom yetishtiriladi.

Hozirgi davrda iqlim o'zgarishi munosabati bilan hududlarning termik rejimini o'rganish ekin navlarini tanlashda amaliy ahamiyatga ega. Qishloq xo'jaligi ekinlaridan bo'lgan donli ekinlarining ekish muddatlarini aniq belgilash muhim tadbirlardan hisoblanib, bu hosili taqdirini oldindan belgilashga imkon beradi [2:59-65].

Masalan, kuz faslida bug'doy ekish hududning iqlimiy ko'rsatkichlari bilan bog'liq bo'lib, eng maqbul davrlarda ekilishi, ekilgan urug'ni undirib olish yuqori hosil olishni ta'minlaydi.

O'qtog' tabiiy boyliklaridan yana biri marmar hisoblanadi. Bu yerda butun dunyoga mashhur Zarband marmar koni joylashgan. "Zarband" marmar koni Samarqand shahridan 100 km, Samarqand viloyatining Kattaqo'rg'on shahridan 45 km masofada joylashgan. Marmar rangi kul rang qoramtir yo'l-yo'l chiziqli-dog'lari bor, o'rtacha donali, og'ir strukturali [1:52-61].

Yaxshi silliqiladi. Ishlab chiqarish hajmi yiliga 40 ming kv. m ni tashkil etadi. Qalinligi 10-40 mm, eni 400 mm gacha, uzunligi 1200 mm gacha o'lchamlarda chiqarilishi mumkin.

O'qtog' tog'oldi tekislik landshaft komplekslarida mevali bog'lar maydonini kengaytirishning ijobiy tomonlaridan biri tuproq qatlamlari zichlanishining susayishi hamda tuproq strukturasi qayta tiklanishiga sharoit yaratilishidir. Kuzatuvlarga ko'ra, birgina paxta dalasiga yil davomida 7-10 marta (ayrim manbalarda 17-20 marta agrotehnika vositalari kiradi. Yosh mevali bog'larga esa 3-4 marta, hosilga kirgan bog'larga 1-2 marta agrotehnika vositalari kiradi yoki umuman kirmaydi. Mevali bog'larning hosil berish davri o'rtacha 10-15 yilni tashkil etadigan bo'lsa, ushbu muddat davomida bog' maydonlarida tuproq zichlanishining oldi olinadi [5:33-36].

Mevali bog'larni kengaytirish adirlarda yashaydigan turli xayvonlar populyasiyasining kengayishiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bu borada, ayniqsa, qushlar populyasiyasi tez rivojlanadi, tuproq tarkibidagi mikroorganizmlar ham ko'payib, ularning faoliyati kuchayadi. Natijada tuproq biotasi qoniqarli holga keladi.

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, Oqtog' tog'oldi tekislik landshaft komplekslarida bog'dorchilikni rivojlantirish ekologik jihatdan adirlarga antropogen ta'sirning kamayishiga va ko'p jihatdan tabiiy jarayonlarning faollashishi natijasida adir ekotizimining qayta tiklanishiga olib keladi. Iqtisodiy jihatdan esa turli

mevalardan mo'l xosil, asal va o'tin olinishiga va shu sabab aholi daromadlarining ortishiga erishish mumkin.

Ma'lumki, mevali daraxtlarning biologik jihatdan chidamlilik xususiyatlari turlicha bo'lib, bu xolat ularning turli navlarida ham ko'zga tashlanadi. Misol uchun, ayrim mevali daraxtlar sho'rga, ayrimlari tuproq zichlanishiga chidamli; ba'zilar esa shag'alli qatlamda va qurg'oqchil yerlarda ham bemalol o'sish imkoniyatiga ega. Shu nuqtayi nazardan olib qaragandan, sho'rlanish yuzaga kelgan yerga sho'rga chidamli mevali daraxtlarni, tuproq zichlanishi kuzatiladigan yerlarga zichlanishga chidamli mevalarni, shag'alli qatlam ochilib qolgan yerlarga toshloqda ham bemalol o'sib, mo'l xosil bera oladigan mevalarni, suv taqchil yerlarga esa qurg'oqchilikka chidamli mevalarni ekish yaxshi iqtisodiy samaradorlikka erishish imkoniyatini beradi.

Tahlil va natijalar. O'qtog' tog'oldi nishab qirliklarining quyi qismlarida tuproq eroziyasi sabab shag'alli qatlamlar ochilib qolgan va toshloq yerlar vujudga kelgan. Ushbu yerlarga alohida mevali daraxtlarni o'tqazish talab etiladi. Jumladan, o'rik, bodom, uzum, yong'og, olma kabi mevali daraxtlar shag'alli yerlarda ham unib o'sib, mo'l xosil beradi. Bundan tashqari, olcha, gilos, shaftoli, olxo'ri, nok, behi kabi mevali daraxtlar ham toshloq yerlarda o'sishi mumkin, ammo hosildorligi ancha kam bo'ladi.

Suv resurslarining taqchilligi hamda suv chiqarishdagi qiyinchiliklar sabab, adirlarning katta qismi dehqonchilikka jalb qilinmagan. Bunday maydonlardan chorva hayvonlarini boqish uchun yaylov sifatida foydalanib kelinmoqda. Ammo, bu joylardan yaylov o'rniga qurg'oqchilikka chidamli bo'lgan pista va bodom mevali daraxtlarini ekib, lalmi bog'dorchilikni rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilsa yuqori iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin. O'rganishlar shuni ko'rsatadiki, tog'oldi lalmi yerlarida bug'doy etishtirishga qaraganda pista etishtirish 50 barobardan ortiq foyda beradi, bu joylardan chorva mollari o'tlatish uchun foydalanish xandon pista etishtirishdan olingan foydaning atigi 4,5 foizini tashkil etadi holos [4:33-35]. Pista xosili etishtirishning bir qancha afzalliklari mavjud. Jumladan, pista o'simligini etishtirish uchun keng ko'lamli meliorativ tadbirlarni amalga oshirish shart emas. Bundan tashqari pistazorga suv olib kelish, og'ir qishloq xo'jalik texnikasidan foydalanish va katta miqdorda mineral o'g'itlar solish talab qilinmaydi.

Xulosa. O'qtog' tog'oldi tekislik landshaftlarida qishloq xo'jaligini rivojlantirish maqsadlarida baholashda ushbu hududdan foydalanishda murakkablik tug'diradigan xususiyatlari ham e'tirof etiladi. Bunday xususiyatlarga tuproq qoplamining qay darajada rivojlanganligi, uning sho'rlanish darajasi, hududning tabiiy namlanganlik darajasi, yer yuzasining toshloq, gilli, qum-shag'alli ekanligi, relefning notekisligi, qiyaligi, parchalanganligi kabilar misol bo'lishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Abdullayev S., Usmonov I., Jonqobilov I. Geoeekologiya – tabiatdan oqilona foydalanish va tabiiy muhitni muhofaza qilishning ilmiy-nazariy asosi. // Geografiya va landshaft ekologiyasi. – Samarqand: SamDU, 2012, 59-65-b.
2. Baratov P. va boshqalar. Tabiatni muhofaza qilish. – Toshkent: 1995.
3. Mamatqulov M. O'rta Osiyo geomorfologiyasi. – Toshkent: 2008.
4. Raxmatullaev A.R. Inson faoliyati va sahrolanish (Nurota tog'lari misolida). To'plam. – Samarqand: 2000.
5. Xoshimov J.A. Nurota tog'larida cho'llanish jarayoni. – Samarqand: 2000.

**NUROTA TIZMASI RELIKT EKOTIZIMLARINI BARQAROR SAQLASHNING
GEOGRAFIK VA GIDROMETEREOLOGIK JIHATLARI****Kodirova Maxfuza Maxmudovna** – *pedagogika fanlari boyicha falsafa doktori, dotsent*kodirovamaxfuza7@gmail.com*Navoiy davlat universiteti***ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО
СОХРАНЕНИЯ РЕЛИКТОВЫХ ЭКОСИСТЕМ НУРАТИНСКОГО ХРЕБТА****Кодирова Махфуза Махмудовна** – *доктор философии по педагогическим наукам, доцент**Навоийский государственный университет***GEOGRAPHICAL AND HYDROMETEOROLOGICAL ASPECTS OF THE SUSTAINABLE
CONSERVATION OF RELICT ECOSYSTEMS OF THE NUROTINSKY RIDGE****Kodirova Maxfuza Maxmudovna** – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Associate Professor**Navoi State university*

Tayanch soʻzlar: Nurota tizmasi, noyob endemik flora va fauna vakillari, ekotizim, qoʻriqxon, karst va arxeologik yodgorliklar.

Rezyume. Maqolada Nurota relik ekotizimining geografik xususiyatlari, qoʻriqxon va soylar havzasidagi bioxilma-xillik va hududni muhofaza qilish boʻyicha amalga oshirilayotgan davlat dasturlari, Nurota oazisining ekologik barqarorligini saqlash masalalari yoritilgan.

Ключевые слова: Нуратинский хребет, редкие эндемичные представители флоры и фауны, экосистема, заповедник, карстовые и археологические памятники.

Резюме. В статье освещаются географические особенности реликтовой экосистемы нуроты, реализуемые государственные программы по сохранению биоразнообразия и территории в заповеднике и бассейне ручьев, вопросы сохранения экологической устойчивости оазиса Нурата.

Key words: Nuratinsky ridge, rare endemic representatives of flora and fauna, ecosystem, nature reserve, karst and archaeological sites.

Summary. This article highlights the geographical features of the Nurota relict ecosystem, the ongoing state programs for the conservation of biodiversity and territories in the reserve and the creek basin, and the issues of preserving the ecological sustainability of the Nurata oasis.

Kirish. Nurota tizmasi Turkiston tizmasining shimoli-gʻarbga choʻzilgan davomidir. Tizmaning uzunligi Temurlang darvozasidan Nurota shahrigacha 200 km, eng keng yeri markaziy qismida 75 km boʻlib, undan gʻarbga va sharqqa borgan sari torayadi. Oʻrtacha balandligi 1500 m, eng baland yeri – markaziy qismidagi Hayotboshi yoki Zargar choʻqqisi 2165 metrqa yetadi. Nurota togʻ tizmasi oʻzining geografik joylashuvi, oʻziga xos iqlimiy sharoiti va boy bioxilma-xilligi bilan Oʻrta Osiyoning eng noyob ekotizimlaridan biri hisoblanadi. Qizilqum choʻli va Mirzachoʻl oʻrtasida joylashgan ushbu togʻli hudud qadimiy relik va endemik turlar uchun oʻziga xos “ekologik orol” vazifasini oʻtab kelmoqda. Bugungi kunda global iqlim isishi va antropogen bosimning kuchayishi oqibatida Nurota tizmasining relik ekotizimlari jiddiy degradatsiya xavfi ostida qoldi.

Soʻnggi oʻn yilliklarda mintaqada kuzatilayotgan gidrometeorologik oʻzgarishlar – oʻrtacha yillik haroratning koʻtarilishi, bugʻlanishning ortishi va yogʻingarchilik rejimining oʻzgarishi togʻ ekotizimlarining gidrologik barqarorligiga salbiy taʼsir koʻrsatmoqda. Kichik togʻ soylari va buloqlarning qurishi, tuproq eroziyasining jadallashishi relik flora va fauna vakillarining yashash muhitini toraytirmoqda. Shu sababli, Nurota tizmasi relik ekotizimlarini barqaror saqlashning geografik va gidrometeorologik jihatlari kompleks tadqiq etish, hudud ekologik xavfsizligini taʼminlashda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Hududda togʻ ekotizimlari va ularning iqlim oʻzgarishiga moslashuvchanligi masalalari uzoq yillardan buyon koʻplab geograf va ekolog olimlar tomonidan oʻrganib kelinmoqda. Xususan, global va mintaqaviy iqlim oʻzgarishlarining Oʻzbekiston tabiiy-resurs salohiyatiga taʼsirini baholashda V.E.Chub tomonidan olib borilgan fundamental tadqiqotlar muhim ilmiy asos hisoblanadi. Muallif oʻz ishlarida arid iqlimli togʻli hududlarda namlik yetishmovchiligi va harorat koʻtarilishi ekotizimlar barqarorligini zaiflash-tiruvchi asosiy omillar ekanligini koʻrsatib oʻtgan [4].

F.H.Hikmatov va D.P.Aytbayev kabi gidrolog olimlarning ishlarida togʻ daryolari va kichik gidrologik tarmoqlarning iqlimiy oʻzgarishlarga bogʻliqligi masalalari keng yoritilgan [3]. Landshaftlarning geoeologik holati va antropogen eroziya jarayonlari esa I.K.Nazarov tomonidan tizimli tahlil qilingan [5].

K.Sh.Tojibaev va N.Yu.Beshko tomonidan olib borilgan botanik tadqiqotlarda Nurota tizmasining oʻziga xos biogeografik tarkibi, floristik boyligi va relik turlarining genofondi mukammal darajada ochib berilgan [6]. B.M.Xoliqov tomonidan olib borilgan tadqiqot ishlarida Nurota togʻ-yongʻoq davlat qoʻriqxonasi ekotizimlarida iqlim oʻzgarishi koʻrinishlari atroflicha tahlil qilingan [7]. Shuningdek, “Oʻzbekiston Respublikasi Qizil kitobi” va Nurota davlat qoʻriqxonasining koʻp yillik “Tabiat yilnomalari” maʼlumotlari mintaqadagi biologik turlar dinamikasini baholashda asosiy manbalar boʻlib xizmat qiladi [1].

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda Nurota tizmasining gidrometeorologik va geografik ko'rsatkichlarini tahlil qilish uchun tizimli tahlil, kartografik va qiyosiy-geografik metodlardan foydalanildi. Tadqiqotning empirik bazasini Nurota davlat qo'riqxonasi va unga tutash hududlardagi ko'p yillik gidrometeorologik kuzatuv punktlarining ma'lumotlari, shuningdek, "Tabiat yilnomalari" (2015-2025-yillar) qaydlari tashkil etadi.

Tahlil va natijalar. Nurota tizmasi relikt ekotizimlarini barqaror saqlash bugungi kunda global iqlim o'zgarishi va antropogen bosim kuchaygan sharoitda eng dolzarb geografik va ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu hudud o'ziga xos biogeografik joylashuvi, endemik hamda relikt –qadimiy o'simlik va hayvonot dunyosi bilan ajralib turadi.

Nurota tizmasi ekotizimlarini barqaror saqlashning asosiy geografik va gidrometeorologik jihatlari quyidagilardan iborat:

1. Geografik jihatlar va landshaft xilma-xilligi.
2. Gidrometeorologik jihatlar va iqlimiy xavflar:

✚ Global iqlim isishi natijasida Nurota tizmasida o'rtacha yillik harorat ko'tarilmoqda. Bug'lanishning ortishi va namlik tanqisligi relikt ekotizimlarning degradatsiyasini tezlashtiryapti.

✚ Hududda yog'ingarchilik miqdori kamayishi bilan birga, uning mavsumiy taqsimoti ham o'zgarmoqda. Bahorgi qisqa muddatli, lekin kuchli jala quyishlari sel-suv toshqinlarini keltirib chiqarib, tog' tuprog'i va o'simliklarini yuvib ketmoqda.

✚ Nurota tizmasidan boshlanadigan kichik tog' soylari (chashmalar va buloqlar) tog' ekotizimining qon tomirlari hisoblanadi. Iqlimiy o'zgarishlar va yer osti suvlarining noto'g'ri o'zlashtirilishi oqibatida ko'plab buloqlar qurib bormoqda, bu esa relikt floraning suvsizlanishiga olib kelyapti.

3. Barqaror saqlash va muhofaza qilish chora-tadbirlari:

Ekotizim barqarorligini ta'minlash uchun geografik va gidrometeorologik monitoring tizimini tubdan yaxshilash chora tadbirlari quyidagilar:

✚ Gidrometeorologik monitoring: Hududda avtomatlashtirilgan meteostansiyalar tarmog'ini kengaytirish, iqlim o'zgarishlari va suv resurslari dinamikasini real vaqt rejimida kuzatish.

✚ Tabiiy zonalarini kengaytirish: Nurota davlat qo'riqxonasi va uning atrofidagi bufer (himoya) zonalarini kengaytirish, antropogen (chorvachilik, noqonuniy daraxt kesish) bosimni kamaytirish.

✚ Gidrotexnik va fito-meliorativ tadbirlar: Tog' yonbag'irlarida suv oqimini tartibga soluvchi kichik hovuzlar qurish va tuproqni mustahkamlovchi mahalliy relikt daraxt hamda butalarni (archazorlar, bodomzorlar) ko'paytirish.

Mintaqadagi iqlimiy aridizatsiya va uning relikt ekotizimlarga ta'sirini baholash uchun oxirgi o'n yillikdagi o'rtacha yillik gidrometeorologik o'zgarishlar dinamikasi o'rganildi. Quyidagi jadvalda Nurota tog' tizmasining yuqori va o'rta tog' ekotizimlaridagi asosiy iqlimiy va gidrologik parametrlarning o'zgarish tendensiyasi keltirilgan:

1-jadval. Nurota tog' tizmasining yuqori va o'rta tog' ekotizimlaridagi asosiy iqlimiy va gidrologik parametrlarning o'zgarishi

Gidrometeorologik ko'rsatkichlar	Yog'inlar (1970-2000-yy.)	So'nggi ko'rsatkichlar (2015-2025-yy.)	Ekotizimga salbiy ta'siri
O'rtacha yillik harorat	+10.5 °C	+12.1 °C	Bug'lanish ko'payadi, tuproq namligi keskin kamayadi.
Yillik yog'in miqdori	350-400 mm	310-330 mm	Relikt floraning (yong'oqzorlar) suvsizlanishi kuzatiladi.
Kuchli jala quyishlar (soni)	Yiliga 1-2 marta	Yiliga 4-5 marta	Kuchli sel kelishi va tog' tuproq eroziyasining ortishi.
Doimiy chashma va buloqlar	100% (faol)	Qariyb 30% qurigan yoki mavsumiy	Gidrologik tarmoq kuchsizlanib, bioxilma-xillik hududi torayadi.

To'plangan ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, haroratning ko'tarilishi va gidrologik tarmoqning zaiflashishi relikt yong'oqzorlar, Nurota uchqati kabi noyob o'simliklar hududining qisqarishiga olib kelmoqda.

Nurota tizma tog'larining markaziy qismini egallagan 1975-yilda tashkil etilgan Nurota davlat qo'riqxonasining umumiy maydoni taxminan 17,8 ming gektarni tashkil etadi. Ushbu qo'riqxona Nurota tizmasiga xos bo'lgan noyob o'simlik va hayvonot dunyosini Xalqaro qizil kitob va O'zbekiston Qizil kitobiga kiritilgan arxarlarning alohida kenja turi - Seversev qo'yi populyatsiyasini saqlab qolish uchun tashkil etilgan edi. Bu yerda, shuningdek, tog' yong'og'i va shu yerda yetishtiriladigan maxsus meva navlarining genetik xilma-xilligi ham muhofaza qilinadi.

Nurota qo'riqxonasining boy va rang-barang faunasi sutemizuvchilarning 30 dan ortiq turini o'z ichiga oladi. Tog'larda Turkiston kalamushi, tosh suvsari va Seversev qo'yi yashaydi. Seversov qo'ylari Nurota davlat qo'riqxonasidagi noyob va o'ta qiziqarli bo'lgan sut emizuvchilardan sanaladi. Ayni paytda bu yerda saqlanayotgan qo'ylarning soni 1700-1800-tani tashkil etadi. Tog'ning pastki tomonida esa, bo'rsiq, cho'l mushugi, suvsar kabi hayvonlarini ko'rish mumkin.

Bu yerda, shuningdek, katta quloqli tipratikan, uzun ignali kirpi ham uchraydi. Yirtqichlar orasida tulki, suvsar, tog' daralarida bo'ri va cho'l mushugi, bo'rsiq va cho'l sassiqko'zani yashaydi. Tog' etaklaridan baland tog'largacha bo'lgan yerlarda yovvoyi to'ng'izni uchratish mumkin. Qo'riqxonada sudraluvchilarning 21 tur qayd etilgan. Sudralib yuruvchilar orasida kulrang echkamar, yo'l-yo'l suvilon va O'rta Osiyo kobrasi bor. Ushbu uchchala tur O'zbekiston "Qizil kitob"iga kiritilgan. Tog'larning pastki mintaqasida cho'l agamasi, O'rta Osiyo toshbaqasi va kaltakesak yashaydi. Bu yerda qayd etilgan qushlarning 196 turidan 103 turi qo'riqxonani o'z makonlariga aylantirganlar. Bu yerda qo'riqxonada ko'pincha qora laylak, qora kalxat, oqbo'sh qumoy, burgut, qirg'iyburgut, itolg'i, karlik burgut va boltayutar, yo'rg'a

tuvaloq mavjud bo'lib, bularning barchasi O'zbekiston "Qizil kitob"iga kiritilgan [2].

Bugungi kunda ushbu gidrologik va biologik tizimga bir qancha ekologik bosimlar ta'sir ko'rsatmoqda. Chorva mollarining soylar yoqasida nazoratsiz boqilishi o'simlik qoplamini – eroziyaga qarshi qalqonni yemirmoqda. Global isish natijasida tog' tepalaridagi qor zaxiralari kamaymoqda, bu esa soylarning yozgi suv miqdori kamayishiga va ayrim kichik buloqlarning qurishiga olib kelmoqda. Sentobsoy kabi hududlarda ekoturizmning rivojlanishi chiqindilarning ko'payishi va suv ifloslanishi xavfini tug'dirmoqda. O'zbekiston Respublikasining bioxilma-xillikni saqlashga oid bir qator strategik hujjatlari Nurota hududiga ham bevosita daxldor bo'lib, "2019-2028-yillarda O'zbekiston Respublikasida biologik xilma-xillikni saqlash strategiyasi" dasturi doirasida Hukumat qarorlari bilan Nurota hududidagi ekologik obyektlarni himoya qilish kuchaytirilmoqda:

1. "Nurota" davlat qo'riqxonasini kengaytirish loyihasi (2025-2026): Hukumatning 2025-yil mart oyidagi qaroriga muvofiq, qo'riqxona hududi Forish tumanidagi zaxira yerlar hisobiga kengaytirildi. Jami maydon 24051 gektarga yetkazildi. Bu karst tizimlarini yanada kengroq muhofaza qilish imkonini beradi.

2. Raqamli monitoring va Fotoqopqonlar (2025): Qo'riqxonada o'rnatilgan fotoqopqonlar yordamida Qizilqum arxarlari -Seversov qo'yi va boshqa endemik turlarining gidrologik manbalar – soylar atrofidagi migratsiyasi xalqaro metodikalar asosida kuzatib borilmoqda.

3. Kompleks rivojlantirish dasturi (2026): Tuman hokimligi va vazirliklar hamkorligida Nurotaning tabiiy zaxiralardan, jumladan, mineral buloqlardan samarali foydalanish bo'yicha jadal rivojlantirish dasturi taqdim etildi.

4. "Yashil makon" umummilliy loyihasi doirasida Nurota tumanining tog' oldi hududlarida selga qarshi

va eroziyani to'xtatuvchi sun'iy o'rmonlar – pistazor va bodomzorlar barpo etilmoqda.

5. Nurota soylari quyiladigan Aydar ko'li ekotizimini saqlash uchun suvni boshqarish va baliq ovlashni tartibga solish bo'yicha hukumat qarorlari qabul qilingan.

6. Hozirgi vaqtda Nurota oazisining ekologik barqarorligini saqlash nafaqat mahalliy, UNESCO Butun jahon merosi ro'yxatiga kiritish va ularni qayta tiklash bo'yicha xalqaro ekspertlar bilan maslahatlashuvlar davom etmoqda.

Xulosa va takliflar. Olib borilgan geografik va gidro-meteorologik tahlillar natijasida Nurota tizmasi relik ekotizimlarining barqarorligini ta'minlash bo'yicha quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Global iqlim isishi sharoitida Nurota tizmasida aridizatsiya jarayonlari jadallashmoqda. Haroratning +1.6 °C ga ko'tarilishi va tog' buloqlarining 30% gacha qurib borishi relik ekotizimlarni inqirozga yetaklovchi asosiy gidrometeorologik omillardir.

2. Bahorgi qisqa muddatli, lekin juda kuchli yog'inlar tog' yonbag'irlarida tuproq qatlamini yuvib ketmoqda va landshaftlar eroziyaga uchramoqda. Bu esa qadimiy daraxt va butalarning tabiiy tiklanish imkoniyatini cheklaydi.

Tizimni barqaror saqlash bo'yicha amaliy takliflar:

✚ Nurota tizmasining yuqori va o'rta tog' qismlarida mikroiklim va yer osti suvlari dinamikasini nazorat qiluvchi zamonaviy gidrometeorologik datchiklar va avtomat stansiyalar tarmog'ini kengaytirish.

✚ Tuproq eroziyasining oldini olish uchun tog' yonbag'irlarida maxsus terraslash ishlarini olib borish va hududga moslashgan relik o'simliklar plantatsiyalarini (fito-melioratsiya) tashkil etish.

✚ Inson ta'sirini (chorva boqish, daraxt kesish) kamaytirish maqsadida Nurota davlat qo'riqxonasining bufer (himoya) zonalarini kengaytirish va u yerda ekologik turizmning barqaror modellarini joriy etish.

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi. 1-jild: O'simliklar va zamburug'lar; 2-jild: Hayvonot dunyosi. – Toshkent: Chinor ENK. 2019.

2. Nurota davlat qo'riqxonasi. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. 6-jild. – Toshkent: Davlat ilmiy nashriyoti, 2003.

3. Hikmatov F.H., Aytbaev D.P. va boshqalar. Tog' daryolari va soylarining gidrologik rejimi hamda ularning iqlim o'zgarishiga bog'liqligi. –Toshkent: 2017.

4. Чуб В.Э. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. –Ташкент: САНИГМИ. 2007.

5. Nazarov I.K. O'zbekiston geoekologiyasi. Toshkent: O'qituvchi. (Tog' landshaftlarining antropogen va tabiiy eroziyaga uchrash jarayonlari tahlili). 2004.

6. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю. Флора Нуратинского заповедника и сопредельных территорий. // Ботанический журнал. 2014.

7. Xoliqov B.M.. Nurota tog'-yong'oq davlat qo'riqxonasi ekotizimlarida iqlim o'zgarishi ko'rinishlari. // O'zbekiston Geografiya jamiyati axborotnomasi. – Toshkent: 2019. 54-son, 88-93-b.

**DEM ASOSIDA ANIQLANGAN TALVEG CHIZIG'I ORQALI QASHQADARYO DARYOSI
O'ZANIDA QUM-SHAG'AL QAZIB OLISHNI TARTIBGA SOLISH YO'LLARI**

Mirzayev Sardor Safarali o'g'li – *tayanch doktorant*

sardor09111998@gmail.com

Madrimov Rajabboy Masharipovich – *biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim*

rajabboyadrimov71@gmail.com

Movlonova Shaxnoza Raxmatovna – *texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, kichik ilmiy xodim*

shaxnozamavlonova@icloud.com

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti

**ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ ПЕСКА И ГРАВИЯ В РУСЛЕ РЕКИ КАШКАДАРЬЯ
НА ОСНОВЕ ЛИНИИ ТАЛЬВЕГА, ОПРЕДЕЛЁННОЙ ПО DEM**

Мирзаев Сардор Сафаралиевич – *базовый докторант*

Мадримов Раджаббой Машарипович – *доктор философии по биологическим наукам, старший научный сотрудник*

Мовлонова Шахноза Рахматовна – *доктор философии по техническим наукам, младший научный сотрудник*

Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий

**WAYS OF REGULATING SAND AND GRAVEL EXTRACTION IN THE CHANNEL
OF THE QASHQADARYO RIVER THROUGH A DEM-DERIVED THALWEG LINE**

Mirzayev Sardor Safaralievich – *doctoral student*

Madrimov Rajabboy Masharipovich – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Senior Researcher*

Movlonova Shaxnoza Raxmatovna – *Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Junior Researcher*

Research Institute of Environment and Nature Conservation Technologies

Tayanch so'zlar: Qashqadaryo daryosi, talveg chizig'i, daryo o'zani, qum-shag'al qazib olish, o'zan chuqurlashuvi, qirg'oq yemirilishi, sediment balansi, geomorfologik xavf, ekologik monitoring.

Rezyume. Maqolada Qashqadaryo daryosi o'zanida talveg chizig'ining geomorfologik ahamiyati hamda qum-shag'al qazib olish ishlarini tartibga solishdagi ilmiy-amaliy roli yoritilgan. Tadqiqot natijalari Qashqadaryo daryosi o'zanidan qum-shag'al qazib olish jarayonlarini ekologik va geomorfologik mezonlar asosida baholashda talveg chizig'idan muhim indikator sifatida foydalanish zarurligini ko'rsatadi.

Ключевые слова: река Кашкадарья, линия тальвега, русло реки, добыча песка и гравия, углубление русла, береговая эрозия, баланс наносов, геоморфологический риск, экологический мониторинг.

Резюме. В статье освещены геоморфологическое значение линии тальвега в русле реки Кашкадарья, а также её научно-практическая роль в регулировании работ по добыче песка и гравия. Результаты исследования показывают необходимость использования линии тальвега в качестве важного индикатора при оценке процессов добычи песка и гравия из русла реки Кашкадарья на основе экологических и геоморфологических критериев.

Key words: Qashqadaryo River, thalweg line, river channel, sand and gravel extraction, channel incision, bank erosion, sediment balance, geomorphological risk, ecological monitoring.

Summary. The article highlights the geomorphological significance of the thalweg line in the channel of the Qashqadaryo River, as well as its scientific and practical role in regulating sand and gravel extraction activities. The research results show the necessity of using the thalweg line as an important indicator in assessing sand and gravel extraction processes from the Qashqadaryo River channel based on ecological and geomorphological criteria.

Kirish. So'nggi yillarda qurilish materiallariga bo'lgan talabning ortishi daryo o'zanlaridan qum-shag'al qazib olish hajmining ko'payishiga olib kelmoqda. Daryo o'zanidagi noruda materiallar qurilish sohasi uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Biroq ularni ilmiy asoslanmagan holda qazib olish daryoning tabiiy gidromorfologik muvozanatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1].

Daryo o'zanidan qum-shag'al qazib olish natijasida o'zan tubining chuqurlashishi, qirg'oq yemirilishi, suv oqimi yo'nalishining o'zgarishi va cho'kindi balansining buzilishi kuzatiladi. Ayniqsa, qazish ishlari daryoning eng past va faol oqim yo'nalishiga yaqin hududlarda olib borilganda bu jarayonlar yanada kuchayadi. Natijada daryo o'zani barqarorligi izdan chiqib, atrofdagi yer maydonlari, infratuzilma obyektlari va qirg'oqbo'yi ekotizimlari xavf ostida qoladi [2, 7].

Daryo o'zanining morfologik holatini baholashda talveg chizig'i muhim geomorfologik indikator hisoblanadi. Talveg chizig'i daryo o'zani bo'ylab eng past nuqtalarni tutashtiruvchi asosiy oqim yo'nalishini ifodalaydi. Shu sababli u daryo tubining chuqurlashuvi, oqim energiyasi, sediment tashilishi va qirg'oq yemirilishi xavfini aniqlashda

muhim ahamiyatga ega. Talvegga yaqin joylarda olib borilgan qazish ishlari daryo o'zanining tabiiy rivojlanish jarayonlarini buzishi mumkin [3].

Qashqadaryo daryosi viloyat hududidagi muhim suv obyektlaridan biri bo'lib, uning o'zani bo'yida qum-shag'al materiallari qazib olinadigan uchastkalar mavjud. Bunday hududlarda qazish ishlarining daryo o'zani morfologiyasiga ta'sirini baholash muhim hisoblanadi. Ayniqsa, qazish maydonlarining talveg chizig'iga nisbatan joylashuvini aniqlash daryo tubining chuqurlashuvi va qirg'oq yemirilishi xavfini oldindan baholash imkonini beradi [4].

Zamonaviy GIS texnologiyalari va raqamli relyef modellari daryo o'zanidagi pastqam zonalarini aniqlash, oqim yo'nalishini baholash va talveg chizig'ini ajratishda samarali vosita hisoblanadi. ArcGIS Pro dasturida DEM ma'lumotlari asosida gidrologik tahlillarni bajarish orqali daryo o'zani bo'yicha taxminiy talveg chizig'ini aniqlash mumkin. Ushbu yondashuv daryodan qum-shag'al qazib olish jarayonlarini geomorfologik mezonlar asosida baholash imkonini beradi [5, 6].

Ushbu tadqiqotning maqsadi Qashqadaryo daryosi o'zanida DEM ma'lumotlari asosida talveg chizig'ini

aniqlash hamda ushbu chiziqdan qum-shag'al qazib olish ishlarini tartibga solish va xavfli uchastkalarni baholashda geomorfologik indikator sifatida foydalanish imkoniyatlarini asoslashdan iborat.

Tadqiqot obyekti va metodikasi. Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo viloyatining Qarshi tumanida oqib o'tgan Qashqadaryo daryosining ($38^{\circ}51'44.12''N$, $66^{\circ}2'34.12''E$) 10 km li hududi olindi. Ushbu hududda daryo morfologiyasi qum va shag'al qazib olish va hamda antropogen va texnogen sabab sezilarli o'zgargan. Shu sabab daryo o'zani chuqurlashganligi tahmin qilindi.

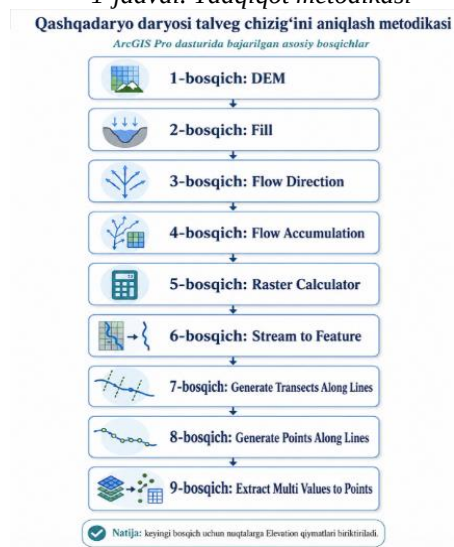
Qashqadaryo daryosi talveg chizig'ini aniqlash ArcGIS Pro dasturida 30 m li (STRM GLO) raqamli relyef modeli (DEM) asosida amalga oshirildi. Dastlab DEM ma'lumoti tadqiqot hududi bo'yicha tayyorlandi va undagi sun'iy chuqurliklarni bartaraf etish uchun Fill amali bajarildi. Shundan so'ng Flow Direction vositasi yordamida suv oqimi yo'nalishi, Flow Accumulation vositasi orqali esa oqim to'planish zonalarini aniqlandi.

Oqim to'planishi yuqori bo'lgan piksellar Raster Calculator yordamida ajratilib, daryoning asosiy oqim yo'nalishi hosil qilindi. Ushbu raster chiziq Stream to Feature vositasi orqali vektor chiziq shakliga o'tkazildi. Keyingi bosqichda daryo yo'nalishi bo'ylab Generate Transects Along Lines vositasi yordamida ko'ndalang kesimlar yaratildi.

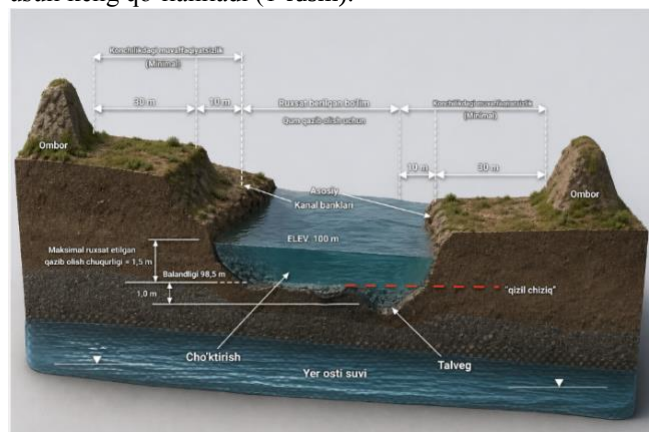
Har bir transekt bo'ylab Generate Points Along Lines vositasi orqali nuqtalar hosil qilindi va ushbu nuqtalarga DEMdan balandlik qiymatlari Extract Multi Values to Points vositasi yordamida birlashtirildi. Natijada har bir nuqta uchun Elevation qiymati olindi. Keyingi tahlilda har bir transekt bo'yicha eng kichik Elevation qiymatiga ega nuqtalar ajratilib, ular ketma-ket birlashtirish orqali Qashqadaryo daryosining DEM asosidagi taxminiy talveg chizig'i hosil qilindi.

Tadqiqotning kamchiligi 30 m li DEM xarita yordamida talveg chizig'i topildi. DEM aniqligi sababli ayrim nuqtalar pastqam karer yoki eski o'zanga tushib qolishi mumkin. Ushbu tadqiqotda aniqlangan talveg chizig'i daryo tubining haqiqiy batimetrik talvegi emas, balki DEM asosida olingan taxminiy gidromorfologik talveg chizig'i sifatida talqin qilinadi. 5 m li LIAR DEM orqali hosil qilingan talveg chizig'ining aniqligi yanada yuqori bo'lishi mumkin. Kelgusida ushbu tadqiqot masofadan zondlash bo'yicha yanada murakkab bo'lishi uchun dastlabki ish sifatida muhim ahamiyatga ega.

1-jadval. Tadqiqot metodikasi



Natijalar va muhokama. Daryo o'zanlaridan qazish ishlari ko'payganligi sabab daryo chuqurlashuvi yuzaga kelmoqda. Bu holatda jahon standartlari asosida talveg usuli keng qo'llaniladi (1-rasm).



1-rasm. Oqim ichidagi qazib olish uchun talveg chizig'i

Bunda qazish ishlari asosiy kanal qirg'oqidan oqim kanaligacha kamida 10 m masofada amalga oshirilishi kerak. Ombor asosiy kanal qirg'oqidan 30 m dan chapga yoki o'ngga uzoqroqda joylashgan bo'lishi kerak. Qazish yoki qizil chiziqning minimal chuqurligi jahon standartlari asosida tabiiy kanal talveg balandligidan 1 m balandlikda bo'lishi kerak (3-rasm). 3-rasmda ko'rsatilgandek, ruxsat etilgan maksimal qazib olish chuqurligi 1,5 m.

Ammo daryoning talveg chizig'ini osonroq topish usuli masofadan zondlash orqali topildi. ArcGIS Pro dasturida DEM ma'lumotlari asosida Qashqadaryo daryosi o'zani bo'yicha talveg chizig'i ajratildi. Daryo yo'nalishi bo'ylab hosil qilingan ko'ndalang kesimlar asosida har bir transektidagi eng past balandlik qiymatiga ega nuqtalar tanlab olindi. Natijada jami 156 ta talveg nuqtasi ajratilib, ular ketma-ket birlashtirish orqali Qashqadaryo daryosining taxminiy talveg chizig'i hosil qilindi.



2-rasm. Qashqadaryo daryosi o'zanida DEM asosida aniqlangan talveg chizig'i va talveg nuqtalarining dengiz sathidan balandlik qiymatlari

Olingan natijalarga ko'ra, talveg nuqtalarining balandlik qiymatlari daryo o'zani bo'ylab bosqichma-bosqich o'zgarib boradi. Xaritada ko'rsatilgan balandlik qiymatlari taxminan 392–408 m oralig'ida bo'lib, ular har bir nuqtaning dengiz sathidan balandligini ifodalaydi (2-rasm). Ushbu qiymatlar daryo o'zanining nisbatan pastqam qismlarini aniqlash imkonini berdi. Talveg chizig'i asosan Qashqadaryo daryosi o'zani ichidan o'tib, daryodagi asosiy oqim yo'nalishini aks ettiradi.

Talveg chizig'ining ayrim joylarda egri-bugri shaklda namoyon bo'lishi daryo o'zanining tabiiy morfologik tuzilishi, qum va shag'al qazish ishlari, burilishlar, pastqam uchastkalar hamda o'zan atrofidagi relyef farqlari bilan bog'liq. Shu bilan birga, ayrim keskin burilishlar DEM ma'lumotlarining aniqligi, daryo o'zani kengligi va qazilgan yoki pastqam hududlarning ta'siri bilan izohlanishi mumkin. Chunki foydalanilgan DEM suv osti batimetriyasini to'liq aks ettirmaydi, balki yer yuzasi relyefining balandlik qiymatlarini beradi. Shu sababli olingan talveg chizig'i haqiqiy batimetrik talveg emas, balki DEM asosida aniqlangan taxminiy gidromorfologik talveg chizig'i sifatida baholandi. Bu talveg chizig'ini masofdan zondlash orqali oson usulda topish uchun ilk qadamlardan biri bo'lishi bilan tadqiqot o'z ahamiyatiga egadir.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, talveg chizig'i daryo o'zani bo'yicha eng past nuqtalarni aniqlash, asosiy oqim yo'nalishini belgilash va daryo morfologiyasini tahlil qilishda muhim indikator hisoblanadi. Ayniqsa, daryo o'zanidan qum-shag'al qazib olish maydonlarini baholashda talveg chizig'ining ahamiyati yuqori. Chunki qazish ishlari talvegga yaqin hududlarda olib borilganda daryo tubining chuqurlashishi, oqim tezligining ortishi, qirg'oq yemirilishi va cho'kindi balansining buzilishi xavfi kuchayadi.

Natijaning ishonchligini Google Earth Pro dasturida solishtirildi (3-rasm). Talveg nuqtalari aynan daryoning chuqur nuqtalariga to'g'ri kelganini ko'rishimiz mumkin.



3-rasm. Qashqadaryo daryosining horizi holati (2026-yil)

Shu nuqtai nazardan, Qashqadaryo daryosi bo'yicha aniqlangan talveg chizig'i keyingi bosqichda qazish maydonlarining xavflilik darajasini baholash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Talvegga yaqin joylashgan uchastkalar yuqori geomorfologik xavfli hududlar sifatida qaralishi mumkin. Bunday zonalar qum-shag'al qazib olish ishlari cheklash yoki to'xtatish, daryo o'zanining tabiiy barqarorligini saqlash va qirg'oq yemirilishining oldini olish bo'yicha monitoring ishlari kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa. Tadqiqot natijalari va sxematik kesim tahlili shuni ko'rsatadiki, daryo o'zanidan qum-shag'al qazib olish ishlari talveg chizig'iga yaqin hududlarda olib borilganda daryoning tabiiy morfologik muvozanati buziladi. Ayniqsa, qazish chuqurligi talveg sathiga yaqinlashsa yoki undan pastga tushsa, daryo tubining chuqurlashishi, qirg'oq yemirilishi, yer osti suvlari rejimining buzilishi hamda oqim energiyasining ortishi xavfi kuchayadi.

1-rasmda ko'rsatilganidek, qazish ishlari qizil chiziqdan pastga tushmasligi, ya'ni yer osti suvlari va talveg sathiga zarar yetkazmasligi kerak. Agar qazish ishlari ushbu chegaradan pastga davom ettirilsa, daryo o'zani sun'iy ravishda chuqurlashadi, suv oqimi qazilgan chuqurlikka

yo'naladi va natijada o'zan barqarorligi izdan chiqadi. Bu holat keyinchalik daryo bo'ylarida jarlanish, qirg'oqning qulab tushishi va atrofdagi yer maydonlarining yemirilishiga olib kelishi mumkin.

Shu sababli Qashqadaryo daryosi o'zanida qum-shag'al qazib olish ishlari talveg chizig'i, qirg'oqdan xavfsiz masofa va maksimal ruxsat etilgan qazish chuqurligi asosida qat'iy tartibga solish zarur. Talvegga yaqin, yer osti suvlari sathiga ta'sir ko'rsatuvchi hamda daryo tubining chuqurlashishiga sabab bo'luvchi uchastkalarda qazish ishlari to'xtatish maqsadga muvofiqdir.

Umuman olganda, daryo o'zanidan noruda materiallarini qazib olishda asosiy mezon sifatida talveg chizig'i qabul qilinishi kerak. Talveg chizig'idan pastga tushuvchi yoki unga bevosita yaqin joylashgan qazish ishlari ekologik va geomorfologik jihatdan xavfli hisoblanadi. Bunday hududlarda qazish ishlari cheklash, muntazam monitoring olib borish va zarur hollarda qazilgan joylarni rekultivatsiya qilish daryo o'zanining tabiiy barqarorligini saqlashga xizmat qiladi.

Qazib olish ishlari quyidagi konsepsiyalarga asoslanishi lozim:

a) *Qazib olish hajmi yillik tabiiy to'lish miqdori asosida ruxsat etilishi kerak.*

Daryo har yili tabiiy ravishda qancha cho'kindi olib kelishi va to'plashi asosida belgilanadi. Agar yillik to'lish 11 ming m³ bo'lsa, undan ortiq qazish daryo balansini buzadi.

b) *Qazish mumkin bo'lmagan mutlaq pastki balandlik chegarasi belgilanishi kerak.*

Daryo o'zanida talveg chizig'i minimal sath etib belgilanadi. Shu sathdan pastga qazish qat'iy taqiqlanadi. Bu talveg, yer osti suvlari va daryo tubining chuqurlashib ketishini oldini oladi.

c) *Daryo ichidagi qazish usuli faqat bar skimming, ya'ni qum-shag'al barining ustki qismini sidirib olish bilan cheklanishi kerak.*

Bu usulda chuqur kovlanmaydi, faqat daryo o'zanida tabiiy to'plangan qum-shag'al qatlamining yuqori qismi olinadi.

d) *Qum va shag'al barning quyi oqim tomonidagi qismidan olinishi kerak.*

Material barning yuqori oqim tomonidan emas, balki pastki oqim tomoniga yaqin qismidan olinadi. Bu daryoning tabiiy oqim yo'nalishi va cho'kindi tashilish jarayoniga kamroq zarar yetkazadi.

e) *Daryo ichidagi qazish ishlari imkon qadar kichik maydonda jamlanishi kerak.*

Qazish ishlari daryo bo'ylab tarqalib ketmasligi kerak. Aks holda o'zan bo'ylab katta hudud buziladi. Ishlarni cheklangan maydonda olib borish orqali ekologik va geomorfologik zarar kamaytiriladi.

f) *Qum-shag'al qazib olishning yig'ilma, ya'ni kumulyativ ta'siri baholanishi kerak.*

Faqat bitta karer emas, balki daryo bo'yidagi barcha qazish maydonlarining umumiy ta'siri hisobga olinadi. Chunki alohida-alohida kichik ko'ringan qazishlar birgalikda daryo o'zani chuqurlashuvi, qirg'oq yemirilishi va sediment defitsitiga olib kelishi mumkin.

g) *Daryo o'zanining toshqin suvlarini o'tkazish qobiliyati saqlanishi kerak.*

Qazish ishlari daryo o'zanining tabiiy oqim sig'imini buzmasligi kerak. Agar o'zan noto'g'ri kovlansa, toshqin

paytida suv oqimi yo‘nalishi o‘zgarib, qirg‘oq yemirilishi yoki suv bosish xavfi ortadi.

h) *Uzoq muddatli monitoring dasturi tashkil etilishi kerak.*

Qazish boshlanganidan keyin daryo holati muntazam kuzatib borilishi kerak. Masalan, talveg chuqurligi, qirg‘oq yemirilishi, suv sathi, sediment to‘planishi va qazilgan joylarning o‘zgarishi har yili yoki mavsumiy baholanadi.

i) *Daryoga mayda loyqa cho‘kindilar tushishini kamaytirish kerak.*

Qazish jarayonida mayda zarrachalar suvga aralashib, loyqalikni oshiradi. Bu suv sifatiga, baliqlar va suv ekotizimlariga salbiy ta‘sir qiladi. Shuning uchun qazish, yuklash va tashish jarayonlarida loyqa tarqalishini kamaytirish choralari ko‘rish zarur.

j) *Suv bo‘yida va daryo qirg‘og‘i yonida riparian buffer, ya‘ni himoya qirg‘oqbo‘yi zonasi saqlanishi kerak.*

Daryo qirg‘og‘i bo‘ylab o‘simlik qoplami va tabiiy himoya zonasi buzilmasligi kerak. Bu zona qirg‘oq yemirilishini kamaytiradi, suvni filtrlashga yordam beradi va ekologik muhitni saqlaydi.

k) *Daryo ichidagi qazish ishlari faqat may-sentabr oylarida va quruq mavsumda olib borilishi kerak.*

Bu davrda suv sathi odatda pastroq bo‘ladi, toshqin xavfi kamayadi va daryo ekotizimiga ta‘sir nisbatan kamroq bo‘ladi. Yomg‘irli yoki toshqin mavsumida qazish daryo o‘zani barqarorligiga kuchli zarar yetkazishi mumkin.

l) *Har yili daryo holati va o‘zgarish tendensiyalari bo‘yicha hisobot tayyorlanishi kerak.*

Qazish ishlari natijasida daryo o‘zani qanday o‘zgargani, talveg chuqurlashganmi, qirg‘oq yemirilganmi, cho‘kindi balansi buzilganmi - bular har yili tahlil qilinib, rasmiy hisobot shaklida mas‘ul tashkilot yoki idora tomonidan berilishi kerak.

Qashqadaryo daryosi o‘zanida qum-shag‘al qazib olish ishlari talveg chizig‘i, ruxsat etilgan minimal balandlik sathi va yillik tabiiy cho‘kindi to‘lish miqdori asosida tartibga solinishi lozim. Talvegga yaqin yoki belgilangan “qizil chiziq”dan pastda olib boriladigan qazish ishlari daryo o‘zanining chuqurlashuvi, qirg‘oq yemirilishi va sediment balansining buzilishiga olib kelishi sababli bunday uchastkalarda qazish ishlarini cheklash yoki to‘xtatish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

1. Byrnes M.R. et al. Effects of sand mining on physical processes and biological communities offshore New Jersey, USA. // *Journal of Coastal Research*. 2004. T. 20. №. 1. – P. 25-43.
2. Akuria M., Sinha R. Spatiotemporal morphodynamics of an ephemeral Himalayan River impacted by sand mining: A process-response framework. // *Science of the Total Environment*. 2025. T. 964. – P. 178526.
3. Hilton J. E. et al. River reconstruction using a conformal mapping method. // *Environmental Modelling & Software*. 2019. T. 119. – C. 197-213.
4. Yunusov G.Kh., Sharipova G.R. Hydrological regime of the rivers of the Kashkadarya basin and assessment of local water resources. // *Экономика и социум*. 2023. №2 (105). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hydrological-regime-of-the-rivers-of-the-kashkadarya-basin-and-assessment-of-local-water-resources> (дата обращения: 06.07.2026).
5. Li Z., Li L., Liu J. Remote Sensing and GIS-Based Assessment of Riverbank Erosion, Deposition, and Channel Migration: A Case Study in Tarim River’s Xinqiman–Kelelik Mainstem. // *Applied Sciences*. 2025. T.15. №13. –C. 6977.
6. Farina G. et al. A simple method for the enhancement of river bathymetry in LiDAR DEM. // *Environmental Modelling & Software*. 2025. T. 186. – P. 106354.
7. Rinaldi M., Wyżga B., Surian N. Sediment mining in alluvial channels: physical effects and management perspectives. // *River research and applications*. 2005. T. 21. №. 7. – P. 805-828.
8. Mia M. et al. Assessing the impact of sand mining on channel morphology: a case study of the Raidak-II river in the Himalayan foreland. // *Discover Hazards*. 2026. T. 2. №. 1. – P. 3.
9. Langer W. H. A general overview of the technology of in-stream mining of sand and gravel resources, associated potential environmental impacts, and methods to control potential impacts. US Department of the Interior, US Geological Survey, 2003.
10. Radu A., Comănescu L. Historical Evolution and Future Trends of Riverbed Dynamics Under Anthropogenic Impact and Climatic Change: A Case Study of the Ialomița River (Romania). // *Water*. 2025. T. 17. №. 14. – P. 2151.
11. <https://www.fao.org/4/w7224e/w7224e07>

**ShO'RChI TUMANIDA DEMOGRAFIK JARAYONLAR VA MEHNAT RESURSLARI
RIVOJLANISHINING HUDUDIIY XUSUSIYATLARI****Mustofoyev Tohir Erkinovich** – muhandis-geologmustafoyevtohir23@gmail.com*H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti***ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
РАЗВИТИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ В ШУРЧИНСКОМ РАЙОНЕ****Мустафаев Тохир Эркинович** – инженер-геолог*Институт геологии и геофизики имени Х.М.Абдуллаева***DEMOGRAPHIC PROCESSES AND TERRITORIAL FEATURES
OF LABOR RESOURCE DEVELOPMENT IN THE SHURCHI DISTRICT****Mustafaev Tokhir Erkinovich** – geological engineer*Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M.Abdullaeva*

Tayanch soʻzlar: aholining tabiiy harakati, aholi joylashuvi, jinsiy tarkibi, tugʻilish, oʻlim, migratsiya jarayonlari, mehnat resurslari, demografik oʻzgarishlar.

Rezyume. Maqolada Shoʻrchi tumani aholisining tabiiy harakati (demografik dinamikasi) hamda hududiy xususiyatlari 2010-2025-yillar davomida tizimli tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy eʼtibori tugʻilish va oʻlim koʻrsatkichlarining oʻzgarish dinamikasi, ularning ijtimoiy-iqtisodiy, madaniy va ekologik omillari hamda sabablar majmuasiga qaratilgan. Tahlilda yuqori tugʻilish darajasi, nisbatan past oʻlim koʻrsatkichi va natijada tabiiy oʻsishning barqaror saqlanishi qayd etilgan boʻlib, bu holat tuman aholisining yosh tarkibi va oilaviy qadriyatlar bilan bogʻliq. Shu bilan birga, mehnat resurslari holati va mehnat bozori talab-taklifi oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlik maxsus koʻrib chiqilgan: aholining jinsiy tarkibi, migratsiya oqimlari (ayniqsa, yoshlarning shahar va xorijga chiqib ketishi) mehnat resurslarining sifati va miqdorini shakllantirishda muhim rol oʻynashi aniqlangan. Tadqiqot Shoʻrchi tumani kabi qishloq hududlarida demografik jarayonlarni chuqur tushunish va mintaqaviy siyosatni shakllantirish uchun muhim empirik asos yaratadi.

Ключевые слова: естественное движение населения, размещение населения, половой состав, рождаемость, смертность, миграционные процессы, трудовые ресурсы, демографические изменения.

Резюме. В статье представлен системный анализ естественного движения (демографической динамики) и территориальных особенностей населения Шурчинского района в период с 2010 по 2025 год. Основное внимание в исследовании уделено динамике изменения показателей рождаемости и смертности, комплексу их социально-экономических, культурных и экологических факторов и причин. В анализе отмечается высокий уровень рождаемости, относительно низкий уровень смертности и, как следствие, стабильное сохранение естественного прироста, что связано с возрастным составом населения района и семейными ценностями. При этом специально рассмотрена взаимосвязь между состоянием трудовых ресурсов и спросом на рынке труда: установлено, что половой состав населения, миграционные потоки (особенно отток молодежи в города и за границу) играют важную роль в формировании качества и количества трудовых ресурсов. Исследование создает важную эмпирическую основу для глубокого понимания демографических процессов и формирования региональной политики в сельских районах, таких как Шурчинский район.

Key words: natural population movement, population distribution, gender composition, birth rate, mortality, migration processes, labor resources, and demographic changes.

Summary. This article provides a systematic analysis of the natural population movement (demographic dynamics) and territorial characteristics of the Shurchi district for the period 2010–2025. The main focus of the study is on the dynamics of changes in birth and death rates, their socio-economic, cultural, and environmental factors, as well as the complex of causes. The analysis noted a high birth rate, a relatively low mortality rate, and as a result, a stable natural increase, which is associated with the age composition of the district's population and family values. At the same time, the relationship between the state of labor resources and labor market supply and demand is specifically considered: it has been established that the gender composition of the population and migration flows (especially the outflow of youth to cities and abroad) play an important role in shaping the quality and quantity of labor resources. The study provides an important empirical basis for a deeper understanding of demographic processes and the formation of regional policy in rural areas such as the Shurchi district.

Kirish. Surxondaryo viloyatining Shoʻrchi tumani Oʻzbekistonning eng yuqori tabiiy oʻsish surʼati saqlanib qolgan hududlaridan biri hisoblandi [4]. Tuman yuqori tugʻilish darajasi, barqaror tabiiy oʻsish va yoshlarning shahar hamda xorijga faol migratsiyasi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, erkaklar ulushi ayollardan biroz yuqori (51,1 % ga yaqin), hamda mehnat resurslari sifatining pasayishi kuzatilmogʻda.

- Demografik dividendni saqlab qolish va migratsiya oqimlarini boshqarish imkoniyatlarining yetarli darajada baholanmasligi;

- Mehnat bozori talab-taklifi muvozanati buzilishi va qishloq xoʻjaligi, xizmat koʻrsatish sohasida kadrlar tanqisligi;

- Ijtimoiy xizmatlar (taʼlim, sogʻliqni saqlash, pensiya tizimi) yuklamasining oshishi;

Yuqorida qayd etilgan muammolarning hududiy xususiyatlarini chuqur o'rganish, ularning vujudga kelish sabablarini geografik tadqiqot usullari asosida aniqlandi.

Adabiyotlar tahlili. Surxondaryo viloyati aholisi geografiyasi va demografiyasi mavzusi O'zbekiston geograf olimlari tomonidan ma'lum darajada o'rganilgan. Jumladan, A.Soliyev (1990). Aholi geografiyasi, urbanizatsiya, mehnat resurslari va joylashuvini tabiiy-xo'jalik omillari bilan bog'liq holda tahlil qilgan. Keyingi ishlarida sanoat va bandlik masalalarini ham yoritgan. A.Ro'ziev (1996) "Surxondaryo viloyati" monografiyasida aholi soni, joylashuvi, etnik tarkibi, tabiiy o'sishi, migratsiyasi va qishloq xo'jaligi bilan bog'liq demografik jarayonlarni chuqur geografik o'rgangan. A.Sattarov (2009) Qishloq aholi manzilgohlarining soni, joylashishi, tarkibiy tuzilishi va o'zgarishlarini maxsus tadqiq etgan. Joylashuv qonuniyatlarini (vodiylar, transport yo'llari) ochib bergan. X.Abdunazarov (2005) Sanoat (yengil va oziq-ovqat) misolida aholi bandligi, mehnat resurslari va sanoatlashtirishning demografik jarayonlarga (migratsiya, urbanizatsiya) ta'sirini o'rgangan. R.Mo'minov (2023-2024) Zamonaviy demografik holat – aholi soni, o'sish sur'atlari, jinsiy-yosh tarkibi, migratsiya va tumanlar kesimidagi farqlarni statistik-geografik tahlil qilgan. Mavjud adabiyotlar asosan viloyat darajasida umumlashtirilgan bo'lib, tumanning o'ziga xos demografik va geografik xususiyatlarini (aholi zichligi, migratsiya jarayonlari, oila strukturasi o'zgarishlar, etnik tarkib, qishloq manzilgohlarining rivojlanishi) alohida tahlil qilmagan [14,15,16].

Shunday qilib, Sho'rchi tumani aholisi geografiyasi va demografiyasi mavzusi hali yetarli darajada o'rganilmagan bo'lib, mavjud tadqiqotlarning asosiy kamchiligi – viloyat darajasidagi umumlashtirish va tumanga xos chuqur hududiy-demografik tahlilning yo'qligidir. Ushbu holat mavzuning ilmiy va amaliy dolzarbligini yanada oshiradi hamda yangi tadqiqotlar o'tkazish zarurligini ko'rsatadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot ishini amalga oshirishda birlamchi ma'lumotlarni Surxondaryo viloyati statistika boshqarmasi, hamda Sho'rchi tumani pasportidan olindi. Shuningdek, tadqiqot mobaynida GAT texnologiyalardan (ArcMap) foydanildi. Mazkur ishda bir nechta tadqiqot metodlari asos qilib olindi.

Ushbu tadqiqotda demografik jarayonlarni tahlil qilish uchun statistik, kartografik, matematik-modellashtirish, taqqoslash-tarixiy hamda sotsiologik-geografik yondashuvlar majmuasi qo'llanilgan.

Natijalar. Sho'rchi tumani aholisi dinamikasini 2010-2025-yillar statistik ma'lumotlari asosida tizimli tahlil qilinib, uning tabiiy harakati (tug'ilish, o'lim, tabiiy o'sish), migratsiya jarayonlari va mehnat resurslari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni ilmiy jihatdan aniqlandi hamda mintaqaviy demografik siyosatni takomillashtirish uchun empirik va metodik asos yaratildi. Sho'rchi tumanining 1:50000 masshtabli MFY lar aholi zichligi xartasini yaratildi. Sho'rchi tumani uchun demografik barqarorlikni ta'minlash, migratsiya oqibatlarini yumshatish va mehnat bozori muvozanatini saqlash bo'yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalarni ishlab chiqildi.

Asosiy qism. 2025-yilning 1-yanvar holatiga ko'ra, tumanda doimiy aholi soni 234,2 ming kishini tashkil etib, yil boshidan 5,7 ming kishiga yoki 2,5 % ga o'sdi. Umuman, aholi soni so'nggi yillarda izchil o'sib bormoqda. Mazkur ko'rsatkichga tabiiy omillar (tug'ilishning yuqoriligi, o'limning kamligi, tabiiy o'sishning yuqoriligi) va iqtisodiy-ijtimoiy omillar (iqtisodiy taraqqiyot, bandlik, daromad miqdori, ta'lim darajasi, sog'liqni saqlash, xizmatlar) ta'sir etadi.

1-jadval .

Doimiy aholi soni

	2010-yil		2015-yil		2020-yil		2025-yil	
	soni	ulushi %	soni	ulushi %	soni	ulushi %	soni	ulushi %
Jami aholi soni	165,6	100,0	184,5	100,0	208,5	100,0	234,2	100,0
shu jumladan:								
Shahar	62,1	37,5	67,2	36,4	73,7	35,3	80,8	34,5
Qishloq	103,5	62,5	117,3	63,6	134,8	64,7	153,4	65,5

Manba: Sho'rchi tumani pasporti ma'lumotnomasi asosida muallif tomonidan tuzilgan.

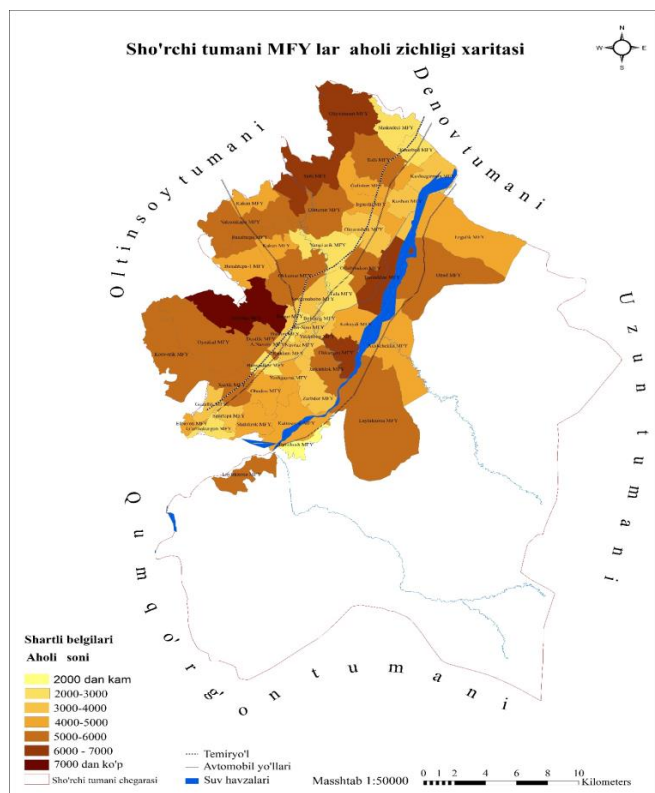
Sho'rchi tumanida 2010-2025-yillarga nazar tashlaydigan bo'lsak shaharlashish 3 % ga pasayganini ko'rishimiz mumkin. Ya'ni, shahar aholisi 2010 – yilda 37,5 % ni tashkil etgan, 2025 – yilda esa 34,5 % ni tashkil etib, aholining umumiy sonida shahar aholisining ulushi 3 % ga kamaygan. Tumanda 2025 – yil holatiga ko'ra shaharda aholining 34,5 % istiqomat qilsa, qolgan 65,5 % aholi qishloq joylarda yashamoqda. Bundan, asosiy aholi qishloqlarda istiqomat qilib kelayotganini hamda shahar aholisi sezilarli darajada kamligini ko'rishimiz mumkin [4].

Sho'rchi tumanida 53 ta mahalla fuqarolar yig'ini (MFY) mavjud. 2025-yil

1-yanvar holatiga ko'ra aholi soni bo'yicha quyidagi mahallalar yetakchilik qiladi: Joyilma MFY – 9928 kishi, Oliy Ximmat MFY – 6980 kishi, Oqqo'rg'on MFY – 6785 kishi, Tamaddun MFY – 6047 kishi. Ushbu mahallalar tumanning demografik salohiyati yuqori hisoblanadi va tuman umumiy aholisining 13–14 foizini tashkil etadi. Aholi soni eng kam bo'lgan MFYlar esa quyidagilar: Tamshush MFY – 980 kishi, Bo'ston MFY – 2 610 kishi, G'armaqo'rg'on MFY – 2757 kishi, Konobod MFY – 2813 kishi. Bu holat tuman hududida aholi zichligi notekis taqsimlanganini ko'rsatadi(2-rasm).

Tuman aholisining katta qismi qishloqlarda (65,5 %) yashayotgani inobatga olinsa, insonlarning turmush tarzi bevosita qishloqlarga bog'liqligini ko'rishimiz mumkin. Shuningdek, qishloq joylarning yashash sharoiti shahar joylarniki bilan deyarli bir xilligini alohida aytib o'tish joiz.

Tug'ilish. 2024-yilda tug'ilganlar soni 6981 kishini tashkil qildi va 2010-yilning shu davriga (4200 kishi) nisbatan 2781 kishiga ko'paygan. Shunga mos ravishda tug'ilish koeffitsiyenti 30,5 promilleni tashkil qilgan.



2-rasm. Sho'rchi tumani MFY lar aholi zichligi xaritasi.

Manba: Sho'rchi tumani pasporti ma'lumotnomasi asosida muallif tomonidan yaratilgan.

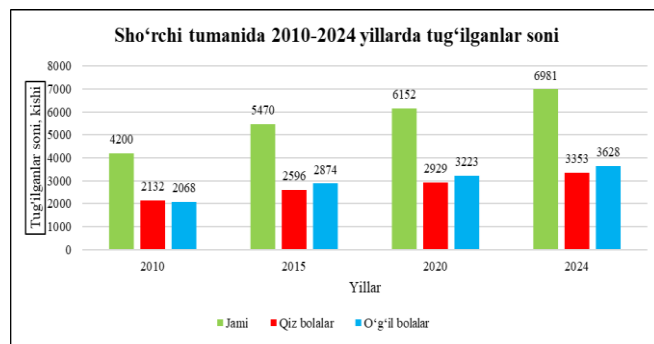
So'nggi yillarda Sho'rchi tumani hududida aholi dinamikasi tarkibida tug'ilishlar soni barqaror o'sish tendensiyasini namoyon etmoqda. Bu jarayon demografik tranzitsiya nazariyasi asosida tushuntirilishi mumkin. Bunda iqtisodiy o'sish, sog'liqni saqlash tizimining yaxshilanishi va ijtimoiy siyosat tug'ilish darajasini rag'batlantiruvchi omillar sifatida ko'zga tashlanadi. Bu ijobiy o'sishga bir qancha iqtisodiy-ijtimoiy omillar sabab bo'lmoqda. Quyida ulardan asosiylariga to'xtalamiz.

Birinchidan, mehnat migratsiyasining ta'siri. Sho'rchi tumani aholisining ko'pchiligi xorijiy davlatlarda, masalan, Rossiya va Qozog'istonda mehnat faoliyatini yurituvchi migrantlar bo'lib, ularning yuborgan pul o'tkazmalari (remittanslar) oilalarning iqtisodiy holatini yaxshilaydi [7]. Jahon banki va Xalqaro migratsiya tashkilotining tadqiqotlariga ko'ra, remittanslar oilalarning daromadini oshirib, bolalar tarbiyasi va sog'liqni saqlash harajatlarini qoplaydi, bu esa tug'ilish darajasini oshirishga yordam beradi. Natijada, migrant oilalar ko'proq farzand ko'rishga qodir bo'lmoqda, chunki iqtisodiy barqarorlik demografik o'sishni rag'batlantiradi. Demografik tadqiqotlarda bunday holat "migratsiya-fertility bog'lanishi" deb atalib, rivojlanayotgan mamlakatlarda keng tarqalgan [6].

Ikkinchidan, sog'liqni saqlash tizimining modernizatsiyasi. Respublikamiz hukumati tomonidan amalga oshirilgan "Sog'lom ona va bola" dasturlari, vaksinatsiya va perinatal xizmatlarning kengayishi natijasida chaqaloqlar o'limi darajasi keskin pasaygan [8]. Surxondaryo viloyatida, jumladan, Sho'rchi tumanida, bu dasturlar qishloq klinikalarini modernizatsiya qilish orqali amalga oshirilmoqda. Natijada tuman bo'yicha tug'ilish darajasi mamlakat o'rtacha ko'rsatkichidan yuqori bo'lmoqda.

Uchinchidan, ta'lim darajasining oshishi va nikoh yoshining yuqori bo'lishi. Yuqorida ta'kidlanganidek, yoshlarning oliy ma'lumot olish darajasi ortmoqda. Bu esa nikoh yoshini o'rtacha 25-28 yoshgacha ko'tarib, nikohlar sonini nisbatan kamaytirgan. Biroq, bu salbiy emas, aksincha, ijobiy tendensiya: demografik tadqiqotlarda (masalan, BMTning demografik hisobotlarida) oliy ma'lumotli ayollarning fertility darajasi (ayol boshiga farzandlar soni) past bo'lsa-da, bolalar sifati (salomatlik, ta'lim) yuqori bo'ladi [9]. Sho'rchi tumanida oliy ta'lim darajasi o'sishi (ayniqsa, qizlar orasida) oilalarni rejalashtirilgan va sifatli farzand ko'rishga undaydi, natijada aholi o'sishi barqaror va ijobiy xususiyatga ega bo'lmoqda.

To'rtinchidan, hukumatning ijtimoiy siyosati. O'zbekistonning "Oilani qo'llab-quvvatlash" va "Yosh oila" dasturlari, shuningdek, bolalar nafaqalari va uy-joy subsidiyalari tug'ilishni rag'batlantiruvchi mexanizmlar hisoblanadi [10:116]. Bunday siyosatlar demografik o'sishni ta'minlab, mamlakatning iqtisodiy rivojlanishiga hissa qo'shmoqda, chunki yosh aholi mehnat bozori uchun resurs bo'lib xizmat qiladi.

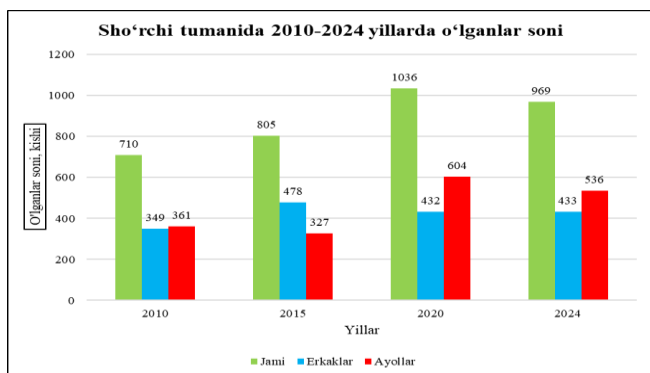


3-rasm. Sho'rchi tumanida tug'ilganlar soni (yilda; kishi)

Manba: Sho'rchi tumani pasporti ma'lumotnomasi asosida muallif tomonidan tuzilgan.

O'lim. Demografik vaziyatning shakllanishida o'lim ham asosiy jarayonlardandir. O'lim jarayoni aholining turli yoshlarida juda ko'p omillar ta'sirida sodir bo'ladi. Mutaxassislar o'limga ta'sir etuvchi omillarni ularning kelib chiqishiga bog'liq holda ikki guruhga: endogen va ekzogen omillarga ajratadilar. Endogen omillar ichki omillar bo'lib, inson organizmidagi o'zgarishlar (kasallanish, keksalik) bilan bog'liq omillardir. Ekzogen omillar esa tashqi omillar (urushlar, turli epidemiyalarning tarqalishi, baxtsiz hodisalar, tabiiy ofatlar va h.k.) bo'lib, ular tashqi muhit ta'sirida sodir bo'ladi. O'lim jarayoni ma'lum aholi guruhlarida, avlodlarda davlatlarda va jamiyat taraqqiyoti bosqichlarida ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarga bog'liq holda, inson hayotining turli davrlarida sodir bo'ladi [1:82-83].

Qayd etish lozimki, Sho'rchi tumanida aholi o'limining soni kamayib bormoqda. Bu so'ngi yillarda sog'liqni saqlash sohasidagi islohotlar samarasi o'laroqdir. Biroq, bu jarayon viloyatning boshqa tumanlariga nisbatan astasekinlik bilan sodir bo'lmoqda. Chunki, barcha aholini tibbiy xizmat bilan yetarli darajada qamrab olishning imkoniyati past. Demak, ba'zi holatlarda aholi ma'lum bir sog'liqni tiklash maqsadida viloyat markaziga borishga majbur hisoblanadi.



4-rasm. Sho'rchi tumanida o'lganlar soni (yilda; kishi)

Manba: Sho'rchi tumani pasporti ma'lumotnomasi asosida muallif tomonidan tuzilgan.

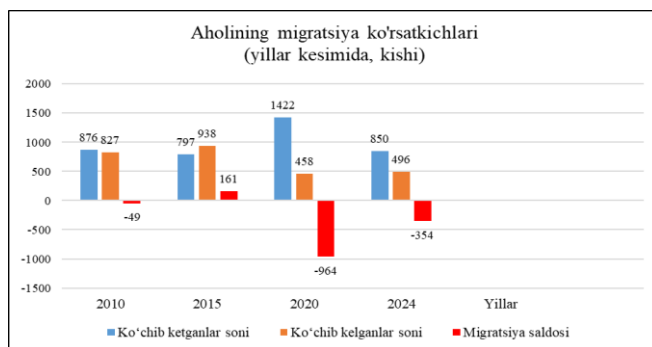
Sho'rchi tumani kabi qishloq hududlarda aholi o'limining soni so'nggi yillarda barqaror kamayish tendensiyasini namoyon etmoqda. Bu jarayon demografik tranzitsiya nazariyasi asosida tushuntirilishi mumkin. Bunda sog'liqni saqlash tizimining modernizatsiyasi, profilaktik tadbirlar va ijtimoiy-iqtisodiy omillar o'lim darajasini pasaytiruvchi asosiy omillar sifatida ko'zga tashlanadi. Xususan, 2024-yilda Sho'rchi tumani bo'yicha o'lim holatlari soni 969 nafarni tashkil etgan bo'lib, bu 2020-yildagi pandemiya cho'qqisidagi 1036 nafardan biroz kamaygan.

Bu ijobiy kamayishga bir qancha iqtisodiy-ijtimoiy va tibbiy omillar sabab bo'lmoqda. Quyida ulardan eng muhimlariga to'xtalamiz.

Birinchi omil sifatida COVID-19 pandemiyasi davrini inobatga olish lozim [11]. 2020-yilda pandemiya Sho'rchi tumani bo'yicha o'lim darajasini keskin oshirgan: Pandemiya cho'qqisida o'lim sabablari orasida nafas olish tizimi kasalliklari (shu jumladan COVID-19) ulushi 11,5% ni tashkil etgan, bu umumiy o'limni oshirgan. Surxondaryo viloyatida pandemiya davrida tibbiy xizmatlarning qamrovi cheklanganligi sababli, tuman aholisi ba'zan viloyat markaziga borishga majbur bo'lgan. Bu esa o'limning oldini olishni qiyinlashtirgan. Ammo keyingi yillarda tibbiy markazlarning kengayishi bu tendensiyaning kamayishiga sabab bo'lgan.

Ikkinchi omil – o'lim sabablarining tahlili va profilaktikasi [12]. Sho'rchi tumanida o'limning asosiy sabablari quyidagilar: qon aylanish tizimi kasalliklari, o'smalar, nafas olish tizimi kasalliklari (pandemiya davrida ko'paygan), ovqat hazm qilish tizimi kasalliklari va baxtsiz hodisalar, zaharlanishlarga to'g'ri keladi. Statistika agentligi ma'lumotlariga ko'ra, tumanda o'lim sabablarini kamaytirish uchun profilaktik skrininglar va ta'lim dasturlari joriy etilgan. Demografik tranzitsiyada bu omillar kekxa yoshdagi aholida endogen sabablarga bog'liq bo'lib, ta'lim va sog'liqni saqlash orqali nazorat qilinadi [4].

Migratsiya. 2024-yil holatiga ko'ra tuman bo'yicha ko'chib kelganlar soni 496 kishini, shu davr mobaynida ko'chib ketganlar soni esa 850 kishini tashkil qildi. Mos ravishda, migratsiya qoldig'i minus 470 kishini tashkil etgan, 2010-yilning mos davrida minus 49 kishi bo'lgan.



5-rasm. Ko'chib kelganlar va ko'chib ketganlar soni, (yilda; kishi)

Manba: Sho'rchi tumani pasporti ma'lumotnomasi asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Sho'rchi tumanida 2024-yil hisobi bo'yicha jami aholining taxminan 3 % i migratsiyada ishtirok etmoqda. Migratsiyada ishtirok etishda asosiy sabablardan biri mehnat migratsiyasi bo'lib, uning yo'nalishi Rossiya Federatsiyasi va Koreya Respublikasiga tomon bo'lmoqda. Yana bir e'tiborga molik jihati shundaki, migrantlar ichida oxirgi yillarda o'qish maqsadida xorijga ketayotganlari soni ortayotganidir [3]. Migratsiyada qatnashayotgan aholi soni bo'yicha Oliy Ximmat, Yalti, Joyilma va Oqqo'rg'on mahallalari yetakchilik qilmoqda. Qolgan mahallalarda ko'rsatkichlar bir-biriga deyarli yaqin bo'lsa, Tamshush, Zarbdor hamda Kushon mahallarida migrantlar miqdori nisbatan kamroqni tashkil etadi. Bunga sabab aholining umumiy sonidir. Chunki hozirgi kunda migrantlari ko'p bo'lgan mahallalarda umumiy aholi hajmi ham ko'roq hisoblanadi.

Muhokama. Dastlabki ma'lumotlarga ko'ra, Sho'rchi tumanida iqtisodiy faol aholi soni 2021-yildan 2024-yilgacha yuqori darajada kamaygan. Agar 2021-yilda bu ko'rsatkich 85,6 ming kishini tashkil etgan bo'lsa, 2024-yilga kelib 81,4 ming kishigacha qisqargan. Lekin, iqtisodiyotda band bo'lganlar soni deyarli o'zgarishsiz qolgan – 2021-yilda 76,8 ming kishi bo'lgan bo'lsa, 2024-yilda ham shu atrofda – 76,4 ming kishi ni tashkil qilgan.

Bu holat shuni anglatadiki, iqtisodiy faol aholining umumiy soni qisqargan bo'lsa-da, bandlar sonining kamaymasligi tumanda mehnat bozoriga nisbatan sezilarli bo'lganini ko'rsatadi.

2021-yilda ishsizlar soni 8,9 ming kishi, ishsizlik darajasi 10,3 % edi. 2024-yilga kelib esa ishsizlar soni 5,0 ming kishi, ishsizlik darajasi esa 6,1% gacha kamaygan. Demak, so'nggi to'rt yil ichida ishsizlik darajasi 4,2 foizga pasaygan. Bu, o'z navbatida, Sho'rchi tumanida bandlik siyosatini yo'lga qo'yish, yangi ish o'rinlari va mehnat resurslarining ko'proq iqtisodiy faol sektorlarga jalb qilingani bilan bog'liq.

Sho'rchi tumanida iqtisodiy faol aholining kamayishi ham kuzatildi. Bunga ta'sir ko'rsatgan bir nechta omillarni keltirish mumkin:

1. Yosh mehnat migratsiyasi – yosh va mehnatga layoqatli aholining ishlash uchun xorijga, asosan Rossiya, Qozog'iston, Turkiya, Koreya va boshqa davlatlarga chiqib ketishi.

2. Tug'ilishning kamayishi – tug'ilishning o'ziga xoslashuvi va mehnatga layoqatli aholi sonining tabiiy kamayishi.

3. Ta'lim tizimidagi o'sish – ko'plab yoshlarning oliy yoki professional ta'lim muassasalarida o'qishi, ya'ni vaqtincha mehnat bozorida chiqib ketishi.

Sho'rchi tumanida iqtisodiy band aholining soniga qaraydigan bo'lsak, mehnat bozorining salohiyatini va kichik tadbirkorlik faoliyatini anglatadi. Bu hududda asosan qishloq xo'jaligi, savdo va xizmat ko'rsatish, qurilish sektori sohalar yaxshi rivojlangan. Bu sohalar, kichik va o'rta biznes sifatida faoliyat yuritadi, shuning uchun iqtisodiy tebranishlarga nisbatan barqaror bo'ladi [2].

Xulosa. So'ngi yillarda ishsizlik darajasi 10,3% dan 6,1% gacha kamayishi juda yuqori holatdir. Bunga quyidagi bir qancha jarayonlar sabab bo'lgan:

✓ Yangi ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish obektlarining ochilishi;

✓ Hududiy infratuzilma dasturi orqali vaqtincha ish o'rinlari yaratilishi;

✓ Kasb-hunar o'qitish markazlari orqali aholining bandlikka biriktirilishi va boshqalar.

Sho'rchi tumanida bugungi kunda ishsizlikning kamayishi va bandligini ta'minlanligi bois iqtisodiy-ijtimoiy ko'rstakichlar bir muncha yaxshilandi. Natijada, tumanda aholi daromadi ko'paydi, iste'mol bozori kengaydi, yoshlar orasida ijtimoiy faollik ortdi va qashshoqlik darajasi kamaydi. Bu jarayonlar hududda mehnat bozorini tartibga solish siyosatining to'g'ri yo'lga qo'yilganini ko'rsatadi. Kelgusida esa bandligini hisobga olish, ayollar tadbirkorligini rivojlantirish va kasb-hunar o'rganish natijasida bu rivojlanish tendensiyaning davom ettirish mumkin.

Adabiyotlar

1. Bo'riyeva M.R., Tojiyeva Z.N., Zokirov S.S. Aholi geografiyasi va demografiya asoslari – Toshkent: “Tafakkur” 2011.
2. Xasanova G.D., Hasanov U.R. Mehnat resurslari: tushunchasi va ahamiyati. // Science and Education ilmiy jurnali, 2025, 6, №12. –Toshkent: 867-875- b.
3. G'aniyev F.T., G'aniyeva G.I., Shukridillayeva S.E. Migratsiya tushunchasi, turlari va O'zbekistonda migratsiya huquqi hamda ularning sotsiologik talqini. // Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies, 2024. – T. 1, №16. 56-61- b.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi statistika agentligi Surxondaryo viloyati statistika boshqarmasi, 2025 yil. <https://surxonstat.uz/>
5. Sho'rchi tumani pasporti hisoboti, 2025-yil.
6. Majelantle R. G., Navaneetham, K. Migration and fertility: A review of theories and evidences. Journal of Global Economics, 1(1), 101, 2013.
7. <https://orginfo.uz/ru/article/none-pul-otkazmasi/>
8. Aminjonova Ch.A. Sog'lom ona va bola – baxtli kelajak asosi. Scientific Progress, 3(1), 2022. – P. 874-880.
9. Castro Martín T. Women's education and fertility: Results from 26 demographic and health surveys. Studies in Family Planning, 26(4), 1995. – P. 187-202.
10. Matyaqubov X.H. O'zbekistonning eng yangi tarixi (o'quv qo'llanma). -Toshkent: Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti, 2021.
11. Aburto J.M., Schöley J., Kashnitsky I., Zhang L., Rahal C., Missov T. I., Mills M. C., Dowd J. B., Kashyap R. Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic through life-expectancy losses: a population-level study of 29 countries. // International Journal of Epidemiology, 00(00), 2021. – P. 1-12.
12. Bishop K., Balogun S., Eynstone-Hinkins J., Moran L., Martin M., Banks E., Rao C., Joshy G. Analysis of multiple causes of death: A review of methods and practices. Epidemiology, 34(3), 2023. –P. 333-344.
13. Ro'ziyev A. Surxondaryo geografiyasi. - Toshkent: “Jayxun”, 1996.
14. Sattorov A.U. Surxondaryo viloyati qishloq aholi manzilgohlarining rivojlanish va joylashish xususiyatlari. Monografiya. –Toshkent: «Innovatsiya-Ziyo», 2020.
15. Olimqulov Y.M., Samadov, J.E. Surxondaryo viloyatining aholisi va mehnat resurslari. Journal of Universal Science Research, 2023. – P. 320–325.
16. Muminov U.R., Abdullayev J.I. Surxondaryo viloyati mahallalarining etnohududiy xususiyatlari. // Tadbirkorlik va pedagogika. Ilmiy-uslubiy jurnal, 2024, № 4, 22-33-b.

**BUXORO VILOYATIDA TURIZMNI RIVOJLANTIRISHNING GEOGRAFIK XUSUSIYATLARI
VA TABIIY RESURLARDAN BARQAROR FOYDALANISH****Nematova Xurshida Xayitovna** – o‘qituvchinematovaxurshida81@gmail.com*Buxoro shahridagi Prezident maktabi***РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И УСТОЙЧИВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
С УЧЁТОМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ В БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ****Нематова Хуршида Хайитовна** – учитель*Президентская школа в городе Бухара***GEOGRAPHICAL FEATURES OF TOURISM DEVELOPMENT AND SUSTAINABLE
USE OF NATURAL RESOURCES IN THE BUKHARA REGION****Nematova Khurshida Khayitovna** – teacher*Presidential School in Bukhara*

Tayanch so‘zlar: tabiiy resurslar, turistik foydalanish, turistik zichlik, ekologik barqarorlik, geografik qulaylik, integral indeks.

Rezyume. Mazkur tadqiqot Buxoro viloyatida tabiiy resurslardan turistik maqsadlarda foydalanish samaradorligini kompleks geografik baholash metodikasini ishlab chiqishga bag‘ishlangan. Tadqiqotda tabiiy resurs salohiyati, turistik foydalanish intensivligi, ekologik barqarorlik hamda geografik qulaylik va infratuzilmaviy ta‘minlanganlikni yagona integral indeks asosida baholash taklif etiladi.

Ключевые слова: природные ресурсы, туристское использование, туристская плотность, экологическая устойчивость, географическая доступность, интегральный индекс.

Резюме. Исследование посвящено разработке методики комплексной географической оценки эффективности использования природных ресурсов в туристских целях на территории Бухарской области. Предлагается оценивать эффективность на основе интегрального индекса, объединяющего потенциал природных ресурсов, интенсивность туристского использования, экологическую устойчивость, географическую доступность и инфраструктурную обеспеченность.

Key words: natural resources, tourism use, tourist density, environmental sustainability, geographical accessibility, composite index

Summary. This study focuses on developing a comprehensive geographical methodology for assessing the efficiency of natural resource use for tourism purposes in Bukhara Region. An integrated index is proposed to evaluate natural resource potential, intensity of tourist use, environmental sustainability, geographical accessibility, and infrastructure provision.

Kirish. Turizm taraqqiy etgani sari, turistik faoliyatning jadal rivojlanishi tabiiy resurslarga bo‘lgan antropogen bosimning kuchayishi, suv va energiya sarfining ortishi, chiqindilar hajmining ko‘payishi hamda ekotizimlar va biologik xilma-xillikka salbiy ta‘sirlarning yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois zamonaviy turizm geografiyasida hududlarning turistik salohiyatini aniqlash bilan bir qatorda, tabiiy resurslardan turistik maqsadlarda foydalanish darajasi va samaradorligini kompleks baholash muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tabiiy resurslarning mavjudligi, ulardan foydalanish intensivligi, ekologik barqarorlik, geografik qulaylik va infratuzilmaviy ta‘minlanganlikni o‘zaro bog‘liq holda baholash hududiy turizmni barqaror boshqarish uchun muhim metodologik asos yaratadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi Buxoro viloyatida tabiiy resurslardan turistik maqsadlarda foydalanish samaradorligini tabiiy resurs salohiyati, turistik foydalanish, ekologik barqarorlik hamda geografik qulaylik va infratuzilma komponentlari asosida kompleks baholash metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili va tadqiqot metodologiyasi. YUNEP (BMT ning atrof-muhit bo‘yicha dasturi) ma‘lumotlariga ko‘ra, turizmning rivojlanishi suv, energiya, yer va boshqa tabiiy resurslardan foydalanish hamda chiqindilar va issiqxona gazlari miqdorining ortishi bilan birga kechmoqda. Shu sababli zamonaviy turizm

geografiyasida hududning turistik salohiyatini aniqlash bilan bir qatorda, tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligini hududiy va kompleks baholash masalasi tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Barqaror turizmni boshqarishda faqat turistlar soni, turistik daromad yoki infratuzilma ko‘rsatkichlarini hisobga olish yetarli emas. Tabiiy resurslarning mavjudligi, ulardan foydalanish intensivligi, ekologik holat, hududning geografik qulayligi va resurslarni qayta tiklash imkoniyatlarini birgalikda hisobga olish zarur.

So‘nggi yillarda xalqaro miqyosda turizm barqarorligini o‘lchash uchun indikatorlar tizimidan foydalanishga e‘tibor kuchaymoqda. BMT tomonidan ishlab chiqilgan Turizm barqarorligini o‘lchash (Measuring the Sustainability of Tourism (MST)) statistik yondashuvi turizmning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik jihatlarini birgalikda o‘lchashga qaratilgan. Ushbu yondashuv turizm faoliyatining tabiiy resurslar va ekotizimlarga ta‘sirini iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan birgalikda tahlil qilish imkonini beradi. Bundan tashqari tashkilot tomonidan taklif qilinayotgan barqaror turizmni baholash vositalarida tabiiy resurslarni muhofaza qilish, suv va energiyadan samarali foydalanish, chiqindilarni boshqarish, infratuzilma, turizmni rivojlantirish va hududiy boshqaruv kabi yo‘nalishlar alohida indikatorlar orqali baholanadi. Bu holat turizm barqarorligini bitta ko‘rsatkich orqali emas, balki bir nechta o‘zaro bog‘liq geografik, ekologik, iqtisodiy va

ijtimoiy indikatorlar majmuasi orqali baholash zarurligini ko'rsatadi.

Mazkur yondashuvning geografik tadqiqotlar uchun ahamiyati shundaki, tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligi hududlar bo'yicha bir xil emas. Bir hududda suv resurslari, rekreatsion landshaftlar yoki tabiiy ekotizimlardan foydalanish imkoniyatlari yuqori bo'lishi mumkin, boshqa hududda esa ekologik cheklovlar yoki infratuzilmaning yetarli emasligi resurslardan foydalanish samaradorligini pasaytirishi mumkin. Shuning uchun tabiiy resurslardan foydalanishni hududiy differensiallashgan holda baholash iqtisodiy va tabiiy geografiya tadqiqotlarining muhim yo'nalishlaridan biridir.

Buxoro viloyati mazkur muammoni tadqiq etish uchun o'ziga xos hudud hisoblanadi. Viloyat hududining katta qismi Qizilqum cho'li egallagan bo'lib, unda cho'l landshaftlari, suv obyektlari, tabiiy muhofaza qilinadigan hududlar va turizm uchun foydalanish imkoniyatiga ega bo'lgan tabiiy resurslar mavjud. Buxoro shahrining tarixiy markazi UNESCO Butunjahon merosi ro'yxatiga kiritilgan bo'lsa-da, viloyatning turistik salohiyati faqat madaniy-tarixiy meros bilan cheklanmaydi. Viloyatda Jayron ekomarkazi, Dengizko'l, Qizilqum hududlari va boshqa tabiiy obyektlar ekoturizm va tabiatga asoslangan turizmni rivojlantirish uchun muhim resurslar sifatida namoyon bo'ladi.

Buxoro viloyati bo'yicha olib borilgan so'nggi tadqiqotlar asosan madaniy meros, GIS asosidagi turistik marshrutlarni optimallashtirish, turistik infratuzilma va barqaror turizmni boshqarish masalalariga qaratilmoqda. Masalan, Kilichov va hammualliflarining 2026-yildagi tadqiqotida Buxoro shahridagi 92 ta madaniy meros obyektlarining fazoviy taqsimoti GIS yordamida tahlil qilinib, K-means clustering, Shortest Path va Service Area usullari orqali turistik marshrutlar optimallashtirilgan.

Shuningdek, Jafarova va hammualliflarining 2026-yilda e'lon qilingan tadqiqotida Buxoroning tarixiy turizm hududlarida ekologik, ijtimoiy va boshqaruv - ESG komponentlarining barqaror turizm rivojlanishiga ta'siri baholangan bo'lib, tadqiqot natijalari ekologik, ijtimoiy va boshqaruv omillarining barqaror turizm rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini ko'rsatgan.

Biroq mavjud tadqiqotlarning muhim qismi Buxoroning madaniy merosi va turistik infratuzilmasiga yo'naltirilgan bo'lib, viloyat tabiiy resurslaridan turizm maqsadlarida foydalanish samaradorligini hududlar kesimida kompleks geografik indeks yordamida baholash masalasi yetarlicha ishlab chiqilmagan. Ayniqsa, tabiiy resurslarning mavjudligi, ekologik holat, turistik foydalanish intensivligi, geografik qulaylik va infratuzilmaviy ta'minlanganlikni yagona integral indeksga birlashtirish zarurati mavjud. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqotning ilmiy muammosi Buxoro viloyatida tabiiy resurslardan turistik maqsadlarda foydalanish samaradorligini ifodalovchi kompleks geografik baholash metodikasining yetarlicha ishlab chiqilmaganligi bilan belgilanadi.

Muhokama va natijalar. Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, barqaror turizmni baholashda indikatorlar va kompozit indekslardan foydalanish xalqaro ilmiy amaliyotda keng rivojlangan. Biroq mavjud yondashuvlarning aksariyatida turizm barqarorligi umumiy iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy ko'rsatkichlar orqali baholanadi. Tabiiy resurslarning mavjudligi → turistik

foydalanish → ekologik bosim → hududiy qulaylik → foydalanish samaradorligi zanjirini aynan geografik nuqtai nazardan birlashtiruvchi indekslar nisbatan kam.

Bundan tashqari, indekslarning ko'pchiligi mamlakat yoki yirik destinatsiya darajasida ishlab chiqilgan. Mahalliy hududlar – masalan, viloyat va tumanlar kesimida tabiiy resurslardan turistik foydalanish samaradorligini baholash uchun moslashtirilgan indekslar kamroq uchraydi.

Turizm barqarorligini mahalliy darajada baholash masalasida Miller va hammualliflar (2014) indikatorlar tizimini ishlab chiqish va Delphi usuli orqali tadqiqot indikatorlar tizimi turizmning mahalliy darajadagi ta'sirini aniqlash, boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlash va barqarorlikni rejalashtirishda qo'llanishi mumkinligini ko'rsatadi

Marinelloning tadqiqotlarida indikatorlarni tanlash va ularning ishonchligini ta'minlash masalasiga ham katta e'tibor berilgan. Zamonaviy adabiyotlar sharhida barqaror turizm indikatorlari bo'yicha mavjud tadqiqotlar umumlashtirilib, indikatorlarni amaliy monitoring tizimlariga integratsiya qilish, geografik masshtab va ma'lumotlar mavjudligi bilan bog'liq muammolar hali ham dolzarb ekanligi ko'rsatilgan.

Blancas va Lozano-Oyola (2022) tomonidan ishlab chiqilgan SusTour-Index esa barqaror turizmni iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy o'lchamlardan tashkil topgan tizim orqali baholaydi. Mazkur indeks 75 ta boshlang'ich indikatorni uchta asosiy o'lcham – iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy komponentlarga birlashtiradi. Tadqiqot kompozit indikatorlardan foydalanish turizm barqarorligining murakkabligini yagona baholash tizimida ifodalash imkonini berishini ko'rsatadi. Bunday indekslar turizm barqarorligini baholashda keng qo'llanayotganini, biroq indikatorlar o'rtasidagi kompensatsiya darajasi – ya'ni bir indikatorning past qiymatini boshqa indikatorning yuqori qiymati bilan qoplash imkoniyati – indeks natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatgan.

Tadqiqot uchun uch turdagi ma'lumotlardan foydalanish taklif etiladi.

Statistik ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi, Buxoro viloyati statistika ma'lumotlari va tegishli davlat tashkilotlarining ochiq ma'lumotlaridan olinadi.

Geografik ma'lumotlar GIS(GAT) muhitida tabiiy landshaftlar, suv obyektlari, muhofaza qilinadigan hududlar, turistik obyektlar va transport infratuzilmasining fazoviy joylashuvini aniqlash uchun ishlatiladi.

Ekologik va turistik ma'lumotlar esa tabiiy resurslardan foydalanish intensivligi, turistik yuklama va ekologik holatni baholash uchun qo'llanadi.

Bunday ma'lumotlarni yagona indeksga birlashtirishdan oldin ularning o'lchov birliklari va yo'nalishlari moslashtiriladi. Kompozit indekslarda turli birliklarda o'lchanadigan indikatorlarni umumiy shkalaga keltirish zaruriy metodologik bosqich hisoblanadi.

Indikatorlar tizimini shakllantirish.

Tadqiqotda tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligi to'rtta asosiy komponent orqali baholanadi:

- A. Tabiiy resurs salohiyati — NR
- B. Turistik foydalanish — TU
- C. Ekologik barqarorlik — ES
- D. Geografik qulaylik va infratuzilma — GI

Indikatorlar quyidagi mezonlar asosida tanlanadi:

1. Indikator tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligini bevosita yoki bilvosita ifodalashi kerak.
2. Barcha tadqiqot birliklari uchun ma'lumot mavjud bo'lishi lozim.
3. Indikator aniq statistik yoki GIS ma'lumotlari bilan ifodalanishi zarur.
4. Bir xil mazmunni ifodalovchi indikatorlar haddan tashqari ko'paytirilmasligi talab etiladi.
5. Indikator ma'muriy-hududiy birliklar bo'yicha xaritalanishi mumkin bo'lishi kerak.

Xulosa. Tadqiqot natijalari Buxoro viloyatida tabiiy resurslardan turistik maqsadlarda foydalanish

samaradorligini hududiy va kompleks yondashuv asosida baholash zarurligini ko'rsatadi. Tabiiy resurs salohiyati, turistik foydalanish intensivligi, ekologik barqarorlik hamda geografik qulaylik va infratuzilmani yagona integral indeksga birlashtirish hududlar o'rtasidagi farqlarni aniqlash imkonini beradi. GIS texnologiyalari va statistik, ekologik hamda turistik ma'lumotlardan kompleks foydalanish turizm rivojlanishining hududiy xususiyatlarini baholashga xizmat qiladi. Mazkur yondashuv Buxoro viloyatida tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va turizmni hududiy jihatdan samarali rejalashtirish uchun ilmiy-metodik asos yaratadi.

Adabiyotlar

1. Miller Graham "The Development of Indicators for Sustainable Tourism: Results of a Delphi Survey of Tourism Researchers" *Tourism Management*, 2001. Vol. 22, No. 4. – P. 351-362.
2. Pulido Fernández Juan Ignacio, Sánchez Rivero Marcelino "Measuring Tourism Sustainability: Proposal for a Composite Index" *Tourism Economics*, 2009. Vol. 15, No. 2. – P. 277-296.
3. Lozano-Oyola Macarena, Contreras Ignacio, Blancas Francisco Javier "An Operational Non-compensatory Composite Indicator: Measuring Sustainable Tourism in Andalusian Urban Destinations" *Ecological Economics*, 2019. Vol. 159. – P. 1-10. – Elsevier.
4. Blancas Francisco Javier, Lozano-Oyola Macarena " Sustainable Tourism Evaluation Using a Composite Indicator with Different Compensatory Levels" *Environmental Impact Assessment Review*, 2022. Vol. 93. Article 106733. – Elsevier.
5. Marinello Samuele, Butturi Maria Angela, Gamberini Rita, Martini Umberto "Indicators for Sustainable Touristic Destinations: A Critical Review" *Journal of Environmental Planning and Management*, 2023. Vol. 66, No. 1. P. 1-30. Taylor & Francis.
6. United Nations, UN Tourism. Statistical Framework for Measuring the Sustainability of Tourism (SF-MST). – New York-Madrid, 2024.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОТРАСЛЕВЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ГЕОГРАФИИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ

Низаматдинова Жулдуз Скаховна – докторант

Казахский национальный педагогический университет имени Абая

zhulduz.nizamatdinova@yu.edu.kz

Демеев Ахмет Демеевич – кандидат географических наук

achmet.demeev@yu.edu.kz

Каспийский университет технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова

ГЕОГРАФИЯНИНГ ТАРМОҚ ҲЎНАЛИШЛАРИДА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТДАН ҲОЙДАЛАНИШ ВА УНИНГ ТУРИЗМ ИНДУСТРИЯСИНИ РИВОЖЛАНТИРИШДАГИ АҲАМИЯТИ

Низаматдинова Жулдуз Скаховна – докторант

Абай номидаги Қозоқ миллий педагогика университети

Демеев Ахмет Демеевич – география фанлари номзоди

Ш.Есенов номидаги Каспий технологиялар ва инжиниринг университети

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE BRANCHES OF GEOGRAPHY AND ITS SIGNIFICANCE FOR THE DEVELOPMENT OF THE TOURISM INDUSTRY

Nizamatdinova Zhulduz Skakhovna – doctoral student

Kazakh National Pedagogical University named after Abai

Demeev Akhmet Demeevich – candidate of Geographical Sciences

Caspian University of Technology and Engineering named after Sh.Yessenov

Таянч сўзлар: география, сунъий интеллект, географик тадқиқот, географик сунъий интеллект (GeoAI), соҳалар.

Резюме. Географик маълумотларни қайта ишлаш, график таҳлил ўтказиш, ахборотни бошқариш ва географик тадқиқотлар доирасида бошқа вазифаларни бажариш кенг камровли назарий билим ва амалий тажриба талаб этади. Гарчи анъанавий қўлда тадқиқот усуллари содда бўлса-да, улар меҳнат талабчан бўлиб, маълумотларни қайта ишлаш самарадорлиги паст бўлади. Шу билан бирга, компьютер технологиялари инсон когнитив қобилиятларини тақдир қилишга интиларкан, табиат қонунларини тўлиқ ва мантиқан умумлаштира олмайди. Сунъий интеллект ва машина ўрганиш технологиялари ушбу икки муаммага ҳам самарали ечим тақдир этади.

Ключевые слова: география, искусственный интеллект, географические исследования, географический искусственный интеллект (GeoAI), субдомен.

Резюме. Обработка географических данных, графическая обработка информации, управление информацией и другие задачи географических исследований требуют обширных теоретических знаний и практического опыта. Традиционные методы ручного исследования сравнительно просты, однако отличаются высокой трудоёмкостью и низкой эффективностью обработки данных. Вместе с тем компьютерные технологии испытывают трудности в имитации человеческого мышления и не способны в полной мере рационально обобщать закономерности природы. Технологии искусственного интеллекта и машинного обучения позволяют эффективно решать обе эти проблемы.

Key words: Geography, artificial intelligence, geographic research, geographic artificial intelligence (GeoAI), subdomain.

Summary. Geographic data processing, graphic processing, information management and other tasks in geographic research require extensive normative knowledge and experience. Traditional manual research is simple, but the workload is high and the data processing efficiency is low. However, computer technology struggles to imitate the human mind in thinking, and it cannot reasonably generalize natural laws. Artificial intelligence and machine learning technology can effectively solve these two problems.

Введение. География – это наука, которая описывает Землю и её население, в частности сушу, море и атмосферу, распределение животных и растений, а также деятельность людей в соответствии с взаимосвязью различных природных сил. Эта наблюдательная и эмпирическая дисциплина постоянно развивается с точки зрения эффективности исследований и методов анализа данных: она проходит путь от традиционных ручных исследований в географии к технологиям компьютерного моделирования и далее к технологиям искусственного интеллекта.

Обсуждение и результаты.

Искусственный интеллект географии (GeoAI) – это новая и многообещающая область исследований, которая объединяет искусственный интеллект с географической наукой для решения географических и

природоведческих задач [1]. Развитие GeoAI позволяет использовать в географических исследованиях преимущества традиционных исследований в области искусственного интеллекта, проводимых в рамках компьютерных наук. Это достигается за счет усовершенствования количественных методов с помощью революционных технологий, включая машинное и глубокое обучение, высокопроизводительные вычисления и обработку больших данных [2]. Эта новая тенденция в исследованиях, связанная с искусственным интеллектом, имеет особое значение для географических исследований в эпоху больших данных, поскольку более 80 % доступных данных содержат пространственную информацию [3].

Социальная география. Исследования в области социальной географии проводятся в тесной взаимо-

связи с другими подразделами гуманитарной географии, включая поведенческую географию, городскую географию и экологическую географию. GeoAI позволяет увязать методы, используемые в традиционных социально-городских исследованиях, с антропогенной и природной средой в городском пространстве, а также с наблюдаемыми социальными явлениями [4]. GeoAI обеспечивает визуализацию социальных изменений в городских районах; выявлять районы бедности и упадка городов и изучать потенциальные факторы, обуславливающие бедность; оценивать уровень социального смещения в жилых районах; анализировать социальную справедливость и выявлять социальное неравенство в выборе транспортных средств; кроме того, GeoAI позволяет отслеживать уровень благосостояния различных социальных групп [5]. Более того, GeoAI способствует управлению социальными организациями, а также разработке и совершенствованию государственной политики посредством изучения социальных сетей [6]. Его также используют для содействия участию граждан в управлении городом и для прогнозирования социально-экономических условий в городских районах. Подобно некоторым исследованиям в области поведенческой географии, GeoAI также применяется для мониторинга и прогнозирования преступности в микрорайонах [7]. Наконец, GeoAI позволяет создавать новые наборы данных с точки зрения социальных наук. К ним относятся индекс социальной уязвимости и индекс уязвимости средств к существованию. Впоследствии эти показатели широко используются в междисциплинарных исследованиях, служа основой для более глубокого анализа социально-экономических процессов.

Политическая география. По сравнению с другими подразделами применение GeoAI в политической географии относительно ограничено, что, возможно, обусловлено качественным характером исследований в этой области. В последние годы также появились некоторые приложения GeoAI, использующие модели обработки естественного языка для анализа содержания политических документов, газетных публикаций и документов по планированию [8]; мониторинга общественного восприятия политических инициатив (например, концепций «умного города»); прогнозирования коррупции и результатов президентских выборов на основе данных социальных сетей; для конкретных событий или в определенных сферах (с целью изучения политических тенденций); решения политических вопросов, в том числе связанных с крайне правыми силами [9]; а также прогнозирования или моделирования политической активности (например, предотвращения террористических инцидентов). Хотя такие программы в основном ограничиваются работой с текстами и качественным контентом, они демонстрируют огромный потенциал GeoAI в сфере политического влияния.

Региональная география. Поскольку целью региональной географии является изучение взаимодействия различных культурных и природных геофакторов в конкретном месте или региональном ландшафте, а также сравнение таких различий между регионами, применение GeoAI в региональной гео-

графии относительно ограничено. Это в значительной степени соответствует исследованиям в других подразделениях этой дисциплины. Несмотря на междисциплинарный характер регионально-географических исследований, применение GeoAI ограничивается оценкой региональной пропускной способности, региональной устойчивости, регионального развития и анализа региональных неравенств в типологии районов [10]. Результаты этих исследований показывают, что программы GeoAI обеспечивают высокоточные результаты моделирования при изучении нелинейных взаимосвязей между пространственными характеристиками и зависимыми явлениями, а также при применении этого подхода к сравнительным исследованиям в различных географических контекстах.

География сельского хозяйства. Гео-ИИ становится всё более важным методом в сельскохозяйственной географии, предлагая инновационные решения уникальных проблем, с которыми сталкиваются сельские районы. Одно из основных направлений его применения – мониторинг землепользования и урожая, где технологии искусственного интеллекта используются для обеспечения продовольственной безопасности [11]. GeoAI также играет ключевую роль в планировании и развитии сельской инфраструктуры путем оценки и определения приоритетов инфраструктурных потребностей, таких как спрос на общественный транспорт [12]. Это способствует более справедливому и устойчивому развитию сельских районов. Кроме того, передовые алгоритмы машинного обучения используются для моделирования и прогнозирования экономического развития сельских районов. Эти аналитические данные помогают формировать политику и стратегии развития сельских районов и решать ключевые проблемы в сельских районах. В целом интеграция GeoAI в сельскую географию способна революционизировать эту область, предлагая новые перспективы и основанные на данных подходы к устойчивому развитию сельских сообществ.

Заключение. Искусственный интеллект является одной из стратегических технологий, придающих новый импульс развитию современной географии и туристической отрасли. В географии ИИ повышает эффективность обработки пространственных данных, позволяя более глубоко изучать природные и социально-экономические процессы. В индустрии туризма искусственный интеллект широко используется для решения таких важных задач, как прогнозирование туристического спроса, оптимизация маршрутов, предоставление персонализированных услуг туристам и эффективное управление туристическими направлениями.

Развитие географического искусственного интеллекта (GeoAI) усиливает интеграцию географии и туризма, закладывая основу для появления таких новых научных направлений, как «умный туризм», «цифровое туристическое пространство» и «устойчивое развитие туризма». Поэтому в будущем широкое использование технологий искусственного интеллекта в отраслевых исследованиях в области географии и туризма будет рассматриваться не только как средство повышения эффективности научных исследований, но и как ключевой фактор укрепления конкурентоспособности туристической отрасли.

Литература

1. Li W., Hsu C.-Y. GeoAI for Large-Scale Image Analysis and Machine Vision: Recent Progress of Artificial Intelligence in Geography. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2022, 11, 385.
2. Pengyuan Liu, Filip Biljecki, A review of spatially-explicit GeoAI applications in Urban Geography, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 112, 2022, 102936, ISSN 1569-8432,
3. Leszczynski A., Crampton J. Introduction: Spatial big data and everyday life // *Big Data & Society*. 2016. T. 3. № 2. – C. 2053951716661366
4. Alizadeh M., Alizadeh E., Asadollahpour Kotenaee S., Shahabi H., Beiranvand Pour A., Panahi M., Bin Ahmad B., Saro L. Social Vulnerability Assessment Using Artificial Neural Network (ANN) Model for Earthquake Hazard in Tabriz City, Iran. *Sustainability* 2018, 10, 3376.
5. Brown R. A., Dickerson D.L., Klein D. J., Agniel D., Johnson C.L., & D'Amico E.J. Identifying as American Indian/Alaska Native in Urban Areas: Implications for Adolescent Behavioral Health and Well-Being. *Youth & Society*, 2021. 53(1), 54-75.
6. Choudhury T., Arunachalam R., Khanna A., Jasinska E., Bolshev V., Panchenko V., Leonowicz Z. A Social Network Analysis Approach to COVID 19 Community Detection Techniques. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 3791.
7. Amiruzzaman M., Rahman R., Islam M.R. and Nor R.M. "Evaluation of DBSCAN algorithm on different programming languages: An exploratory study," 2021 5th International Conference on Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT), Dhaka, Bangladesh, 2021. – P. 1-6.
8. Brinkley C., Stahmer C. What is in a plan? Using natural language processing to read 461 California city general plans. // *Journal of Planning Education and Research*. 2021. 0739456X21995890
9. Beatriz Jambrina-Canseco, The stories we tell ourselves: Local newspaper reporting and support for the radical right, *Political Geography*, Volume 100, 2023, 102778, ISSN 0962-6298,
10. Lynge H., Visagie J., Scheba A., Turok I., Everatt D., Abrahams C. (2022). Developing neighbourhood typologies and understanding urban inequality: a data-driven approach. *Regional Studies, Regional Science*, 9(1).
11. Yang J., Ma S., Li Y., Zhang Z. Efficient Data-Driven Crop Pest Identification Based on Edge Distance-Entropy for Sustainable Agriculture. *Sustainability* 2022, 14, 7825.
12. Bakdur A., Masui F., Ptaszynski M. Predicting Increase in Demand for Public Buses in University Students Daily Life Needs: Case Study Based on a City in Japan. *Sustainability* 2021, 13, 5137.

**NÓKIS QALASÍNDA BILIMLENDIRIW SISTEMASÍNÍN RAWAJLANÍWÍ
HÁM JAYLASÍW ÓZGESHELIKLERI**

Saliev Erkinbay Polat ulı – *assistent oqıtıwshı*

erkinsaliev95@gmail.com

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

**РАЗВИТИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ СИСТЕМЫ
ОБРАЗОВАНИЯ В ГОРОДЕ НУКУС**

Салиев Еркинбай Полатович – *ассистент преподаватель*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**DEVELOPMENT AND FEATURES OF THE EDUCATION SYSTEM LOCATION
IN THE CITY OF NUKUS**

Saliev Erkinbay Polatovich – *assistant teacher*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so'zlar: aholiga xizmat ko'rsatish, maktabgacha ta'lim, bolalar soni, maktabgacha ta'lim tashkilotlari, umumiy o'rta ta'lim, o'quvchilar soni, o'rta-maxsus kasb-hunar va oliy ta'lim, student, o'qituvchi, xizmat ko'rsatish radiusi, shaharsozlik normalari va qoidalari.

Rezyume. Maqolada Nukus shahrida maktabgacha, maktab, o'rta-maxsus kasb-hunar va oliy ta'lim tizimining tashkillashtirilishi, hududiy joylashuv xususiyatlari ochib berilgan.

Ключевые слова: обслуживания населения, дошкольное образование, количество детей, дошкольные образовательные организации, общее среднее образование, число учащихся, среднее-специальное профессиональное и высшее образование, студент, преподаватель, радиус обслуживания, градостроительные нормы и правила.

Резюме. В статье раскрыта организация системы дошкольного, школьного, среднего профессионального и высшего образования в городе Нукусе, особенности территориального размещения.

Key words: public services, preschool education, number of children, preschool educational organizations, general secondary education, number of students, secondary specialized vocational and higher education, student, teacher, service radius, urban planning norms and rules.

Summary. The article describes the organization and distribution of the preschool, school, secondary vocational and higher education system in the city of Nukus, the features of territorial distribution.

Kirisiw. Qaraqalpaqstan Respublikasınıń paytaxtı Nókis qalasınıń zamanagóy, siyasiy, ekonomikalıq jaqtan rawajlanǵan dáwiri onıń mádeniy hám ilim orayı sıpatındaǵı infrastrukturası sońǵı on jıl ishinde júdá joqarı pátlerde gúzetildi. Búgingi kúni qalanıń kórkine kórik baǵıshlap turǵan imaratlar gárezsizlik jıllarında boy tikledi, barları zamanagóy usılda qayta rekonstruksiyalandı.

Qalada 9 joqarı oqıw ornı, 55 ulıwma bilim beriw mektepleri, 268 mektepke shekemgi bilimlendiriw mákemeleri, sonnan: 63 i mámleketlik mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemleri, 205 i mámleketlik emes, 2 akademiyalıq licey, 2 kásip-óner kolledji, 2 kásip-óner mektebi, 8 texnikum, 10 joqarı oqıw ornı, 1 oraylıq kóp tarmaqlı poliklinika, 12 shańaraq poliklinikası, 17 emlew xana, 3 teatr, 6 muzey, 5 mádeniyat hám dem alıw baǵları, 15 sport maydanshaları, 1 stadion hám 2 sport zal bar [5].

Nókis qalasınıń turaqlı xalqınıń sanı 2026-jıl 1-yanvar jaǵdayı boyınsha 349,4 mıń adam bolıp, 2025-jılǵı 1-yanvarınan 4,7 mıń adamǵa yaqı 1,4 % ke ósken. Xalıqtıń tıǵızlıǵı 1 km² jerge 1588 adamdı quraydı.

2026-jılǵı 1-yanvar jaǵdayına bola Qaraqalpaqstan Respublikasınıń xalqı 2 053,2 mıń adamdı, qala xalqı bolsa 999,5 mıń adamdı qurap, Nókis qalasında respublika xalqınıń 17 % i, qala xalqınıń bolsa 35 % i jasaydı [8].

2026-jılǵı 1-yanvar jaǵdayına bola respublikada 1 031,4 mıń erkekler, 1 021,7 mıń hayallar jasap, Nókis qalasında respublikadaǵı erkeklerdiń 16,7 % i, hayallardıń bolsa 17,3 % i jasaydı (1-keste).

**1-keste. Qaraqalpaqstan Respublikası hám
Nókis qalasınıń turaqlı xalq sanı
(2026-jılǵı 1-yanvar jaǵdayı boyınsha)**

Aymaq	Jámi xalq sanı	Sonnan:	
		erkekler	hayallar
Qaraqalpaqstan Respublikası	2 053 173	1 031 441	1 021 732
Nókis qalası	349 392	172 710	176 682
Procentte, %	17 %	16,7 %	17,3 %

Keste Qaraqalpaqstan Respublikası Statistika basqarması maǵlıwmatları tiykarında avtor tárepinen dúzilgen [8].

Materiallar hám usıllar. Bul maqalada tiykarınan geografiyalıq salıstırıw, kameral, aymaqlıq analiz, statistikalıq-matematikalıq metodlardan paydalanıldı.

Ádebiyatlardıń sholıw. Sociallıq tarawlar, sonıń ishinde xızmet kórsetiw tarawları boyınsha ilimiy izertlew jumısları Abramov M.A., Alekseev A.I., Kovalev S.A., Tkachenko A.A., Pokshishevskiy V.V., Merkusheva L.A., Belenskiy V.R., Vaytekunas S., Manak B.A., Rutgayzer V.M., Nikolskiy I.V., Kalmutskaya E.I., Rodoman B.B., Luxmanov D.N., Florya S.I. hám basqa ilimpazlar tárepinen ámelge asırılǵan. Qaraqalpaqstan Respublikası xalqınıń rawajlanıw ózgeshelikleri hám oǵan xızmet kórsetiw máselelerin K.Rzaev, T.Tadjimov, E.Umarov, G.Utepova, G.Xodjaeva, G.Bekbulatova, Z.Abdalova, V.Tatıbaeva, M.Oteuliev, K.Uzakbaev ham.t.b. ilimpazlar úyrengen.

Talqılaw hám nátiyjeler. Mektepke shekemgi bilimlendiriw. Mektepke shekemgi bilimlendiriw úziksiz bilimlendiriwdiń baslanǵısh buwını esaplanadı. Ol balanıń

salamat hám rawajlangan shaxs bolıp qalıplesiwin támiyinlep, oqıwǵa bolǵan qızıǵıwshılıǵın arttırıp, sistemalı oqıtıwǵa tayarlap baradı. 6-7 jasqa shekem bolǵan balalar mektepke shekemgi bilimlendiriwdiń mámleketlik hám mámleketlik emes mákemelerinde hám shańaraqlarda ámelge asırıladı. Mektepke shekemgi bilimlendiriwdiń maqseti – balalardı mekteptegi oqıwǵa tayarlaw, olardı salamat, rawajlangan, jetik insan sıpatında qalıplestiriw, qábiletlerin ashıp beriw, oqıwǵa, sistemalı bilimlendiriwge bolǵan qızıǵıwshılıǵın támiyinlew bolıp esaplanadı.

Mektepke shekemgi bilimlendiriw mákemeleri – Ózbekstan Respublikasındaǵı bilimlendiriw mákemeleriniń túri bolıp, túrli baǵdardaǵı mektepke shekemgi bolǵan dáwirdegi ulıwma bilim beriw baǵdarlamaların ámelge asıradı. Mektepke shekemgi bilimlendiriw mákemeleri 2 jastan 7 jasqa shekem bolǵan balalardı tárbiyalawdı, oqıtıwdı, qadaǵalawdı, baǵıwdı hám salamatlastırıwdı támiyinleydi [7].

Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2017-jılı 30-sentyabr sánesinde qabıl etilgen “Mektepke shekemgi bilimlendiriw ministrigin shólkemlestiriw haqqında”ǵı PQ-3305 sanlı qararı qabıl etildi [2]. Bul qarardıń tiykarında sońǵı jıllarda respublikamızda kóplegen jańa mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemleri óz jumısların basladı.

2025-jıldıń 1-yanvar jaǵdayına qaraǵanda, Nókis qalasında mektepke shekemgi bilimlendiriw jasındaǵı (3-7 jaslı balalar) balalardıń sanı 22 882 quraǵan bolıp, sonnan 20 580 bala mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemlerine qamtıp alınǵan. Bul bolsa Nókis qalasında 3-7 jas aralıǵındaǵı balalardıń 89,9% i mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemlerine qamtıp alınǵanlıǵın kórsetedi. Olarǵa qala boyınsha jámi 268 mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemi xızmet kórsetip kelmekte. Mámleketlik MSHBM 63 bolıp, sonnan 60 ı Qaraqalpaqstan Respublikası Mektepke shekemgi hám mektep bilimlendiriw ministrigi quramında, 3 ewi hár qıylı mámleketlik mákemelerge qarashlı. Mámleketlik MSHBM lerinde 14 112 bala qamtıp alınǵan bolıp, Nókis qalasındaǵı barlıq baqshalarǵa qamtıp alınǵan balalardıń 68,6 % in quraydı. Mámleketlik emes MSHBSH lardıń sanı 205 ti qurap, sonnan 25 i jeke, 21 i mámleket jeke sheriklik, 162 si shańaraqlıq mektepke shekemgi bilimlendiriw mákemeleri bolıp esaplanadı. Mámleketlik emes MSHBSH larda 6 468 bala tárbiyalanıp, bular barlıq baqshalarǵa qamtıp alınǵan balalardıń 31,4 % in quraydı (2-keste).

2-keste. Qaraqalpaqstan Respublikası hám Nókis qalası mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemleri haqqında maǵlıwmat

Aymaq ataması		Qaraqalpaqstan Respublikası	Nókis qalası
Jámi 3-7 jaslı balalar sanı (01.01.2025 jıl)		154 544	22 882
Jámi	MShBSh sanı	1 788	268
	Qamtıp alınǵan balalar sanı	129 833	20 580
	Qamtıp alıw kórsetkishi % te	84,0	89,9

Mámleketlik MShBSh	MShBSh sanı		502	63
	Qamtıp alınǵan balalar sanı		89 602	14 112
Sonnan	MShMBM qaramaǵındaǵı	MShBSh sanı	496	60
		Qamtıp alınǵan balalar sanı	89 283	13 894
	Mákeme -lerge qarashlı	MShBSh sanı	6	3
		Qamtıp alınǵan balalar sanı	319	218
Mámleketlik emes MShBSh	MShBSh sanı		1 286	205
	Qamtıp alınǵan balalar sanı		40 231	6 468
Sonnan	Jeke	MShBSh sanı	25	22
		Qamtıp alınǵan balalar sanı	1 245	1 220
	MJSH	MShBSh sanı	111	21
		Qamtıp alınǵan balalar sanı	9 707	1 772
	Shańaraqlıq	MShBSh sanı	1 150	162
		Qamtıp alınǵan balalar sanı	29 279	3 476

Keste Qaraqalpaqstan Respublikası Statistika basqarması maǵlıwmatları tiykarında avtor tárepinen dúzilgen.

MSHBM menen qamtıp alıwda usı túrdegi mákemelerdiń xızmet kórsetiw radiusıda áhmiyetli kórsetkish esaplanatuǵının atap ótiw kerek. Ózbekstan Respublikası “Qala qurılısı normaları hám qaǵıydaları (QNQ 2.07.04-2019) (Awıl xojalıǵı kárxanaları aymaqların arxitekturalıq rejelestiriw hám shólkemlestiriw)” mádeniy-aǵartıwshılıq hám sawda-turmıshlıq xızmet kórsetiw tarmaǵın shólkemlestiriw bóliminiń 7.14-bántinde elatlı punktlerde mádeniy-aǵartıwshılıq hám sawda-turmıshlıq xızmetlerdi kórsetiwshi kárxanalar hám mákemeler tarmaǵınıń jaylasıwı bar obektlerdiń bunday obyektlerge mıtájlikti esapqa alǵan halda islengen analiz tiykarında, ózine tán milliy ózgeshelikler hám qalıplesken dástúrlerdi esapqa alǵan halda sheshiliwi kerek ekenligi kórsetilgen (Qala qurılısı norması). Usı jaǵınan, mektepke shekemgi bilimlendiriw shólkemleri (baqsha-yashılar) xızmet kórsetiw radiusları hár bir awıllıq elatlı punkttiń 30 minut ishinde piyada jetip barıw múmkin bolǵan jerinde, 500-750 metr radiusta jaylastırılǵanı maqsetke muwapıq. Bul jaǵday qalalıq awıllıq elatlı punktler kesiminde de ózgeshelenedi. Máselen, qalalıq jerlerde xızmet kórsetiw radiusı 300 metr, awıllıq jerlerde 500 metr bolıwı qaǵıyda sıpatında keltirilgen [3].

Ótkerilgen izertlewlerimiz nátiyjesinde, Qaraqalpaqstan Respublikası paytaxtı Nókis qalası hám Nókis rayonında MSHBMleriniń xızmet kórsetiw radiusı anıqlandı. Anıqlawda:

$$R^{Sr} = \frac{\sqrt{A^{Sr}}}{n} \times 1000 \text{ [4; 153-b.]}$$

formulasınan paydalanıldı.

Bul jerde, R^{Sr} = xızmet kórsetiw radiusı;

A^{Sr} =belgili túrdegi mákemelerdiń xızmet kórsetiw arealı;

n = belgili túrdegi xızmet kórsetiw mákemeleri sanı;

1000 = kilometr esabınan metrge ótiw kórsetkishi.

Nókis qalasınıń maydanı 220,0 kv.km.ge teń bolıp, qalada 2025-jıl 1-yanvar jaǵdayına bola 268 MSHBSH jumıs alıp baradı.

Demek,

$$R^{Sr} = \frac{\sqrt{A^{Sr}}}{n} = \frac{\sqrt{220}}{268} = \frac{14,8}{268} \approx 0,055 \times 1000 = 55$$

Nókis qalasında MSHBMLeriniń xızmet kórsetiw radiusı 55 metrge teń.

Sońǵı jıllarda bunday jaǵday tiykarınan jeke menshik hám shańaraqlıq MSHBM esabınan jüz bermekte.

Ulıwma orta bilimlendiriw. Ózbekstan Respublikasınıń "Bilimlendiriw haqqında"ǵı Nızamınıń 5-statyasında "Jınısı, rasası, milleti, tili, dini, sociallıq kelip shıǵıwı, isenimi, jeke hám sociallıq dárejesine qaramastan, hár kimge bilim alıwǵa teń huqıqlar kepillenedi," delingen [1].

Ulıwma orta bilimlendiriwdiń maqseti oqıwshılardı mádeniy hám turmıshlıq, xalıq xojalıǵınıń túrli tarawlarında xızmet kórsetiw ushın zárúr bolǵan ilim tiykarlarınń sistemalı bilimleri, sheberlik hám kónlikpe menen qurallandırwıdan hámde arnawlı bilimlendiriw (kásip-óner, texnikalıq, orta, joqarı) imkaniyatın jaratıwdan ibarat.

Ózbekstanda májbúriy, biypul, múddeti 11 jıldan ibarat bolǵan ulıwma orta bilimlendiriw sisteması bar bolıp, ol baslanǵısh (1-4-klaslar) hám (5-11-klaslar) bilimlendiriwge bólinedi.

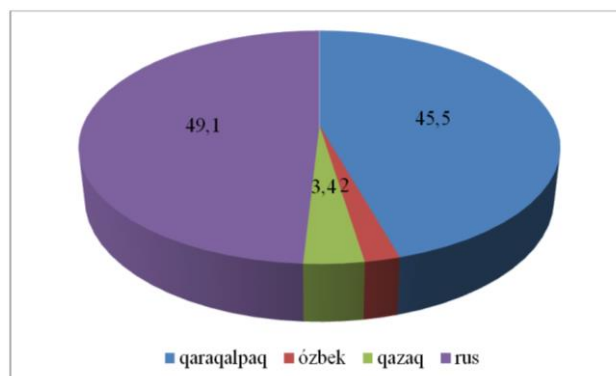
Baslanǵısh bilimlendiriw ulıwma orta bilim alıw ushın zárúr bolǵan bilim hám kónlikpeniń, sawatlılıq tiykarlarınń qalıplestiriliwine baǵdarlangan. Birinshi klasqa balalar 6-7 jastan qabıl etiledi [6].

2025–2026-oqıw jılında Nókis qalası aymaǵında 48997 oqıwshı ornı quwatına iye jámi 55 ulıwma bilim beriw mektebi bar bolıp, olardaǵı jámi 2 586 klasslarda 65 587 oqıwshı bilim alıp kelmekte.

Ulıwma orta bilim beriw shólkemlerinde bilim alıp atırǵan oqıwshılar sanınıń oqıtılıp atırǵan tiller boyınsha bólistiriliwinde jaǵday tómendegishe: jámi oqıwshılardıń 45,5% (1 192 qaraqalpaq klasslarında 29 826 oqıwshı) qaraqalpaq tilinde, 2,0% (83 ózbek klasslarında 1 319 oqıwshı) ózbek tilinde, 49,1% (1 103 rus klasslarında 32 180 oqıwshı) rus tilinde, 3,4% (207 qazaq klasslarında 2 262 oqıwshı) qazaq tilinde bilim alǵan (1-súwret).

Úyrenilip atırǵan oqıw jılında Nókis qalasındaǵı ulıwma bilim beriw mekteplerinen 53 i 2 smenada, 2 ewi 1 smenada jumıs alıp barǵan.

Házirgi waqıtta Nókis qalası mekteplerinde 64,5 mın oqıwshılar bolıp, qalada bir mektepke ortasha 1172 oqıwshı tuwrı keledi. Ulıwma orta bilimlendiriw sisteması parıqlı túrde bilimlendiriw túrleriniń eń ǵalabalasqanı esaplanadı. Sonlıqtan, onıń muǵdarlıq hám sapa kórsetkishlerine ayrıqsha itibar qaratiladı



1-súwret. Nókis qalasındaǵı ulıwma orta bilim beriw shólkemlerinde oqıp atırǵan oqıwshılar sanınıń oqıtılauın tiller boyınsha bólistiriliwi (fizikalıq yamasa ruwxıy rawajlanıwında kemshiligi bolǵan balalar ushın mektep hám klasslardıń oqıwshılırsız, 2025-2026-oqıw jılı basına, procentte)

Súwret Qaraqalpaqstan Respublikası Statistika basqarması maǵlıwmatları tiykarında avtor tárepinen dúzilgen [8].

Ózbekstan Respublikası qala qurılısı normaları hám qaǵıydaları boyınsha qalalıq orınlarda baslawısh mektepler 300-500 metr aralıqta, tiykarǵı mektepler 500-750 metr aralıqta jaylastırıw názerde tutılǵan [3].

Biziń analizimiz boyınsha Nókis qalasınıń Shımbay gúzarı MPJ aymaǵında jaylasqan mekteptiń ortasha xızmet kórsetiw radiusı 2,5 km ge jaqın bolsa, al Gúzar MPJ aymaǵındaǵı mekteptiń ortasha xızmet kórsetiw radiusı bolsa 430 metrdi quraǵan.

$$R^{Sr} = \frac{\sqrt{A^{Sr}}}{n} = \frac{\sqrt{6,05}}{1} = \frac{2,46}{1} \approx 2,46 \times 1000 = 2460$$

$$R^{Sr} = \frac{\sqrt{A^{Sr}}}{n} = \frac{\sqrt{0,185}}{1} = \frac{0,43}{1} \approx 0,43 \times 1000 = 430$$

Bul analizlerden belgili bolǵanıday, Nókis qalasınıń peroferiyasında (shetinde) jaylasqan MPJ aymaqlarında oqıwshılardıń mektepke barıw aralıǵı kórsetilgen normalardan bir qansha joqarı.

Orta arnawlı kásip-óner hám joqarı bilimlendiriw. 2024–2025-oqıw jılında Qaraqalpaqstanda 2 akademiyalıq licey bolıp, olar Nókis qalasında, Qaraqalpaq mámleketlik universiteti akademiyalıq liceyi hám Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı liceyinen ibarat. Akademiyalıq liceylerde jámi 1,7 mın oqıwshı bilim alǵan.

Sonday-aq, Nókis qalasında 2 kásip-óner mektebi (kásip-óner mekteplerinde kadrılar tayarlaw ulıwma bilim beriw mákemeleriniń 9-klass pitkeriwshileri esabınan qalıplestirilgen toparlarda, 2 jıllıq ulıwma bilim beriw hám qanıgelik pánleriniń integraciyalasqan baǵdarlamaları tiykarında kúndizgi bilimlendiriw túrinde ámelge asırıladı) bolıp, olarda jámi 1 591 oqıwshı bilim alǵan.

Sonday-aq, Nókis qalasında 2 kásip-óner kolledji (171 oqıwshı) jumıs alıp barǵan, olarda 37 pedagog xızmetker jumıs alıp barǵan.

2024–2025-oqıw jılı basında Nókis qalasında 8 texnikum jumıs alıp barǵan. Olarda 4 627 oqıwshı bilim alǵan. Paytaxtıımızda yuridikalıq, transport, sanaat, veterinariya medicinası, injenerlik, agroekonomika hám málimleme kommunikaciyaaları qanıgeligine iye texnikumlarda bar. Texnikumlarda sabaq processleri qaraqalpaq,

ózbek hám rus tillerinde, kúndizgi, keshki hám sırtqı bilimlendiriw baǵdarlarında alıp barıladı.

Bilimlendiriw sistemasın nátiyjeli alıp barıwda olarǵa jetik, maman kadrlar jetkerip beriw áhmiyetli másele bolıp esaplanadı. Ózbekstan Respublikasında joqarı bilimlendiriw úzliksiz bilimlendiriw sistemasınıń ǵárezsiz túri bolıp, respublika nızamshılıǵına muwapıq ulıwma orta hám orta arnawlı, professional bilimlendiriw tiykarında joqarı bilimlendiriw shólkemlerinde ámelge asırıladı.

2025–2026-oqıw jılı basında Qaraqalpaqstanda 11 joqarı oqıw orını hám 1 Tashkent mámleketlik ekonomika universitetiniń Tórtkúl fakulteti xızmet kórsetpekte (3-keste). Regiondaǵı JOOlarınń 10 ı Nókis qalasında, 2 ewi Tórtkúl qalasında jaylasqan. Xojelide yuridikalıq dizimnen ótken Innovaciyalıq texnologiyalar universiteti iskerligin tolıǵı menen (sırtqı bóliminen tısqarı) paytaxtıımızda ámelge asırmaqta. Respublika JOOlarındaǵı studentler sanı 73 889 bolıp, sonnan 9010 studnet Tórtkúl qalasındaǵı JOOlarında, qalǵan 64 879 student Nókis qalasındaǵı JOOlarında bilim almaqta, olarǵa 2669 professor-oqıtıwshı xızmetkerler sabaq beredi. Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı hám Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti respublikadaǵı iri joqarı oqıw orınları esaplanadı. Olarda sáykes túrde, 26 697 hám 13 497 student bilim almaqta. Mámleketlik emes JOO esaplangan Innovaciyalıq texnologiyalar universitetinde 5 231 hám Tashkent gumanitar pánler universitetiniń Tórtkúl filialında bolsa 9 010 student bilim almaqta.

3-keste. Qaraqalpaqstan Respublikasında jaylasqan JOO hám olardaǵı studentler sanı

JOO atı	Student-ler sanı
Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti	26 697
Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı	13 497
Nókis mámleketlik texnika universiteti	5 802
Qaraqalpaqstan awıl xojalıǵı hám agro-texnologiyalar institutı	3 091
Qaraqalpaqstan medicina institutı	2 984
Ózbekstan mámleketlik kórkem-óner hám mádeniyat institutı Nókis filialı	1 673
Ózbekstan mámleketlik dene mádeniyatı hám sport universiteti Nókis filialı	1 571
Samarqand mámleketlik veterinariya medicinası, sharwashılıq hám biotexnologiyalar universiteti Nókis filialı	996
Ózbekstan mámleketlik konservatoriyası Nókis filialı	231
Tashkent mámleketlik ekonomika universitetiniń Tórtkúl fakulteti	2 207
Innovaciyalıq texnologiyalar universiteti (Nókis innovacion institutı) (mámleketlik emes JOO)	8 337
Tashkent gumanitar pánler universiteti Tórtkúl filialı (mámleketlik emes JOO)	6 803
Jámi	73 889

Keste Qaraqalpaqstan Respublikası Statistika basqarması maǵlıwmatları tiykarında avtor tárepinen dúzilgen.

Aytıp ótiw orınlı, sońǵı jılları Qaraqalpaqstanda ayırım rayonlarda da joqarı bilimlendiriw shólkemleriniń óz aldına fakultetleri shólkemlestirildi. Atap aytqanda, Bostan qalasında Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń Ellikqala pedagogika fakulteti, Shımbay qalasında Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universitetiniń Shımbay fakulteti, Tórtkúl qalasında Tashkent mámleketlik ekonomika universitetiniń Tórtkúl fakulteti, jeke menshik JOO bolǵan Tashkent gumanitar pánler universitetiniń Tórtkúl filialı Xojeli qalasında jeke menshik JOO bolǵan Innovaciyalıq texnologiyalar universitetiniń sırtqı bólimi jumıs alıp barmaqta. Bunıń nátiyjesinde tiyisli qalalardıń respublika bilimlendiriw sistemasınıń aymaqlıq quramındaǵı orını hám áhmiyeti jáne de bekkemlenbeke.

Juwmaqlaw. Zamanagóy regionallıq ekonomika teoriyasında “xab” (hub) túsiniǵi ayrıqsha orın iyeleydi. Bul atama inglis tilinde “oraylıq noqat” degen mánisti ańlatıp, qanday da bir taraw yaki funkciya boyınsha óz átirapındaǵı aymaqlarǵa xızmet kórsetiwshi jetekshi qala yaki oraydı bildiredi. Awıl xojalıǵı baǵdarında qanıgelesken rayonlar ushın xızmet kórsetiw, bilimlendiriw hám medicina tarawları boyınsha kúshli “xab” qalanıń bolıwı pútkil regionnıń sociallıq-ekonomikalıq rawajlanıwın támiyinlewshi tiykarǵı faktor bolıp esaplanadı. Usı kózqarastan Nókis qalası Qaraqalpaqstan Respublikasında hám Tómengi Ámiwdárya ekonomikalıq rayonında áne usınday strategiyalıq oraylıq rol atqaradı.

Tómengi Ámiwdárya ekonomikalıq rayonu Qaraqalpaqstan Respublikası hám Xorezm wálayatı aymaqların óz ishine alıp, rayon ulıwma aymaǵı hám xalqınıń sanı 4,1 millionnan aslam esaplanadı. Bul rayonnıń sociallıq-ekonomikalıq kartasında Nókis qalası tek ǵana hákimshilik emes, al bilimlendiriw hám densawlıqtı saqlaw tarawları boyınsha da jetekshi orında turadı. Qala 349 000 nan aslam xalqı menen pútkil respublika xalqınıń shama menen 8,5 procentin ózinde jámlap, xızmet kórsetiw infrastrukturası basqa qalalardı saıstırǵanda bir qansha joqarı dárejede rawajlandırǵan.

Bilimlendiriw tarawındaǵı “xab” funkciyası Nókistıń pútkil Tómengi Ámiwdárya rayonu kólemindegi rolin anıq kórsetip beredi. Qaraqalpaqstan Respublikası kóleminde saıstırılǵanda, ulıwma orta bilimlendiriw mákemeleri sanınıń 40 procenti hám joqarı bilimlendiriw mákemeleriniń tolıq salmaǵı áyne Nókis qalasında jámlengenligi ayqın kórinedi. Respublikada jumıs alıp barıp atırǵan 12 joqarı oqıw orınları, olardıń filial hám fakultetlerinen 10 ı Nókis qalasında jaylasqan bolıp, qalǵan 2 si (Tashkent mámleketlik ekonomika universiteti Tórtkúl fakulteti hám jeke menshik bilimlendiriw mákemesi) Nókisten tısqarında jumıs alıp baradı. Bul joqarı oqıw orınlarında jámi 73 889 student bilim almaqta, olardıń 64 879 ı, yaǵnıy 87,8 procenti Nókis qalasında jaylasqan joqarı oqıw orınlarında oqıp atır.

Ádebiyatlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. (2020-yil 23-sentabr, O‘RQ-637-son).
2. Ózbekstan Respublikası Prezidentiniń 2017-jılı 30-sentyabrdegi “Mektepke shekemgi bilimlendiriw ministrlogin shólkemlestiriw haqqında”ǵı PQ-3305 sanlı Qaraǵı.
3. ШНҚ 2.07.04-2019 Қишлоқ хўжалиги корхоналари ҳудудларини меъморийрежалаштириш ва ташкил қилиш. / Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлиги. –Тошкент: 2020.
4. Komilova N.Q., Jumaxanov Sh.Z., Mirzaaxmedov X.S., Toshpo‘latov A.M. Sotsial va madaniy geografiya (Darslik). – Toshkent: «ShafoatNur Fayz», 2020.
5. Uzakbaev K.K. Qoraqalpog‘iston Respublikasida aholiga xizmat ko‘rsatish sohalarining hududiy tarkibi va rivojlanish xususiyatlari: geog. fan. bo‘y. falsafa dokt. diss.. avtoreferati – Nukus: 2025. 44-b.
6. Uzakbaev K.K. Qoraqalpog‘istonda maktab ta’limi tizimining rivojlanishi va joylashuvi xususiyatlari. // “Fan va jamiyat” 4/1 son. –Nukus: 2025. 47-49-b.
7. Uzakbaev K.K. Qoraqalpog‘iston Respublikasida maktabgacha ta’lim tizimining tashkillashtirilishi va hududiy joylashuidagi tafovutlar. // “ Fan va jamiyat” 6/1 son. –Nukus: 2025. 53-56-b.

UDK 338.48:551.4:528.9(575.1)

FARG'ONA VODIYSI GEOMORFOLOGIK RESURLARINI GEOGRAFIK TURIZM MAQSADIDA RAQAMLI RELYEF MODEL VA GAT ASOSIDA BAHOLASH**Tobirov Odiljon Qobiljon o'g'li – geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori**tobirovodiljon4@gmail.com*Qo'qon davlat universiteti***ОЦЕНКА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА И ГИС****Тоби́ров Оди́лжон Коби́лжонович – доктор философии по географическим наукам***Кокандский государственный университет***GIS-BASED ASSESSMENT OF THE GEOMORPHOLOGICAL RESOURCES OF THE FERGANA VALLEY FOR GEOGRAPHICAL TOURISM USING A DIGITAL ELEVATION MODEL****Tobirov Odiljon Qobiljonovich – Doctor of Philosophy in Geographical Sciences***Kokand State University*

Tayanch so'zlar: Farg'ona vodiysi, geomorfologik resurs, geografik turizm, raqamli relyef modeli, GAT, qiyalik, balandlik, relyef parchalanishi.

Rezyume. Tadqiqotda Farg'ona vodiysi relyefining turistik foydalanishga ta'siri yagona tabiiy chegara doirasida baholandi. Copernicus DEM GLO-30 ma'lumotidan mutlaq balandlik, qiyalik, yonbag'ir ekspozitsiyasi va relyef parchalanishi qatlamlari olindi. Natijalar adir hamda past tog'lar ommaviy sayohat uchun muvozanatli, baland tog'lar esa maxsus tayyorgarlik talab qiladigan faol turizm uchun qimmatli ekanini ko'rsatdi. O'zbekiston, Qirg'iziston va Tojikiston qismlarining relyef xususiyatlari turistik ixtisoslashuvni bir xil reja bilan emas, hududning tabiiy tuzilishiga mos tarzda tashkil etish zarurligini asoslaydi.

Ключевые слова: Ферганская долина, геоморфологические ресурсы, географический туризм, цифровая модель рельефа, ГИС, уклон, высота, расчленённость рельефа.

Резюме. В исследовании рельеф Ферганской долины оценён с точки зрения туристского использования в пределах единой природной границы. На основе Copernicus DEM GLO-30 получены слои абсолютной высоты, уклона, экспозиции склонов и расчленённости рельефа. Результаты показывают, что предгорья и низкогорья создают наиболее сбалансированные условия для массовых маршрутов, тогда как высокогорья представляют ценность для специализированного активного туризма. Различия между Узбекской, Кыргызской и Таджикской частями требуют территориально дифференцированной организации туристской деятельности.

Key word: Fergana Valley, geomorphological resources, geographical tourism, digital elevation model, GIS, slope, elevation, terrain dissection

Summary. The relief of the Fergana Valley was assessed for tourism use within a single natural boundary. Absolute elevation, slope, aspect and terrain dissection layers were derived from Copernicus DEM GLO-30. The results identify foothills and low mountains as the most balanced settings for general travel, while high mountains retain strong value for specialised active tourism. Contrasts among the Uzbek, Kyrgyz and Tajik parts support a spatially differentiated approach to route design and infrastructure.

Kirish. Relyef sayyoh ko'radigan manzaraning shakli bilangina cheklanmaydi. U yo'lining qanchalik oson bosib o'tilishini, marshrutda xavf tug'diradigan joylarni, kuzatuv nuqtalarining ochiqqligini va turistik obyektga yetib borish xarajatini ham belgilaydi. Shu sababli tog' va vodiylardan iborat hududda turizmi rejalash avvalo yer yuzasining tuzilishini o'lchashdan boshlanishi kerak.

GAT asosidagi tadqiqotlarda balandlik va qiyalik ko'pincha tabiatga yo'naltirilgan turizmning asosiy mezonlari sifatida olinadi [1:233-257]. Relyef parchalanishini son bilan ifodalash esa bir xil balandlikdagi, ammo ko'rinishi va o'tish sharoiti boshqa-boshqa bo'lgan joylarni farqlash imkonini beradi [2:23-27]. Geoturistik baholashda manzara rang-barangligi bilan xavfsiz harakat o'rtasidagi muvozanat alohida ahamiyatga ega [3:1-16].

Farg'ona vodiysi uch davlat hududida joylashgan bo'lsa-da, tog' tizmalari, adirlar va markaziy tekislik o'zaro bog'langan bitta tabiiy makonni hosil qiladi. Tadqiqotning maqsadi vodiyning geomorfologik resurslarini bir xil mezonlar bilan baholash, subregionlar o'rtasidagi tafovutlarni ochish va turistik faoliyat uchun mos relyef mintaqalarini aniqlashdan iborat.

Material va metodlar. Baholash 76 302,6 km² hududni qamrab oldi. Shundan 17 545,6 km² O'zbekiston, 52 488,7 km² Qirg'iziston va 6 268,3 km² Tojikiston qismiga to'g'ri keladi. Ma'muriy chegaralar hisob natijasini ajratish uchun ishlatildi, asosiy tahlil esa vodiyning tabiiy chegarasi ichida bajarildi.

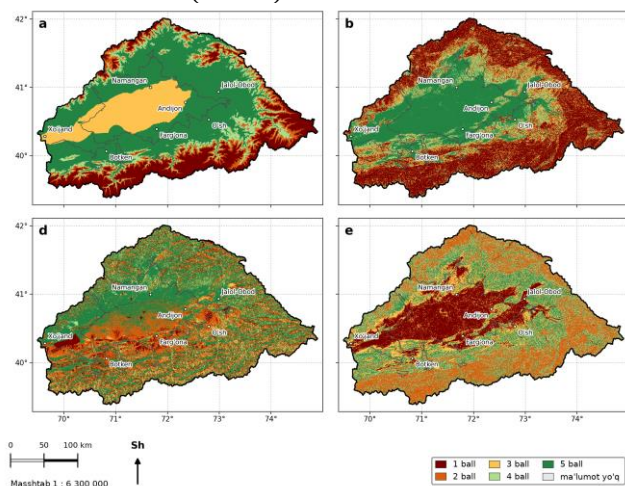
Boshlang'ich manba sifatida 30 metrli Copernicus DEM GLO-30 olindi. Undan mutlaq balandlik, qiyalik, ekspozitsiya va qo'shni hujayralar orasidagi balandlik farqini ifodalovchi parchalanish ko'rsatkichi hosil qilindi. Har bir qatlam yagona proyeksiyaga o'tkazilib, vodiyning tashqi konturi bo'yicha kesildi. Hududlar 1 dan 5 ballgacha baholandi. Besh ball umumiy sayohat uchun qulay, bir ball esa kuchli tabiiy cheklov mavjud sharoitni anglatadi. Past ball hududda turizm bo'lmaydi degani emas. U yerdagi faoliyat turi va tayyorgarlik darajasi boshqacha bo'lishi kerak [4:229-255].

Ball chegaralari tabiiy resurslarni turizm uchun baholash tajribasi, yurish qulayligi va landshaftning ko'rish qiymatiga tayangan holda qabul qilindi [5:637-648]. Yakunda har bir daraja egallagan maydon O'zbekiston, Qirg'iziston, Tojikiston va butun vodiyni bo'yicha alohida hisoblandi (1-jadval).

1-jadval. Geomorfologik ko'rsatkichlarning besh balli baholash chegaralari

Ko'rsatkich	1 ball	2 ball	3 ball	4 ball	5 ball
Balandlik, m	>3000	2500–3000	<500	2000–2500	500–2000
Qiyalik, daraja	>25	18–25	12–18	6–12	0–6
Ekspozitsiya	shimol	shimoliy sharq va g'arb	g'arb va tekis	sharq	janubiy rumblar
Parchalanish, m	0–3	>43	3–13	28–43	13–28

Natijalar. Mutlaq balandlik bo'yicha vodiyning 47,9 foizi eng qulay darajaga kirdi. Bu maydon asosan 500 metrdan 2000 metrgacha bo'lgan adir va past tog'larda uzluksiz halqa ko'rinishida tarqalgan. Besh ball olgan hudud Tojikiston qismida 60,2 foiz, Qirg'izistonda 46,8 foiz va O'zbekistonda 46,7 foiz bo'ldi. Vodiyning 17,1 foizi 3000 metrdan baland. Bunday joylar ommaviy dam olishdan ko'ra alpinizm, uzoq treking va ilmiy ekspeditsiya uchun mos keladi (1-rasm).



1-rasm. Farg'ona vodiysi geomorfologik o'rsatkichlarining turistik bahosi. a balandlik sharoiti, b yonbag'ir qiyaligi, d yonbag'ir yo'nalishi, e parchalanish darajasi

Qiyalik taqsimotida qarama-qarshi ikki guruh yaqqol ko'rindi. Hududning 34,1 foizi 0–6 darajali qulay yuzalardan, 34,4 foizi esa 25 darajadan tik yonbag'irlardan iborat. O'zbekiston qismida qulay qiyalik 83,1 foizga yetgani sababli qisqa marshrut va xizmat obyektlarini joylashtirish imkoniyati keng. Qirg'iziston hududining 46,7 foizi eng tik toifaga kiradi. Bu holat oddiy sayrni cheklaydi, lekin sport va sarguzasht turizmi uchun kuchli tabiiy asos yaratadi.

Janubiy yo'nalishdagi yonbag'irlar vodiyni maydonining 36,0 foizini egalladi, shimoliy yonbag'irlar ulushi 14,1 foiz bo'ldi. Ekspozitsiya davlat qismlarini keskin ajratmaydi, ammo marshrut mavsumini tanlashda muhim. Janubiy yonbag'irlar bahor va kuzda erta isiydi. Shimoliy yon-

bag'irlarning ayrim qismlari yozgi issiq paytda salqinroq sharoitni saqlaydi.

Parchalanish O'zbekiston tekisliklarida past, Qirg'iziston tog'larida yuqori qiymat berdi. O'zbekiston qismidagi maydonning 63,7 foizi bir ball oldi. Qirg'izistonda to'rt va besh ball ulushi birgalikda 43,3 foizga yetdi. Tojikiston qismi tekislik bilan tog' oralig'idagi o'tish xususiyati sababli o'rta darajalarning nisbatan muvozanatli taqsimoti bilan ajralib turadi (2-jadval).

2-jadval. Geomorfologik bahoning hududlar bo'yicha asosiy natijalari, foizda

Ko'rsatkich	Vodiy	O'zbekiston	Qirg'iziston	Tojikiston
Balandlik, 5 ball	47,9	46,7	46,8	60,2
Qiyalik, 5 ball	34,1	83,1	15,1	56,6
Qiyalik, 1 ball	34,4	4,1	46,7	15,3
Janubiy ekspozitsiya	36,0	36,1	34,9	44,5
Parchalanish, 5 ball	17,5	7,2	21,2	15,8

Muhokama. Olingan raqamlar tekis yer doimo eng yaxshi turistik makon degan tasavvurni tasdiqlamaydi. Harakat uchun qulay tekislik bir xil ko'rinishli manzaraga ega bo'lishi mumkin. Juda parchalangan tog' esa kuchli taassurot uyg'otsa ham, yo'lak, qutqaruv va aloqa tizimiga ko'proq talab qo'yadi. Eng muvozanatli hudud adir va past tog'larda shakllanadi. Bu yerda ko'rish rang-barangligi, qiyalik va yetib borish imkoniyati bir-birini to'ldiradi.

Subregionlar uchun bir xil turistik mahsulot taklif qilish maqsadga muvofiq emas. O'zbekiston qismida oilaviy sayr, manzarali avtomobil yo'li va qisqa piyoda yo'nalishlarini rivojlantirish osonroq. Qirg'iziston tomoni murakkab treking, alpinizm va qishki faoliyatga ko'proq mos. Tojikiston qismida dara og'izlari va adirlar tog' hamda tekislik yo'nalishlarini bog'laydigan tabiiy o'tish vazifasini bajaradi.

Baholash umumiy turistik qulaylikni ko'rsatadi. Muayyan marshrutni ochishdan oldin sel, ko'chki, qor ko'chkisi va jinslarning qulash xavfi dala kuzatuv bilan aniqlashtirilishi lozim. Ko'p mezonli GAT kartasi qaror uchun boshlang'ich asos beradi, ammo joydagi xavfsizlik tekshiruvini almashtirmaydi [6:703-726].

Xulosa. Farg'ona vodiysida geomorfologik qulaylikning asosiy o'qi 500–2000 metr balandlikdagi adir va past tog'lardan o'tadi. Bu mintaqada ommaviy sayohat bilan faol turizm o'rtasida eng yaxshi tabiiy muvozanatni beradi.

O'zbekiston, Qirg'iziston va Tojikiston qismlarining relyefi turli turistik vazifalarni bajaradi. Tekis va yotiq yuzalar xizmat tarmog'ini joylashtirishga, tik va parchalangan tog'lar esa maxsus marshrutlarga mos keladi. Shu farqni saqlagan holda shakllantirilgan transchegaraviy yo'nalish vodiyni tabiiy xilma-xilligini yagona turistik mahsulotga birlashtirishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Chhetri P., Arrowsmith C. GIS based modelling of recreational potential of nature based tourist destinations. // Tourism Geographies. 2008. Vol. 10. No. 2. – P. 233-257.
2. Riley S.J., DeGloria S.D., Elliot R. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. // International Journal of Sciences. 1999. Vol. 5. № 1-4. – P. 23-27.
3. Chrobak A., Novotny J., Strus P. Geodiversity assessment as a first step in designating areas of geotourism potential. // Frontiers in Earth Science. 2021. Vol. 9. Article 752669.
4. Tveit M., Ode A., Fry G. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. // Landscape Research. 2006. Vol. 31. No. 3. P. 229–255.
5. Priskin J. Assessment of natural resources for nature based tourism in the Central Coast Region of Western Australia. // Tourism Management. 2001. Vol. 22. No. 6. P. 637–648.
6. Malczewski J. GIS based multicriteria decision analysis. A survey of the literature // International Journal of Geographical Information Science. 2006. Vol. 20. No. 7. – P. 703-726.

UDK 338.48:556:528.9(575.1)

FARG'ONA VODIYSI GIDROGRAFIK RESURLARINING TURISTIK SALOHIYATINI

GAT ASOSIDA HUDUDIY BAHOLASH

Tobirov Odiljon Qobiljon o'g'li – *geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori*tobirovodiljon4@gmail.com*Qo'qon davlat universiteti*

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ГИС-ОЦЕНКА ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Тобиров Одилжон Кобилжонович – *доктор философии по географическим наукам**Кокандский государственный университет*

GIS-BASED SPATIAL ASSESSMENT OF THE TOURISM POTENTIAL OF HYDROGRAPHIC RESOURCES IN THE FERGANA VALLEY

Tobirov Odiljon Qobiljonovich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences**Kokand State University*

Tayanch so'zlar: Farg'ona vodiysi, gidrografik resurs, turistik salohiyat, daryo tarmog'i, suv havzasi, GAT, masofa tahlili, suv turizmi

Rezyume. Maqolada Farg'ona vodiysining gidrografik resurslari daryo tarmog'i zichligi va suv havzalariga yaqinlik orqali baholandi. Hisoblar HydroSHEDS hamda global yer yuzasi suvlari ma'lumotlari asosida bajarildi. Vodiy hududining 52,3 foizi suv obyektlaridan bir kilometrgacha masofada joylashgani, yuqori daryo zichligi esa subregionlar bo'yicha turlicha shakllangani aniqlandi. Natijalar suv bo'yidagi dam olish, tog' daryolari bo'ylab faol marshrut va transchegaraviy yo'nalishlarni tabiiy sharoitga mos rejalash imkonini beradi.

Ключевые слова: Ферганская долина, гидрографические ресурсы, туристский потенциал, речная сеть, водоём, ГИС, анализ расстояний, водный туризм.

Резюме. Гидрографические ресурсы Ферганской долины оценены по плотности речной сети и близости к водным объектам. Расчёты выполнены с использованием HydroSHEDS и глобальной базы поверхностных вод. Установлено, что 52,3 процента территории расположено в пределах одного километра от воды, а высокая плотность сети распределена между субрегионами неравномерно. Результаты позволяют учитывать природные различия при планировании прибрежного отдыха, активных маршрутов вдоль горных рек и трансграничных туристских направлений.

Key words: *Fergana Valley, hydrographic resources, tourism potential, drainage network, water body, GIS, distance analysis, water tourism*

Summary. Hydrographic resources in the Fergana Valley were assessed through drainage density and proximity to water bodies. The analysis used HydroSHEDS and the Global Surface Water dataset. It found that 52.3 percent of the valley lies within one kilometre of water, while high drainage density is unevenly distributed among the three subregions. The findings support place-specific planning of waterfront recreation, active routes along mountain rivers and cross-border tourism corridors.

Kirish. Suv obyektlari turistik manzarani boyitadi, dam olish joyining mikroiklimini yumshatadi va uzoq marshrutda zarur tabiiy tayanch vazifasini bajaradi. Biroq suvga yaqinlikning o'zi xavfsizlik yoki ichimlik suvi mavjudligini kafolatlamaydi. Daryo vodiysi, kanal, ko'l va suv omborining turistik qiymati ularning turi, mavsumiy holati va qirg'oqdan foydalanish rejimi bilan birga o'rganilishi kerak.

Global gidrografik bazalar davlat chegaralari bilan uzilib qolmaydigan daryo tizimlarini yagona usulda tahlil qilish imkonini beradi [1:93-94]. Masofadan zondlash asosida tuzilgan yer yuzasi suvlari kartasi esa suv obyektlarining joylashuvi va uzoq muddatli o'zgarishini aniqlashga xizmat qiladi [2:418-422]. Turizm uchun GAT bahosi tabiiy jozibadorlik bilan yetib borish qulayligini birgalikda ko'rishni talab etadi [3:233-257].

Farg'ona vodiysida tog' daryolari, soylar, tekislik kanallari va suv omborlari bitta gidrografik tizimni hosil qilsa-da, ularning hududiy zichligi bir xil emas. Tadqiqotning maqsadi daryo tarmog'i zichligi va suv havzalarigacha masofani baholash, uch subregiondagi farqlarni ochish hamda gidrografik resurslardan turistik foydalanish yo'nalishlarini asoslashdan iborat.

Material va metodlar. Tadqiqot Farg'ona vodiysining 76 302,6 km² tabiiy hududida olib borildi. Gidrografik tarmoq HydroSHEDS ma'lumotidan olindi. Daryo va doimiy soylarning uzunligi 5 kilometrlik hisob kataklarida bevosita o'lchanib, katak maydoniga bo'lindi. Yadro zichligi kabi silliqashtiruvchi usul qo'llanmadi. Bu tanlov chiziqli obyektlarning haqiqiy uzunligini saqlashga yordam berdi.

Suv havzalarining chegarasi global yer yuzasi suvlari qatlamidan shakllantirildi [2:418-422]. Har bir quruqlik hujayrasidan eng yaqin daryo, ko'l yoki suv omborigacha masofa hisoblandi. Suv yuzasi quruqlik turizmi shkalasiga kiritilmadi. Sohildan 50 metrgacha bo'lgan joy avtomatik yuqori baho olmadi, chunki toshqin, qirg'oq yemirilishi va muhofaza talablari shu masofada kuchayishi mumkin.

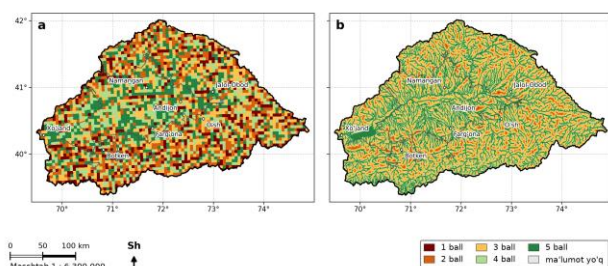
Ikkala ko'rsatkich besh darajada baholandi. Daryo tarmog'i zichligi oshgan sari ball ko'tarildi. Suv obyektidan uzoqlashish esa ballning pasayishiga olib keldi. Tabiiy resurs bilan hududdan foydalanish imkonini bir tizimda ko'rish ekoturistik rejalash tajribasiga tayandi [5:412-429]. Natijalar O'zbekiston, Qirg'iziston, Tojikiston kesimida maydon ulushi ko'rinishida umumlashtirildi (1-jadval).

1-jadval. Hidrografik ko'rsatkichlarning besh balli baholash chegaralari

Ko'rsatkich	1 ball	2 ball	3 ball	4 ball	5 ball
Tarmoq zichligi	0–20	20–40	40–60	60–80	>80
Suvgacha masofa	>5 km	3–5 km	1–3 km	0,5–1 km	0,05–0,5 km

Natijalar. Tahlilga kiritilgan daryo va soylarning jami uzunligi 18 916 kilometrni tashkil etdi. Vodiy bo'yicha o'rtacha zichlik 0,272 km/km² bo'ldi. Besh ball olgan maydon umumiy hududning 21,3 foiziga teng. Ushbu ulush O'zbekiston qismida 34,6 foiz, Tojikistonda 28,9 foiz va Qirg'izistonda 16,0 foizni tashkil qildi.

O'zbekiston tekisliklarida yuqori natija tabiiy daryolar bilan birga sug'orish tarmog'ining keng tarqalganiga bog'liq. Qirg'iziston tog'larida chiziqli tarmoq kamroq tarmoqlangan bo'lsa-da, suv oqimining tezligi va dara shakli faol suv turizmi uchun katta ahamiyatga ega. Shu bois zichlikning pastroq balli tog' daryosining turistik qiymati past degan xulosani bermaydi (1-rasm).



1-rasm. Farg'ona vodiysi gidrografik ko'rsatkichlarining turistik bahosi.

a daryo tarmog'i zichligi;

b suv havzalarigacha masofa.

Eng yaqin suv obyektigacha o'rtacha masofa 1,23 kilometr bo'ldi. Hududning 52,3 foizi suvdan bir kilometrgacha masofada joylashgan. Yuqori ikki daraja O'zbekiston qismida 61,3 foiz, Tojikistonda 58,0 foiz va Qirg'izistonda 48,7 foizni qamrab oldi. Uch ballga teng 1–3 kilometrlik oraliq butun vodiy maydonining 42,3 foiziga to'g'ri keldi.

Masofa kartasida tekislikdagi suv tarmog'i uzluksiz ko'rinadi. Tog' hoshiyasida esa suvga yaqin va uzoq qismlar qisqa masofada almashadi. Bu xususiyat ko'p kunlik yo'nalishlarda tunash joyi, suv zaxirasi va favqulodda chiqish yo'lini oldindan belgilash zarurligini ko'rsatadi (2-jadval).

2-jadval. Hidrografik qulaylikning subregionlar bo'yicha taqsimlanishi, foizda

Hudud	Tarmoq 4–5 ball	Tarmoq 5 ball	Suvgacha 1 km	Suvgacha 1–3 km
Farg'ona vodiysi	42,4	21,3	52,3	42,3
O'zbekiston	58,8	34,6	61,3	35,9
Qirg'iziston	35,7	16,0	48,7	45,0
Tojikiston	53,1	28,9	58,0	37,0

Muhokama. Gidrografik resursni baholashda suvning ko'pligi bilan undan turistik foydalanish imkonini tenglashtirmaslik kerak. Suvli manzaraning qiymati tabiiy joziba, kirish qulayligi va muhofaza sharoiti bilan birga talqin qilinadi. Tekislik kanali piknik va qisqa dam olish uchun qulay bo'lishi mumkin, ammo u tabiiy daryo manzarasining o'rnini to'liq bosmaydi. Tog' daryosi esa qirg'oq bo'yi infratuzilmasi kam bo'lsa ham, rafting, kanyon bo'yab yurish va manzaraviy kuzatuv uchun noyob imkoniyat beradi.

Suvga yaqinlik marshrutning logistikasini yaxshilaydi, biroq suvning ichishga yaroqliligi haqida ma'lumot bermaydi. Amaliy loyihada ushbu qatlam suv sifati, mavsumiy sarf, toshqin takrorlanishi va sanitar muhofaza zonalarini to'ldirilishi lozim. Muhofaza etiladigan hududlarda turistik jozibadorlik bilan tashrif yuklamasi birgalikda boshqariladi [4:1-183].

Subregionlar o'rtasidagi tafovut qo'shma turistik mahsulot yaratish uchun qulay. O'zbekiston qismida suv bo'yidagi qisqa dam olish va xizmat ko'rsatish tarmog'i, Qirg'izistonda tog' daryolari bo'yab faol yo'nalishlar, Tojikistonda esa dara og'izlari bilan tekislik suv obyektlarini bog'lovchi marshrutlar ustuvor bo'lishi mumkin. Bunday taqsimot bir-birini takrorlaydigan uch dastur o'rniga, yagona vodiy bo'yab mazmuni almashib boradigan sayohat yo'lini yaratadi.

Xulosa. Farg'ona vodiysi gidrografik resurslari turistik foydalanish uchun keng hududiy asosga ega. Maydonning yarmidan ko'pi suv obyektidan bir kilometrgacha masofada joylashgan. Daryo tarmog'i zichligi bo'yicha eng yuqori ulush O'zbekiston qismida, tog' suv faoliyati uchun tabiiy sharoit esa Qirg'iziston qismida kuchliroq namoyon bo'ladi.

GAT natijasi suv bo'yidagi dam olish joylari va marshrutlarni dastlabki tanlashga xizmat qiladi. Yakuniy loyiha suv sifati, qirg'oq barqarorligi, mavsumiy oqim va huquqiy cheklavlarni dala ma'lumoti bilan tekshirgandan keyin qabul qilinishi kerak.

Adabiyotlar

1. Lehner B., Verdin K., Jarvis A. New global hydrography derived from spaceborne elevation data. // Eos, Transactions American Geophysical Union. 2008. Vol. 89. № 10. – P. 93-94.
2. Pekel J.-F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. High resolution mapping of global surface water and its long term changes // Nature. 2016. Vol. 540. – P. 418-422.
3. Chhetri P., Arrowsmith C. GIS based modelling of recreational potential of nature based tourist destinations. // Tourism Geographies. 2008. Vol. 10. № 2. – P. 233-257.
4. Eagles P.F.J., McCool S.F., Haynes C.D.A. Sustainable Tourism in Protected Areas. Guidelines for Planning and Management. Gland, IUCN, 2002. – P. 183.
5. Bunruamkaew K., Murayama Y. Land use and natural resources planning for sustainable ecotourism using GIS. // Sustainability. 2012. Vol. 4. № 3. P. 412-429.

UDK 338.48:911.9:528.9(575.1)

FARG'ONA VODIYSINING TABIIY TURISTIK SALOHİYATINI

GAT ASOSIDA QIYOSIY BAHOLASH

Tobirov Odiljon Qobiljon o'g'li – *geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori*tobirovodiljon4@gmail.com*Qo'qon davlat universiteti*СПРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ НА ОСНОВЕ ГИСТобиров Одилжон Кобилжонович – *доктор философии по географическим наукам**Кокандский государственный университет*COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE NATURAL TOURISM POTENTIAL
OF THE FERGANA VALLEY BASED ON GISTobirov Odiljon Qobiljonovich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences**Kokand State University*

Tayanch so'zlar: Farg'ona vodiysi, tabiiy turistik salohiyat, subregion, kompleks baholash, GAT, entropiya, transchegaraviy turizm, tabiiy geografik ko'rsatkich.

Rezyume. Farg'ona vodiysining uch davlatga tegishli qismlari 14 ta tabiiy geografik ko'rsatkich bo'yicha yagona GAT tizimida taqqoslandi. Ko'rsatkichlar geomorfologik, iqlimiy, gidrografik va biologik guruhlariga birlashtirilib, adabiyotlar tahlili hamda Shennon entropiyasi asosida vaznlandi. O'zbekiston qismi gidrografik va iqlimiy, Qirg'iziston biologik, Tojikiston esa geomorfologik qulaylik bilan ajralib turishi aniqlandi. Qiyosiy natija Farg'ona vodiysini ma'muriy bo'laklar yig'indisi emas, tabiiy ustunliklari bir-birini to'ldiradigan transchegaraviy turistik region sifatida rejalashga asos beradi.

Ключевые слова: Ферганская долина, природный туристский потенциал, субрегион, комплексная оценка, ГИС, энтропия, трансграничный туризм, природно-географический показатель

Резюме. Три национальные части Ферганской долины сопоставлены по 14 природно-географическим показателям в единой ГИС. Показатели объединены в геоморфологическую, климатическую, гидрографическую и биологическую группы, а их веса рассчитаны по научным публикациям и энтропии Шеннона. Узбекская часть выделяется гидрографическими и климатическими условиями, киргизская биологическими ресурсами, а таджикская геоморфологической сбалансированностью. Результаты обосновывают планирование долины как трансграничного туристского региона с взаимодополняющими природными преимуществами.

Key words. Fergana Valley, natural tourism potential, subregion, integrated assessment, GIS, entropy, cross-border tourism, natural geographical indicator

Summary. The three national parts of the Fergana Valley were compared through 14 natural geographical indicators in a unified GIS framework. The indicators were organised into geomorphological, climatic, hydrographic and biological groups, with weights derived from research synthesis and Shannon entropy. The Uzbek part performs strongly in hydrographic and climatic conditions, the Kyrgyz part in biological resources, and the Tajik part in geomorphological balance. The comparison supports treating the valley as a cross-border tourism region whose natural advantages complement one another.

Kirish. Turistik salohiyatni faqat bitta tabiiy belgi bilan o'lchash hudud haqida to'liq tasavvur bermaydi. Yaxshi iqlimga ega joyda suv yoki tabiiy o'simlik kam bo'lishi, manzarali tog'da esa tik qiyalik harakatni qiyinlashtirishi mumkin. Kompleks baholash aynan shu qarama-qarshi jihatlarni bitta tizimda ko'rishga yordam beradi.

Ko'p mezonli GAT tahlili turli o'lchovdagi qatlamlarni umumiy shkalaga keltirish, ularning ahamiyatini asoslash va yakuniy kartaning barqarorligini tekshirishni talab qiladi [1:703-726]. Tabiiy turizm tadqiqotlarida relyef, iqlim, suv va biologik resurslarni birgalikda hisobga olish hududlar o'rtasidagi haqiqiy farqni yaxshiroq ochadi [2:233-257].

Farg'ona vodiysining O'zbekiston, Qirg'iziston va Tojikiston qismlarida ma'lumot yig'ish tizimi hamda ma'muriy yondashuv turlicha. Ularni faqat milliy statistikalar bilan taqqoslash chegarada sun'iy uzilish hosil qiladi. Hududlarni bir xil mezonlarda ko'rish ekoturistik yer tanlash tadqiqotlarida ham ishonchli natija bergan [5:412-429]. Tadqiqotning maqsadi butun vodiyni bir xil ma'lumot, shkala va hisob qoidasi asosida baholash, har bir subregionning tabiiy ustunligi bilan cheklovini aniqlashdan iborat.

Material va metodlar. Baholash vodiyning 76 302,6 km² tabiiy chegarasida olib borildi. Umumiy maydonda

Qirg'iziston qismining ulushi 68,79 foizni tashkil etadi. O'zbekiston qismiga 22,99 foiz, Tojikiston qismiga esa 8,22 foiz hudud to'g'ri keladi. Ma'muriy chegara faqat natijalarni uch subregionga ajratish uchun qo'llandi.

Tizimga 14 ko'rsatkich kiritildi. Geomorfologik guruh mutlaq balandlik, qiyalik, ekspozitsiya va relyef parchalanishidan tuzildi. Iqlimiy guruh kunduzgi va tungi harorat, yog'in, shamol hamda ultrabinafsha nurlar indeksini qamrab oldi. Gidrografik qism daryo tarmog'i zichligi bilan suv havzalariga masofani, biologik qism esa NDVI, o'rmon-buta ulushi va hayvonot dunyosi tur boyligini birlashtirdi.

Har bir qatlam 1–5 balli qulaylik shkalasiga o'tkazildi. Ma'lumot topilmagan hujayra bir ball bilan almash-tirilmadi, NoData sifatida saqlandi. Vaznlarning yarmi 28 ta ilmiy tadqiqotda mezonlarga berilgan ahamiyatdan, qolgan yarmi qatlamlarning hududni farqlash qobiliyatini ifodalovchi Shennon entropiyasidan olindi [3:379-423]. Guruhlar vaznli geometrik o'rtacha orqali birlashtirildi. Juda tik qiyalik yoki noqulay harorat mavjud joyda yuqori ballarning cheklovni yashirib yubormasligi uchun cheklovchi omil qoidasi qo'llandi.

Hisob 500 metrli texnik to'rdan bajarildi. Ko'rsatkichlar orasidagi takroriylik Spirmen korrelyatsiyasi va dispersiya

inflyatsiyasi koeffitsiyenti orqali tekshirildi. Vaznlar o'zgartirilgan variantlar bilan sezgirlik tahlili o'tkazildi. Ko'p maqsadli makoniy baholashdagi tekshiruv tamoyillari hisobning nazorat bosqichini shakllantirishda qo'llandi [6:457-474]. Natija 5 381 ta tabiiy, madaniy va infratuzilmaviy obyektning joylashuvi bilan qiyoslandi (1-jadval).

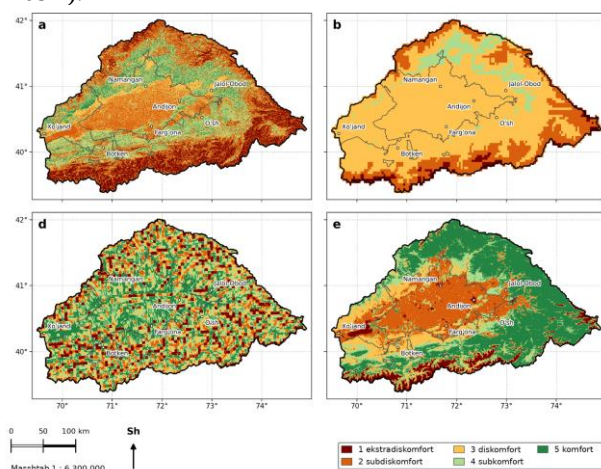
1-jadval. Kompleks baholashda ishlatilgan tabiiy geografik guruhlar

Guruh	Soni	Asosiy ma'lumot	Aniqlik	Guruh vazni
Geomorfologik	4	Copernicus DEM	30 m	0,27
Iqlimiy	5	TerraClimate va UB	4 km va 1 km	0,20
Gidrografik	2	HydroSHEDS va suv qatlamlari	vektor va 500 m	0,25
Biologik	3	MODIS, Sentinel-2, GBIF	250 m, 10 m, 10 km	0,27

Natijalar. Guruhlar kesimida vodiy bo'yicha biologik baho 3,48 ball bilan eng yuqori natijani berdi. Hidrografik guruh 3,35, iqlimiy guruh 2,90 va geomorfologik guruh 2,79 ball oldi. Bu tartib vodiyning jozibadorligida suv va yashil qoplamning hissasi katta ekanini, relyef esa ayrim tog' hududlarida harakatni cheklashini ko'rsatadi.

O'zbekiston subregionining gidrografik bahosi 3,73 ball bo'lib, uch hudud orasida eng yuqori. Iqlimiy qiymat ham 3,08 ball bilan nisbatan qulay. Biroq biologik guruh 2,54 ballga tushadi. Sug'oriladigan tekislikdagi zich suv tarmog'i ustunlik beradi, tabiiy o'simlik qoplamining qishloq xo'jaligi va aholi manzillari ta'sirida qisqarishi biologik bahoni pasaytiradi.

Qirg'iziston qismida biologik ko'rsatkich 3,88 ballga yetdi. Tog' yonbag'irlaridagi o'rmon, butazor va tabiiy qoplamning yaxshiroq saqlangani bu natijani shakllantirgan. Geomorfologik baho 2,72, iqlimiy baho 2,82 ball bo'ldi. Tojikiston qismi 3,11 ballik geomorfologik va 3,57 ballik gidrografik natija bilan ajralib turadi. Dara og'izlari hamda adirlar unda tog' va tekislik sharoitini birlashtiradi (1-rasm).



1-rasm. Tabiiy geografik guruhlarning kompleks turistik bahosi.

a geomorfologik, b iqlimiy, d gidrografik, e biologik

Integral qiymat vodiy bo'yicha 2,77 ballni tashkil qildi. Subdiskomfort toifasi 37,7 foiz maydonni qamrab oldi. Diskomfort darajasining ulushi 37,5 foiz, subkomfortniki

21,6 foiz bo'ldi. Komfort hududlar 0,7 foiz bilan cheklangan. O'zbekistonning o'rtacha bahosi 2,93 ball bo'lsa ham, hududining 72,2 foizi bir xil diskomfort toifasida to'plangan. Qirg'izistonning o'rtacha qiymati 2,70 ball, lekin subkomfort ulushi 24,9 foiz. Bu yerda ichki fazoviy tafovut kuchliroq (2-jadval).

2-jadval. Tabiiy geografik guruhlarning hududlar bo'yicha o'rtacha bahosi

Hudud	Geomorfologik	Iqlimiy	Gidrografik	Biologik
Farg'ona vodiysi	2,79	2,90	3,35	3,48
O'zbekiston	2,90	3,08	3,73	2,54
Qirg'iziston	2,72	2,82	3,20	3,88
Tojikiston	3,11	3,01	3,57	2,78

Ko'rsatkichlar o'rtasidagi Spirmen statistikasi ko'pi bilan 0,736 ga yetdi. Dispersiya inflyatsiyasi koeffitsiyentining eng katta qiymati 4,4 bo'ldi. Ikkala natija ham qabul qilingan 0,80 va 5 chegaralaridan past. Vaznlar kvartil oralig'ida o'zgartirilganda baho toifasi almashgan maydon 5,5 foizdan oshmadi. Demak yakuniy fazoviy tuzilish alohida mezon vaznidagi kichik siljishga nisbatan barqaror (3-jadval).

3-jadval. Integral baholash darajalarining hududiy taqsimoti, foizda

Hudud	O'rtacha	ED	SD	D	SK	K
Farg'ona vodiysi	2,77	2,6	37,7	37,5	21,6	0,7
O'zbekiston	2,93	0,0	15,9	72,2	11,8	0,1
Qirg'iziston	2,70	3,7	46,9	23,5	24,9	0,9
Tojikiston	2,95	0,4	21,9	56,2	21,3	0,3

Izoh. Qisqartmalar turistik qulaylik darajasini anglatadi. K komfort, SK subkomfort, D diskomfort, SD subdiskomfort, ED ekstradiskomfort.

Muhokama. O'rtacha integral ballni yolg'iz talqin qilish subregion ichidagi farqni yashiradi. Tojikiston va O'zbekistonning o'rtacha natijasi yaqin, ammo ularni shakllantirgan tabiiy omillar boshqa. O'zbekiston suv tarmog'i va iqlim foniga, Tojikiston geomorfologik muvozanatga tayanadi. Qirg'izistonning o'rtacha balli pastroq bo'lsa ham, biologik qiymati yuqori hududlar keng va tabiiy sayohat uchun kuchli resurs yaratadi.

Uch subregion o'rtasidagi farq raqobatdan ko'ra o'zaro to'ldirish imkonini beradi. O'zbekiston qismidagi qulay kirish va suv bo'yi xizmatlari tog' hududlariga boshlang'ich darvoza bo'la oladi. Qirg'iziston tabiiy o'rmon va baland tog' marshrutlarini, Tojikiston esa adir hamda dara yo'nalishlarini taklif qiladi. Yagona marshrutda bu muhitlarning almashishi sayohat mazmunini boyitadi.

Kompleks karta investitsiya yoki tashrif uchun tayyorlik kartasi emas. Unda tabiiy imkoniyat baholanadi. Yo'l, tunash joyi, chegara tartibi, suv sifati va muhofaza rejimi keyingi rejalash bosqichida qo'shilishi kerak. Tabiiy qiymati yuqori joyda ommaviy qurilish emas, tashrifni ehtiyotkor boshqarish talab qilinishi mumkin [4:1-183].

Xulosa. Yagona GAT mezonlari Farg‘ona vodiysining uch davlatga tegishli qismlarini bevosita qiyoslash imkonini berdi. O‘zbekiston gidrografik va iqlimiy sharoit, Qirg‘iziston biologik resurs, Tojikiston esa geomorfologik muvozanat bilan ustunlik qiladi.

Vodiyni uchta alohida turistik hudud sifatida rejalash uning tabiiy yaxlitligini susaytiradi. Subregionlarning bir-birini to‘ldiradigan jihatlarini bog‘lagan transchegaraviy yondashuv turistik mahsulotni rang-barang qiladi va resursdan foydalanishni hududning tabiiy imkoniyatiga moslashtiradi.

Adabiyotlar

1. Malczewski J. GIS based multicriteria decision analysis. A survey of the literature. // International Journal of Geographical Information Science. 2006. Vol. 20. № 7. – P. 703-726.
2. Chhetri P., Arrowsmith C. GIS based modelling of recreational potential of nature based tourist destinations. // Tourism Geographies. 2008. Vol. 10. № 2. – P. 233-257.
3. Shannon C.E. A mathematical theory of communication. // The Bell System Technical Journal. 1948. Vol. 27. № 3. –P. 379-423.
4. Eagles P.F.J., McCool S.F., Haynes C.D.A. Sustainable Tourism in Protected Areas. Guidelines for Planning and Management. Gland, IUCN, 2002. – P. 183.
5. Bunruamkaew K., Murayama Y. Land use and natural resources planning for sustainable ecotourism using GIS. // Sustainability. 2012. Vol. 4. № 3. – P. 412-429.
6. Masoudi M., Centeri Cs., Jakab G. et al. GIS based multi criteria and multi objective evaluation for sustainable land use planning. // International Journal of Environmental Research. 2021. Vol. 15. – P. 457-474.

**DANG'ARA TUMANIDA AHOLI ZICHLIGI, TUPROQ HOLATI VA YER OSTI SUVLARI
O'RTASIDAGI GEOEKOLOGIK BOG'LIQLIK**

Usmonov Islomjon Salimjon o'g'li – o'qituvchi

islomjonu364@gmail.com

Farg'ona viloyati Qo'qon shahar 14-umumiy o'rta ta'lim maktabi

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПЛОТНОСТЬЮ НАСЕЛЕНИЯ,
СОСТОЯНИЕМ ПОЧВ И ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ В ДАНГАРИНСКОМ РАЙОНЕ**

Усмонов Исламджон Салимджонович – учитель

Общеобразовательная школа №14 города Коканда Ферганской области

**GEOECOLOGICAL RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION DENSITY, SOIL CONDITIONS,
AND GROUNDWATER IN DANGARA DISTRICT**

Usmonov Islomjon Salimjonovich – teacher

General Secondary School No. 14, Kokand City, Fergana Region

Tayanch so'zlar: Dang'ara tumani, aholi zichligi, tuproq sho'rlanishi.

Rezyume. Maqolada Farg'ona viloyati Dang'ara tumani misolida aholi zichligi, tuproq holati va yer osti suvlari sathi o'rtasidagi geoekologik bog'liqlik tahlil qilingan. Tadqiqotda tuman aholisining hududiy joylashuvi, qishloq aholi punktlarining ulushi, sug'oriladigan yerlarning meliorativ holati, tuproq sho'rlanishi darajasi hamda 2015-2026 yillar davomida kuzatilgan yer osti suvlari sathi haqidagi ma'lumotlar asos qilib olingan.

Ключевые слова: Дангаринский район, плотность населения, засоление.

Резюме. В статье проанализирована геоэкологическая взаимосвязь между плотностью населения, состоянием почв и уровнем подземных вод на примере Дангаринского района Ферганской области. В качестве основы исследования использованы данные о территориальном размещении населения района, доле сельских населённых пунктов, мелиоративном состоянии орошаемых земель, степени засоления почв, а также об уровне подземных вод, наблюдавшемся в период 2015–2026 годов. Результаты показывают, что в Дангаринском районе антропогенная нагрузка на земельные, водные и почвенные ресурсы является высокой, поскольку основная часть населения проживает в сельской местности.

Key words: Dangara District, population density, soil salinity.

Summary. The article analyzes the geoecological relationship between population density, soil conditions, and groundwater levels using Dangara District of Fergana Region as a case study. The study is based on data concerning the spatial distribution of the district's population, the proportion of rural settlements, the reclamation condition of irrigated lands, the degree of soil salinity, and groundwater levels observed during the period 2015–2026. The results indicate that anthropogenic pressure on land, water, and soil resources is high in Dangara District, as the majority of the population is concentrated in rural areas.

Kirish. Farg'ona vodiysi Markaziy Osiyoning eng intensiv o'zlashtirilgan, aholisi zich va sug'orma dehqonchilik tizimi ustuvor hududlaridan biridir. Aholi sonining o'sishi, qishloq xo'jaligi yerlaridan yuqori darajada foydalanish, sug'orish-drenaj tarmoqlari va yer osti suvlari rejimidagi o'zgarishlar landshaft komponentlari o'rtasidagi tabiiy muvozanatni sezilarli darajada o'zgartiradi. Ilmiy adabiyotlarda Farg'ona vodiysida irrigatsiya jarayonlari tuproq morfologiyasi, agroxi-mik xossalari va tuz tarkibini o'zgartirishi, uzoq muddatli sug'orish esa gidromorf tuproqlarning agrogen evolyutsiyasini tezlashtirishi ta'kidlangan [1]. Shuningdek, mintaqadagi irrigatsiyalangan tuproqlar tarkibida tuzlarning vertikal taqsimlanishi va yer osti suvlari kimyoviy tarkibi tuproq sho'rlanishida muhim rol o'ynashi qayd etiladi [12].

Aholi zichligi geoekologik bosimning eng muhim ijtimoiy indikatorlari hisoblanadi. Chunki aholi zich joylashgan hududlarda ichimlik va xo'jalik-maishiy suvga talab, chiqindi va oqava suvlar shakllanishi, qishloq xo'jaligi mahsulotlariga ehtiyoj hamda yer resurslaridan intensiv foydalanish ortadi. Farg'ona vodiysida demografik bosim suv va yer resurslari tanqisligini kuchaytirishi, sug'oriladigan yerlar kengayishi esa yer usti va yer osti suvlari sifatiga ta'sir ko'rsatishi ilmiy manbalarda ko'rsatilgan [8]. Suv sifati va landshaft holati bo'yicha xalqaro tadqiqotlarda ham aholi zichligi, urbanizatsiya va

qishloq xo'jaligi yerlarining kengayishi suv sifatining yomonlashuvi bilan bog'liq ekanlari aniqlangan [9], [11].

Yer osti suvlari landshaftning barqarorligi uchun ikki tomonlama ahamiyatga ega: bir tomondan, ular sug'orish va ichimlik suvining strategik manbai, ikkinchi tomondan, sathi sayozlashgan yoki minerallashuvi ortgan sharoitda tuproq sho'rlanishini kuchaytiruvchi omildir. Zamonaviy tadqiqotlarda yer osti suvlari ifloslanish xavfi faqat tabiiy gidrogeologik sharoit bilan emas, balki aholi zichligi, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi va yer foydalanish intensivligi kabi antropogen yuklamalar bilan birga baholanishi lozimligi asoslanadi [3], [7].

Materiallar va metodlar. Tadqiqot obyekti Farg'ona viloyatining Dang'ara tumani bo'lib, u Farg'ona vodiysining intensiv o'zlashtirilgan qishloq xo'jaligi landshaftlari tarkibiga kiradi..

Asosiy empirik baza uch turdagi ma'lumotlaridan iborat: 1) aholi va qishloq xo'jaligini ro'yxatga olish tashkiliy rejasi bo'yicha tuman, shaharcha va qishloq aholi punktlari kesimidagi ko'rsatkichlar; 2) Dang'ara tumani 2025 va 2026 yillar bahor holatiga tuproq sho'rlanishi bo'yicha MMTP kesimidagi jadval; 3) 2015-2026 yillar davomida nazorat quduqlarida yer osti suvlari sathi bo'yicha ko'p yillik kuzatuvlar [4], [5], [13]. Adabiy-metodik asos sifatida Farg'ona vodiysi tuproqlari, irrigatsiya va yer osti suvlari, yer foydalanish va suv sifati

bo'yicha xalqaro maqolalar hamda rasmiy statistik ma'lumotlar tahlil qilindi [1], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Tuproq holati 2026 yil bahor holatidagi sug'oriladigan maydon, yerdan foydalanish koeffitsiyenti va sho'rlanish darajasi ulushi orqali baholandi. Sho'rlangan maydon ulushi quyidagi ko'rinishda hisoblandi: $S = (Akuchsiz + Ao'rtacha + Akuchli) / Aumumiy \times 100$. Yer osti suvlari bo'yicha har bir quduq-yil kesimida oylik o'rtacha ustunlari ajratildi va 0,1-6,0 m oraliqdan tashqaridagi texnik xatolik ehtimoli yuqori qiymatlar chiqarib tashlandi. Keyin MMTP va yil kesimida o'rtacha sath, minimal-maksimal qiymatlar, sathi 1,5 m dan sayoz va 2,0 m dan sayoz bo'lgan quduqlar ulushi hisoblandi.

Natijalar. Aholi joylashuvi va demografik yuklama. Aholi fayliga ko'ra, Dang'ara tumanida jami aholi 184 017 kishini tashkil etadi. Shundan 45 088 kishi yoki 24,5 foizi shahar va shaharchalarda, 138 929 kishi yoki 75,5 foizi qishloq aholi punktlarida istiqomat qiladi [5]. Rasmiy statistik ma'lumotlarda ham 2025 yil 1 iyul holatiga Dang'ara tumani aholisi 182 654 kishi, 2026 yil uchun esa 184,7 ming kishi atrofida qayd etilgan [6], [10]. Demak, taqdim etilgan mahalliy fayl ko'rsatkichlari rasmiy demografik qatorlar bilan mos keladi.

Tuman hududida 8 ta shaharcha, 44 ta mahalla va 116 ta qishloq aholi punkti qayd etilgan [5]. Shahar aholisining asosiy qismi Dang'ara shaharchasida jamlangan bo'lib, unda 15 279 kishi yashaydi. Qishloq joylarda esa Naymancha (7 189 kishi), Teliming (6 598 kishi), Katta Boybucha (5 919 kishi), Qashqar (5 715 kishi), G'umayli (5 168 kishi), Boy Buta (5 128 kishi) va Kichik Turk (5 115 kishi) yirik demografik tugunlar sifatida ajralib turadi. Aholining aynan qishloq joylarda ustunligi sug'oriladigan yerlardan foydalanish, xo'jalik-maishiy suv iste'moli va mahalliy drenaj-yuvilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq ekologik yuklama shakllantiradi.

1-jadval. Dang'ara tumanida aholi joylashuvining asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Qiymat	Ulushi / izoh
Jami aholi	184 017 kishi	100 %
Shahar va shaharchalar aholisi	45 088 kishi	24,5 %
Qishloq aholi punktlari aholisi	138 929 kishi	75,5 %
Shaharchalar soni	8 ta	urban aholi punktlari
Mahallalar soni	44 ta	tashkiliy-hududiy birlik
Qishloq aholi punktlari soni	116 ta	qishloq joylashuvi tarmog'i

Manba: [5] asosida muallif hisob-kitoblari.

Tuproq sho'rlanishi va sug'oriladigan yerlar holati. Tuproq jadvali bo'yicha 2026 yil bahorida tuman sug'oriladigan maydoni 26 036 ga, yerdan foydalanish koeffitsiyenti esa o'rtacha 0,58 ni tashkil etadi [4]. Asosiy jadvaldagi sho'rlanish toifalariga ko'ra, 22 645 ga yer yaxshi holatda, 3 391 ga yer kuchsiz sho'rlangan holatda qayd etilgan. Bu mos ravishda 87,0 % va 13,0 % ni tashkil qiladi. 2025 yil bahoridagi nazorat maydoni 18 274 ga bo'lib, yaxshi holatdagi yer 14 883 ga, kuchsiz sho'rlangan yer 3 391 ga edi. Demak, umumiy hisoblangan maydon

kengaygan sharoitda kuchsiz sho'rlangan maydonning mutlaq qiymati saqlanib, uning nisbiy ulushi kamaygan.

MMTP kesimida eng muammoli ko'rsatkich Naymancha hududida kuzatiladi: 2026 yil bahorida 4 891 ga sug'oriladigan maydonning 2 446 ga qismi kuchsiz sho'rlangan, ya'ni sho'rlangan ulush 50,0 % ga teng. Sirdaryo MMTPda bu ulush 10,2 %, Xudoyberdiyevda 7,5 %, Ishonchda 3,7 %, Mulkobodda 2,5 %, Istiqbol 2,0 % atrofida. Dang'ara va "Boshqalar" toifasida asosiy jadval bo'yicha sho'rlanish qayd etilmagan. Bu natija tuproq sho'rlanishi tuman bo'ylab bir xilda emas, balki ayrim irrigatsion-meliorativ zonalarda jamlanganini ko'rsatadi.

2-jadval. 2026 yil bahorida MMTP kesimida tuproq sho'rlanishi ko'rsatkichlari

MMTP	Maydon, ga	EFK	Yaxshi, ga	Kuchsiz, ga	Sho'rlangan, %
Dang'ara	1 982	0,52	1 982	0	0,0
Istiqbol	1 653	0,62	1 620	33	2,0
Ishonch	2 691	0,68	2 591	100	3,7
Mulkobod	2 224	0,62	2 169	55	2,5
Naym.	4 891	0,60	2 445	2 446	50,0
Sirdaryo	5 300	0,61	4 762	538	10,2
Xudoyb.	2 935	0,49	2 716	219	7,5
Boshqalar	4 360	0,54	4 360	0	0,0
Jami	26 036	0,58	22 645	3 391	13,0

Manba: [4] asosida muallif hisob-kitoblari.

Izoh: Naym. - Naymancha; Xudoyb. - Xudoyberdiyev.

Yer osti suvlari sathi dinamikasi. Yer osti suvlari faylida 2015-2026 yillar bo'yicha 119 ta kuzatuv quduqi va 7 ta MMTP hududi kesimida oylik ma'lumotlar mavjud. Ma'lumotlarni tozalashdan so'ng 1 424 ta quduq-yil kuzatuv qatori tahlil qilindi [13]. Tuman bo'yicha o'rtacha yillik yer osti suvlari sathi 2017 yilda 1,72 m, 2025 yilda 1,99 m, 2026 yilda esa 1,96 m bo'lgan. Umuman, 2015-2026 yillar oralig'ida o'rtacha sath 1,72-1,99 m diapazonda o'zgargan. Bu ko'rsatkich sug'oriladigan hududlar uchun yer osti suvlari sathi nisbatan sayozligini va sho'rlanish xavfini doimiy monitoring qilish zarurligini bildiradi.

2026 yil kesimida Sirdaryo MMTPda o'rtacha yer osti suvlari sathi 1,62 m bo'lib, quduqlarning 50,0 foizida sath 1,5 m dan sayoz, 95,8 foizida esa 2,0 m dan sayozdir. Naymancha MMTPda o'rtacha sath 1,95 m, 1,5 m dan sayoz quduqlar ulushi 31,8 %, 2,0 m dan sayoz quduqlar ulushi 68,2 % ni tashkil etadi. Istiqbol, Ishonch, Mulkobod va Xudoyberdiyev hududlarida ham 2,0 m dan sayoz quduqlar ulushi 50 foizdan yuqori. Bunday sharoitda kapillyar ko'tarilish va bug'lanish orqali tuzlarning yuqori qatlamlarda to'planish ehtimoli ortadi.

3-jadval. 2026 yilda yer osti suvlari sathi bo'yicha MMTP kesimidagi tavsifiy ko'rsatkichlar

MMTP	Quduq soni	O'rt. sath, m	Min-max, m	<=1,5 m, %	<=2,0 m, %
Dang'ara	18	2,35	1,36-3,28	5,6	33,3
Istiqbol	10	1,81	1,33-2,62	30,0	60,0
Ishonch	14	2,05	1,23-3,95	7,1	64,3
Mulkobod	12	2,09	1,22-3,82	16,7	58,3
Naym.	22	1,95	1,12-3,77	31,8	68,2
Sirdaryo	24	1,62	0,79-2,81	50,0	95,8
Xudoyb.	18	1,97	1,24-3,21	22,2	50,0

Manba: [13] asosida muallif hisob-kitoblari.

Izoh: Naym. - Naymancha; Xudoyb. - Xudoyberdiyev.

Aholi - tuproq - yer osti suvlari bog'liqligi. Uch komponentli tahlil shuni ko'rsatadiki, geoeologik xavf faqat tuproq sho'rlanishi yoki faqat yer osti suvlari sathi bilan izohlanmaydi. Aholining 75,5 foizi qishloq hududlarda yashashi natijasida sug'oriladigan yerga, tomorqa xo'jaliklariga, ichimlik va maishiy suv resurslariga bosim kuchayadi. Qishloq joylarda yirik demografik tugunlar aynan irrigatsion landshaftlar bilan tutashgan. Masalan, Naymancha qishloq hududi eng yirik qishloq aholi punktlaridan biri bo'lib, shu nomdagi MMTPda sho'rlangan yer ulushi eng yuqori - 50,0 %. Bu holat aholi joylashuvi va meliorativ xavf zonalari o'rtasida amaliy jihatdan muhim bog'liqlik mavjudligini ko'rsatadi.

Tahlil natijasida ekologik boshqaruv uchun ustuvor zonalar quyidagicha ajratildi: yuqori ustuvorlik – Naymancha va Sirdaryo; o'rta ustuvorlik – Istiqbol, Ishonch, Mulkobod, Xudoyberdiyev; nisbatan past yoki profilaktik ustuvorlik – Dang'ara va Boshqalar. Bunda Naymancha uchun asosiy xavf omili tuproq sho'rlanishi va aholi bosimi, Sirdaryo uchun esa yer osti suvlari sathining sayozligi hisoblanadi.

4-jadval. Geoeologik boshqaruv uchun ustuvor zonalar

Hudud	Asosiy indikatorlar	Geoeologik talqin	Ustuvorlik
Naymancha	Sho'rlangan ulush 50,0 %; yer osti suvlari o'rtacha 1,95 m; yirik qishloq aholi tuguni	Tuproq sho'rlanishi va qishloq aholi bosimi birikkan zona	Yuqori
Sirdaryo	Yer osti suvlari o'rtacha 1,62 m; <=1,5m quduqlar 50,0 %; sho'rlangan ulush 10,2 %	Sayoz yer osti suvlari tufayli sho'rlanishning kuchayish xavfi mavjud	Yuqori
Xudoyberdiyev	Sho'rlangan ulush 7,5 %; <=2,0 m quduqlar 50,0 %	Profilaktik meliorativ nazorat zarur	O'rta
Istiqbol, Ishonch, Mulkobod	<=2,0 m quduqlar 58-64 %; sho'rlanish past-o'rtacha	Yer osti suvlari orqali ikkilamchi sho'rlanish xavfi	O'rta
Dang'ara, Boshqalar	Tuproq jadvali bo'yicha yaxshi holat ustun	Monitoring va maishiy-texnogen bosimni nazorat qilish zarur	Profilaktik

Manba: [4], [5], [13] asosida muallif umumlashtirmasi.

Muhokama. Olingan natijalar Farg'ona vodiysi uchun xos bo'lgan umumiy geoeologik qonuniyatlarga mos keladi. Ya'ni demografik bosim, sug'oriladigan yerlarning intensiv ishlatilishi va suv-meliorativ tizimlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir tuproq va yer osti suvlari rejimini belgilaydi. Kenjabaev va hammualliflar Farg'ona vodiysida aholi

zichligi ortishi suv va yer resurslariga talabni kuchaytirib, irrigatsion dehqonchilikning kengayishi yer degradatsiyasi va suv resurslari ifloslanishi xavfini oshirishini ta'kidlagan [8]. Dang'ara tumani ma'lumotlari ham shu fikrni mahalliy miqyosda tasdiqlaydi: aholining katta qismi qishloq joylarda jamlangan, sug'oriladigan maydonlar esa tumanning geoeologik barqarorligini belgilovchi asosiy resurs hisoblanadi.

Tuproq sho'rlanishi jihatidan Naymancha hududining ajralib chiqishi alohida e'tiborni talab qiladi. Markaziy Farg'ona tuproqlari bo'yicha tadqiqotlarda ikkilamchi sho'rlanish sug'orish suvining tarkibi, yer osti suvlari kimyoviy holati, drenajning yetarliligi va evaporatsiya sharoitlari bilan chambarchas bog'liq ekani ko'rsatilgan [1], [12]. Dang'ara tumanida ham yer osti suvlari sathi 2 m atrofida bo'lgan hududlarda, ayniqsa sug'orish mavsumida kapillyar namlanish va bug'lanish orqali tuzlarning yuqori qatlamlarga qayta ko'tarilishi ehtimoli ortadi. Shu bois tuproq sho'rlanishini baholash faqat laborator yoki maydon jadvali bilan cheklanmasligi, balki yer osti suvlari monitoringi bilan integratsiyalashishi kerak.

Yer osti suvlari bo'yicha natijalar ham xalqaro ilmiy qarashlar bilan uyg'un. Suv sifati va yer foydalanish aloqalarini o'rganadigan tadqiqotlarda qishloq xo'jaligi yerlaridan ozuqa moddalari, tuzlar va boshqa komponentlarning yuvilishi yer osti suvlari sifatini o'zgartirishi, suv sifati esa o'z navbatida tuproq xossalari va hosildorlikka ta'sir qilishi ta'kidlanadi [3], [9]. Yaqinda e'lon qilingan tadqiqotlarda yer osti suvlari ifloslanish xavfini baholashda aholi zichligi va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari antropogen yuklama indikatorini sifatida qo'llangan [7]. Bu yondashuv Dang'ara tumanidagi sharoitga ham mos: aholi va dehqonchilik tizimi birgalikda yer osti suvlari rejimini belgilovchi asosiy antropogen omillar sifatida qaralishi lozim.

Xulosa. Dang'ara tumani misolida o'tkazilgan tahlil aholi joylashuvi, tuproq sho'rlanishi va yer osti suvlari sathi bir-biri bilan uzviy bog'langan geoeologik tizimni shakllantirishini ko'rsatdi. Tuman aholisi 184 017 kishini tashkil etib, uning 75,5 foizi qishloq aholi punktlarida yashaydi; bu qishloq xo'jaligi landshaftlariga antropogen yuklamaning asosiy ijtimoiy-demografik manbai hisoblanadi. 2026-yil bahorida sug'oriladigan maydon 26 036 ga bo'lib, asosiy tuproq jadvali bo'yicha 87,0 % yer yaxshi holatda, 13,0 % yer kuchsiz sho'rlangan holatda qayd etildi. Sho'rlanishning eng yuqori ulushi Naymancha MMTPda kuzatildi - 50,0 %. Bu hududda yirik qishloq aholi tugunining mavjudligi va meliorativ xavfning birga namoyon bo'lishi ekologik boshqaruvni ustuvorlashtirishni talab etadi. Yer osti suvlari bo'yicha 2015-2026 yillar davomida o'rtacha sath 1,72-1,99 m oralig'ida o'zgardi. 2026 yilda tuman bo'yicha o'rtacha sath 1,96 m bo'lib, Sirdaryo MMTPda eng sayoz ko'rsatkich – 1,62 m qayd etildi. Sirdaryo hududida quduqlarning 50,0 foizida sath 1,5 m dan sayoz, 95,8 foizida esa 2,0 m dan sayoz bo'lishi tuproq sho'rlanishi xavfini kuchaytiruvchi omil sifatida baholandi.

Adabiyotlar

1. Abakumov E., Yuldashev G., Mirzayev U., Isagaliyev M., Sotiboldieva G., Makhramhujaev S., Mamajonov I., Azimov Z., Sulaymonov O., Askarov K. et al. The Current State of Irrigated Soils in the Central Fergana Desert under the Effect of Anthropogenic Factors. // Geosciences. 2023. Vol. 13, No. 3. Article 90.
2. Akramkhanov A., Vlek P. L. G. The assessment of spatial distribution of soil salinity risk using neural network. // Environmental Monitoring and Assessment. 2012. Vol. 184. – P. 2475-2485.

3. Boukich O., Ben-Tahar R., Brahmi M., Alzain M. N., Noman O., Shahat A. A., El Guerrouj B., Smiri Y. Assessment of groundwater quality for irrigation using a new customized irrigation water quality index. // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2025. Vol. 59.
4. Dang'ara tumanida 2025-2026 yillar bahor holatiga tuproq sho'rlanishi bo'yicha ma'lumotlar: Tuproq.xlsx [Elektron resurs]. - Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2026.
5. Dang'ara tumanida aholi va qishloq xo'jaligini ro'yxatga olish tashkiliy rejasining asosiy ko'rsatkichlari: Aholi.xlsx [Elektron resurs]. Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2025.
6. Farg'ona viloyati statistika boshqarmasi. Dang'ara tumanida doimiy aholi soni 182 654 kishiga yetdi? [Elektron resurs]. 2025.
7. Jia H., Zhang Y., Li X. et al. Groundwater nitrate response to hydrogeological conditions and socioeconomic load in an agriculture dominated area. // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15.
8. Kenjabaev S., Frede H. G., Begmatov I. Irrigation Infrastructure in Fergana Today: Ecological Implications – Economic Necessities. Cotton, Water, Salts and Soums / ed. by I.Rudenko, J.P.A.Lamers. Dordrecht: Springer, 2015. – P. 195-216.
9. Kronvang B., Wendland F., Kovar K., Fraters D. Land Use and Water Quality. // *Water*. 2020. Vol. 12, № 9.
10. O'zbekiston Respublikasi statistika ma'lumotlari. Doimiy aholi soni (jami) [Elektron resurs]. 2026.
11. Tromboni F., Dilts T. E., Null S. E., Lohani S., Ngor P. B., Soum S., Hogan Z. S., Chandra S. Changing Land Use and Population Density are Degrading Water Quality in the Lower Mekong Basin. // *Water*. 2021. Vol. 13, № 14. Article 1948.
12. Turdaliev A., Askarov K., Abakumov E., Makhkamov E., Rahmatullayev G., Mamajonov G., Akhmadjonov A., Axunov A. Biogeochemical State of Salinized Irrigated Soils of Central Fergana (Uzbekistan, Central Asia). // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, № 10.
13. Yer osti suvlari bo'yicha 2015-2026- yillar kuzatuv quduqlari ma'lumotlari: Yer osti suvlari.xlsx [Elektron resurs]. Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2026.

**DANG'ARA TUMANI HUDUDIDA ANTROPOGEN OMILLAR TA'SIRIDA
SHAKLLANAYOTGAN GEOEKOLOGIK VAZIYAT**

Usmonov Islomjon Salimjon o'g'li – o'qituvchi

islomjonu364@gmail.com

Farg'ona viloyati Qo'qon shahar 14-umumiy o'rta ta'lim maktabi

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ, ФОРМИРУЮЩАЯСЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ
АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ДАНГАРИНСКОГО РАЙОНА**

Усмонов Ислонджон Салимджонович – учитель

Общеобразовательная школа №14 города Коканда Ферганской области

**GEOECOLOGICAL SITUATION FORMING UNDER THE INFLUENCE
OF ANTHROPOGENIC FACTORS IN THE DANGARA DISTRICT**

Usmonov Islomjon Salimjonovich – teacher

General Secondary School No. 14, Kokand City, Fergana Region

Tayanch so'zlar: Dang'ara tumani, antropogen omillar, geoeologik vaziyat.

Rezyume. Maqolada Dang'ara tumani hududida antropogen omillar ta'sirida shakllanayotgan geoeologik vaziyat tahlil qilingan. Tadqiqotda aholi joylashuvi va zichligi, yer resurslaridan foydalanish, tuproq qoplamining sho'rlanish darajasi hamda yer osti suvlari sathining o'zgarishi asosiy geoeologik indikatorlar sifatida baholangan.

Ключевые слова: Дангараский район, антропогенные факторы, геоэкологическая ситуация.

Резюме. В статье анализируется геоэкологическая ситуация, формирующаяся под воздействием антропогенных факторов на территории Дангараского района. В исследовании оцениваются распределение и плотность населения, использование земельных ресурсов, степень засоления почв и изменения уровня грунтовых вод как основные геоэкологические показатели.

Key words: Dangara District, anthropogenic factors, geoeological situation.

Summary. This article analyzes the geoeological situation forming under the influence of anthropogenic factors in the territory of Dangara District. The study evaluates population distribution and density, land resource use, the degree of soil salinization, and changes in groundwater levels as the main geoeological indicators.

Kirish. Farg'ona vodiysi O'zbekistonning aholisi zich, sug'orma dehqonchilik yuqori darajada rivojlangan va tabiiy resurslardan foydalanish intensivligi kuchli bo'lgan hududlaridan biridir. Bunday hududlarda landshaft komponentlari - tuproq, suv, o'simlik qoplami, relief va aholi xo'jaligi tizimi o'rtasidagi munosabatlar tabiiy jarayonlar bilan bir qatorda inson faoliyati ta'sirida shakllanadi. Ayniqsa sug'orish, kollektor-drenaj tarmoqlari, tomorqa xo'jaligi, ekin maydonlarining agrotexnik ishlovi, mineral o'g'itlardan foydalanish, transport va maishiy oqava manbalari geoeologik vaziyatning asosiy antropogen drayverlari sifatida namoyon bo'ladi. Markaziy Farg'ona tuproqlari bo'yicha tadqiqotlar uzoq muddatli sug'orish natijasida tuproq profili, tuzlar tarkibi va agrogen evolyutsiya jarayonlari o'zgarishini ko'rsatadi [1], [13].

Geoeologik vaziyat deganda muayyan hududda tabiiy muhit komponentlarining holati, ularga antropogen bosim darajasi, ekologik xavf omillari va resurslardan barqaror foydalanish imkoniyatlarining hududiy majmui tushuniladi. Qishloq xo'jaligi intensiv rivojlangan landshaftlarda bu vaziyat odatda uchta asosiy indikator orqali yaqqol ko'rinadi: aholi va xo'jalik faoliyati yuklamasi, tuproqning meliorativ holati hamda yer osti suvlari sathi va sifati. Yer foydalanish va suv sifati o'rtasidagi bog'liqlik xalqaro adabiyotlarda ham keng asoslangan: qishloq xo'jaligi, urbanizatsiya va aholi zichligining ortishi suv obyektlari hamda yer osti suvlarida kimyoviy yuklamaning kuchayishiga sabab bo'lishi mumkin [9], [12].

Materiallar va metodlar. Tadqiqot obyekti sifatida Farg'ona viloyatining Dang'ara tumani tanlandi. Tuman hududi sug'oriladigan qishloq xo'jaligi maydonlari, qishloq

aholi punktlari va irrigatsion-meliorativ tizimlarning o'zaro tutashgani bilan ajralib turadi. Tadqiqotning asosiy axborot manbalari uch guruhga ajratildi: birinchisi – Dang'ara tumani aholisi va aholi punktlari haqidagi mahalliy jadval ma'lumotlari; ikkinchisi – 2025-2026-yillar bahor holatiga sug'oriladigan yerlar va tuproq sho'rlanishi bo'yicha ma'lumotlar; uchinchisi - 2015-2026-yillar uchun kuzatuv quduqlari kesimidagi yer osti suvlari sathi ma'lumotlari [4], [5], [14].

Adabiy-metodik baza sifatida ScienceDirect platformasida e'lon qilingan gidrologik va irrigatsion tadqiqotlar, ResearchGate orqali ochiq ko'rinadigan Farg'ona vodiysi irrigatsiyasi haqidagi ishlanmalar, shuningdek Scopus va Web of Science bazalarida indekslanadigan xalqaro jurnallardagi maqolalardan foydalanildi. Xususan, Markaziy Farg'ona tuproqlarining antropogen evolyutsiyasi [1], salinlashgan irrigatsion tuproqlarning biogeokimyoviy holati [13], irrigatsiya infratuzilmasining ekologik oqibatlar [8], yer foydalanish va suv sifati munosabatlari [9], aholi zichligi va landshaft o'zgarishlarining suv sifatiga ta'siri [12], yer osti suvlari nitrat yuklamasining gidrogeologik hamda ijtimoiy-iqtisodiy omillar bilan bog'liqligi [7] kabi tadqiqotlar maqolaning nazariy asosini tashkil etdi.

Tadqiqotda indikatorli geoeologik baholash usuli qo'llandi. Bunda aholi soni va qishloq aholisining ulushi ijtimoiy-demografik yuklama sifatida, sug'oriladigan maydon va yerdan foydalanish koeffitsiyenti agroirrigatsion yuklama sifatida, tuproq sho'rlangan maydoni meliorativ xavf indikatorlari sifatida, yer osti suvlari sathi esa gidrogeologik xavf indikatorlari sifatida baholandi.

Sho'rlangan maydon ulushi quyidagi formula bilan aniqlandi: $S = (Ash / Aum) \times 100$, bu yerda S - sho'rlangan maydon ulushi, Ash - sho'rlangan maydon, Aum - umumiy sug'oriladigan maydon. Yer osti suvlari sathini baholashda 1,5 m va 2,0 m chegaralari sayoz sath xavfi uchun amaliy indikator sifatida qabul qilindi.

1-jadval. Tadqiqotda qo'llangan indikatorlar va ularning geokologik mazmuni

Indikator guruhi	Asosiy ko'rsatkichlar	Antropogen mazmuni	Geokologik talqin
Demografik yuklama	Jami aholi, qishloq aholisi ulushi, aholi punktlari soni	Suv iste'moli, maishiy oqava, tomorqa xo'jaligi va infratuzilma bosimi	Aholi zich joylashgan hududlarda ekologik nazorat kuchaytiriladi
Agroirrigatsion yuklama	Sug'oriladigan maydon, EFK, ekin maydonlaridan foydalanish	Sug'orish, yuvilish, drenaj, agrokimyoviy vositalardan foydalanish	Tuproq va suv resurslariga bevosita bosimni ko'rsatadi
Meliorativ holat	Yaxshi, kuchsiz, o'rtacha va kuchli sho'rlangan maydon ulushi	Uzoq muddatli sug'orish, drenaj yetishmovchiligi, tuzlarning qayta ko'tarilishi	Sho'rlanish yuqori hududlar meliorativ tiklashni talab qiladi
Gidrogeologik holat	Yer osti suvlari o'rtacha sathi, $\leq 1,5$ m va $\leq 2,0$ m quduqlar ulushi	Sug'orish rejimi, kollektor-drenaj tizimi, kapillyar ko'tarilish ehtimoli	Sayoz sath sho'rlanish va ifloslanish xavfini kuchaytiradi

Manba: [1], [4], [5], [7], [9], [13], [14] asosida muallif ishlab chiqqan.

Natijalar. Aholi va aholi punktlari antropogen yuklama omili sifatida. Aholi ma'lumotlariga ko'ra, Dang'ara tumanida jami aholi 184 017 kishini tashkil etadi. Shundan 45 088 kishi yoki 24,5 foizi shahar va shaharchalarda, 138 929 kishi yoki 75,5 foizi qishloq aholi punktlarida istiqomat qiladi [5]. Rasmiy statistika manbalarida 2025-yil 1 iyul holatiga tuman aholisi 182 654 kishi ekani, 2026-yil qatorida esa doimiy aholi soni 184,7 ming kishi atrofida qayd etilgani mahalliy fayldagi ko'rsatkichlarning umumiy demografik fon bilan mosligini ko'rsatadi [6], [11]. Aholi zichligi bo'yicha rasmiy qatorlarda ham Dang'ara tumani 2026-yilga kelib 438,9 kishi/km² darajasiga yetgani qayd etilgan [11].

Tumanda 8 ta shaharcha, 44 ta mahalla va 116 ta qishloq aholi punkti mavjud [5]. Bu holat hududning qishloq joylashuvi tarmog'i zichligini, demak, tabiiy resurslardan kundalik foydalanish ko'lamini kengligini anglatadi. Qishloq aholisi ulushining yuqoriligi tomorqa sug'orishi, chorvachilik, uy xo'jaliklari oqava suvlari, mahalliy yo'l-infratuzilma bosimi va sug'oriladigan yerlar bilan bevosita bog'liq ekologik yuklamani kuchaytiradi. Ilmiy adabiyotlarda aholi zichligi va urbanizatsiya bosimi suv sifati hamda landshaft barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan [9], [12].

2-jadval. Dang'ara tumanida demografik-antropogen yuklama ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Qiymat	Geokologik talqin
Jami aholi	184 017 kishi	Tuman miqyosida resurslar-ga umumiy ijtimoiy bosimni ifodalaydi
Shahar va shaharchalar aholisi	45 088 kishi (24,5 %)	Urban infratuzilma, maishiy chiqindi va transport bosimi shakllanadi
Qishloq aholisi	138 929 kishi (75,5 %)	Sug'oriladigan yer, tomorqa, chorvachilik va mahalliy suv iste'moli yuklamasi yuqori
Shaharchalar	8 ta	Urban markazlar atrofida texnogen yuklama jamlanadi
Mahallalar	44 ta	Mahalliy ekologik boshqaruv uchun asosiy ijtimoiy birliklar
Qishloq aholi punktlari	116 ta	Qishloq landshaftlarida antropogen ta'sir tarmog'i keng
Rasmiy aholi zichligi qatori	2026-yilda 438,9 kishi/km ²	Aholi zichligi yuqori hududda ekologik monitoring zarurati ortadi

Manba: [5], [6], [11] asosida muallif umumlashtirmasi.

Sug'oriladigan yerlar va tuproq sho'rlanishi antropogen ta'sir natijasi sifatida. Tuproq fayli bo'yicha 2026-yil bahorida Dang'ara tumanining sug'oriladigan maydoni 26 036 ga, yerdan foydalanish koeffitsiyenti esa 0,58 ni tashkil etadi [4]. Umumiy maydonning 22 645 ga qismi yaxshi holatda, 3 391 ga qismi kuchsiz sho'rlangan holatda qayd etilgan. Demak, tuman bo'yicha sho'rlangan maydon ulushi 13,0 foizga teng. Bu ko'rsatkich umumiy miqyosda keskin inqirozli holatni emas, balki ayrim meliorativ zonalarda jamlangan xavfni ko'rsatadi. Chunki sho'rlanish ko'rsatkichi MMTP kesimida sezilarli farq qiladi.

Eng muammoli hudud Naymancha MMTP bo'lib, 4 891 ga sug'oriladigan maydonning 2 446 ga qismi kuchsiz sho'rlangan, ya'ni sho'rlangan maydon ulushi 50,0 foizni tashkil etadi [4]. Sirdaryo MMTPda sho'rlanish ulushi 10,2 foiz, Xudoyberdiyevda 7,5 foiz, Ishonchda 3,7 foiz, Mulkobodda 2,5 foiz, Istiqbolda 2,0 foiz atrofida qayd etilgan. Dang'ara va "Boshqalar" toifasida asosiy jadval bo'yicha sho'rlanish qayd etilmagan. Bu hududiy tafovutlar antropogen sug'orish, drenaj ishlashi, relefning mikrofarqlari va yer osti suvlari rejimi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

3-jadval. 2026 yil bahorida MMTP kesimida tuproq-meliorativ holat

MMTP	Sug'oriladigan maydon, ga	EFK	Yaxshi, ga	Kuchsiz sho'rlangan, ga	Sho'rlanish ulushi, %
Dang'ara	1 982	0,52	1 982	0	0,0
Istiqbol	1 653	0,62	1 620	33	2,0
Ishonch	2 691	0,68	2 591	100	3,7
Mulkobod	2 224	0,62	2 169	55	2,5
Naymancha	4 891	0,60	2 445	2 446	50,0
Sirdaryo	5 300	0,61	4 762	538	10,2
Xudoyberdiyev	2 935	0,49	2 716	219	7,5
Boshqalar	4 360	0,54	4 360	0	0,0
Jami	26 036	0,58	22 645	3 391	13,0

Manba: [4] asosida muallif hisob-kitoblari.

Yer osti suvlari sathi geoeologik vaziyatning sezgir indikatorı sifati. Yer osti suvlari bo'yicha faylda 2015-2026-yillar oralig'ida 119 ta kuzatuv qudugi va 7 ta MMTP hududi kesimidagi ma'lumotlar keltirilgan [14]. Tahlilda tozalangan quduq-yil qatorlari asosida yer osti suvlari sathining yillik va hududiy farqlari umumlashtirildi. Tuman bo'yicha o'rtacha yillik sath 2015-2026-yillar oralig'ida 1,72-1,99 m diapazonda o'zgarib, 2026-yilda 1,96 m ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich sug'oriladigan hududlarda yer osti suvlari sathi nisbatan sayozligini va tuproq sho'rlanishi xavfi bilan uzviy bog'liqligini bildiradi.

Yer osti suvlari sathi faqat tabiiy gidrogeologik sharoitlar mahsuli emas. Sug'orish me'yorlari, kollektor-drenaj tizimlarining ishlashi, dala yuvilishi, ekin maydonlari strukturasi o'zgarishi va aholi punktlaridagi xo'jalik-maishiy suv aylanishi ham yer osti suvlari rejimiga ta'sir etadi. Xalqaro tadqiqotlarda yer osti suvlarining ifloslanish va sifat o'zgarishi xavfi qishloq xo'jaligi yuklamasi, aholi zichligi va gidrogeologik sezgirlik bilan birga baholanishi zarurligi ta'kidlanadi [3], [7].

4-jadval. 2026 yilda yer osti suvlari sathi bo'yicha hududiy farqlar

MMTP	Quduq soni	O'rtacha sath, m	Min-max, m	<=1,5 m quduqlar, %	<=2,0 m quduqlar, %	Geoeologik talqin
Dang'ara	18	2,35	1,36-3,28	5,6	33,3	Nisbatan barqaror, profilaktik nazorat zarur
Istiqbol	10	1,81	1,33-2,62	30,0	60,0	Sayoz sath tufayli o'rta xavf
Ishonch	14	2,05	1,23-3,95	7,1	64,3	Hudud ichida tafovut katta
Mulkobod	12	2,09	1,22-3,82	16,7	58,3	Profilaktik meliorativ nazorat zarur
Naymancha	22	1,95	1,12-3,77	31,8	68,2	Sho'rlanish bilan birga yuqori xavf
Sirdaryo	24	1,62	0,79-2,81	50,0	95,8	Eng sayoz sath, yuqori xavf
Xudoyberdiyev	18	1,97	1,24-3,21	22,2	50,0	O'rta xavf va profilaktik monitoring

Manba: [14] asosida muallif hisob-kitoblari.

Antropogen omillar ta'sirida shakllanayotgan integral geoeologik vaziyat. Aholi, tuproq va yer osti suvlari ma'lumotlarini birgalikda tahlil qilish Dang'ara tumani geoeologik vaziyati mozaik xarakterga ega ekanini ko'rsatadi. Ya'ni xavf omillari butun tuman bo'yicha bir xil tarqalmagan, balki ayrim irrigatsion-meliorativ hududlarda kuchliroq namoyon bo'lgan. Naymancha hududida tuproq sho'rlanishi ulushining 50,0 foizga yetishi, shu hududning yirik qishloq aholi tugunlari bilan bog'liqligi va yer osti suvlari sathining 2 m atrofida joylashgani geoeologik bosimning kompleks xarakterini ifodalaydi.

5-jadval. Dang'ara tumani hududida geoeologik vaziyatni ustuvorlik bo'yicha rayonlashtirish

Hudud / zona	Asosiy antropogen va tabiiy-antropogen omillar	Geoeologik vaziyat bahosi	Boshqaruv ustuvorligi
Naymancha	Sho'rlangan maydon ulushi 50,0 %; qishloq aholi yuklamasi; yer osti suvlari o'rtacha 1,95 m	Tuproq sho'rlanishi va aholi-agroirrigatsion yuklama birikkan zona	Yuqori
Sirdaryo	Yer osti suvlari o'rtacha 1,62 m; <=2,0 m quduqlar 95,8 %; sho'rlangan maydon 10,2%	Sayoz yer osti suvlari sababli ikkilamchi sho'rlanish xavfi kuchli	Yuqori
Xudoyberdiyev	Sho'rlangan maydon 7,5 %; <=2,0 m quduqlar 50,0 %	O'rta darajadagi meliorativ-gidrogeologik xavf	O'rta
Istiqbol, Ishonch, Mulkobod	Sho'rlanish past-o'rtacha; yer osti suvlari 2 m dan sayoz quduqlar 58-64 %	Profilaktik choralar ko'rilmasa, sho'rlanish kengayishi mumkin	O'rta
Dang'ara, Boshqalar	Tuproq holati yaxshi; ayrim quduqlarda sayoz sath; aholi-infratuzilma yuklamasi mavjud	Hozircha nisbatan barqaror, lekin doimiy monitoring talab etiladi	Profilaktik

Manba: [4], [5], [14] asosida muallif umumlashtirmasi.

Muhokama. Tadqiqot natijalari Farg'ona vodiysidagi irrigatsion landshaftlar uchun xos bo'lgan umumiy geoeologik qonuniyatlarni mahalliy miqyosda tasdiqlaydi. Ya'ni demografik yuklama, sug'oriladigan yerlarning kengligi, tuproqning suv-tuz rejimi va yer osti suvlari sathi yagona antropogen landshaft tizimida o'zaro bog'liq holda namoyon bo'ladi. Farg'ona vodiysida irrigatsiya infratuzilmasi qishloq xo'jaligi va aholining ijtimoiy-iqtisodiy ehtiyojlari uchun zarur bo'lsa-da, uning ekologik oqibatları suv tanqisligi, drenaj muammolari, sho'rlanish va landshaft degradatsiyasi xavfi doimiy boshqaruvni talab qiladi [8], [10].

Aholi omili Dang'ara tumanidagi geoeologik vaziyatda mustaqil va kuchaytiruvchi rol o'ynaydi. Aholining 75,5 foizi qishloq joylarda yashashi qishloq xo'jaligi landshaftlari bilan kundalik faoliyatning bevosita tutashganini bildiradi [5]. Qishloq aholisining suv iste'moli, tomorqa yerlaridan foydalanishi, maishiy oqava suvlari va kichik xo'jalik chiqindilari ko'pincha alohida sanoat ifloslanishidan kam ko'zga tashlanadi, biroq ularning jamlanma ta'siri landshaft tizimida muhim o'rin tutadi. Aholi zichligi va yer foydalanishidagi o'zgarishlarning suv sifatiga ta'siri Lower Mekong Basin misolida ham ilmiy asoslangan [12].

Xulosa. Dang'ara tumani hududida antropogen omillar ta'sirida shakllanayotgan geoeologik vaziyat aholi

joylashuvi, sug'oriladigan yerlar tuproq-meliorativ holati va yer osti suvlari rejimining o'zaro ta'siri orqali namoyon bo'ladi. Aholi sonining 184 017 kishiga yetishi, uning 75,5 foizi qishloq aholi punktlarida istiqomat qilishi tuman landshaftlarida doimiy ijtimoiy-demografik va xo'jalik yuklamasini shakllantiradi. 2026-yil bahorida tuman

bo'yicha sug'oriladigan maydon 26 036 ga, yerdan foydalanish koeffitsiyenti 0,58 bo'lib, 3 391 ga yoki 13,0 foiz maydon kuchsiz sho'rlangan holatda qayd etildi. Sho'rlanishning eng yuqori ulushi Naymancha MMTPda aniqlanib, bu hudud geoeologik boshqaruvda yuqori ustuvorlikka ega zona sifatida baholandi.

Adabiyotlar

1. Abakumov E., Yuldashev G., Mirzayev U., Isagaliyev M., Sotiboldieva G., Makhramhujayev S., Mamajonov I., Azimov Z., Sulaymonov O., Askarov K. et al. The Current State of Irrigated Soils in the Central Fergana Desert under the Effect of Anthropogenic Factors // *Geosciences*. 2023. Vol. 13, № 3.
2. Akramkhanov A., Vlek P. L. G. The assessment of spatial distribution of soil salinity risk using neural network. // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012. Vol. 184. – P. 2475-2485.
3. Boukich O., Ben-Tahar R., Brahmi M., Alzain M. N., Noman O., Shahat A. A., El Guerrouj B., Smiri Y. Assessment of groundwater quality for irrigation using a new customized irrigation water quality index // *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2025. Vol. 59. Article 102346.
4. Dang'ara tumanida 2025-2026-yillar bahor holatiga tuproq sho'rlanishi bo'yicha ma'lumotlar: Tuproq.xlsx [Elektron resurs]. - Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2026.
5. Dang'ara tumanida aholi va qishloq xo'jaligini ro'yxatga olish tashkiliy rejasining asosiy ko'rsatkichlari: Aholi.xlsx [Elektron resurs]. - Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2025.
6. Farg'ona viloyati statistika boshqarmasi. Dang'ara tumanida doimiy aholi soni 182 654 kishiga yetdi? [Elektron resurs]. 2025.
7. Jia H., Qian H. Groundwater nitrate response to hydrogeological conditions and socioeconomic load in an agriculture dominated area // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Article 2034.
8. Kenjabayev S., Frede H. G., Begmatov I. Irrigation Infrastructure in Fergana Today: Ecological Implications – Economic Necessities // *Cotton, Water, Salts and Soums* / ed. by I.Rudenko, J.P.A.Lamers. Dordrecht: Springer, 2015. – P. 195-216.
9. Kronvang B., Wendland F., Kovar K., Fraters D. Land Use and Water Quality. // *Water*. 2020. Vol. 12, № 9. Article 2412.
10. Nikanorova A. D., Milanova E. V., Dronin N. M., Telnova N. O. Estimation of Water Deficit under Climate Change and Irrigation Conditions in the Fergana Valley of Central Asia. // *Arid Ecosystems*. 2016. Vol. 6, № 4. – P. 260-267.
11. O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi. Doimiy aholi soni va aholi zichligi bo'yicha ma'lumotlar [Elektron resurs]. 2026.
12. Tromboni F., Dilts T. E., Null S. E., Lohani S., Ngor P. B., Soum S., Hogan Z. S., Chandra S. Changing Land Use and Population Density Are Degrading Water Quality in the Lower Mekong Basin. // *Water*. 2021. Vol. 13, № 14. Article 1948.
13. Turdaliev A., Askarov K., Abakumov E., Makhkamov E., Rahmatullayev G., Mamajonov G., Akhmadjonov A., Axunov A. Biogeochemical State of Salinized Irrigated Soils of Central Fergana (Uzbekistan, Central Asia). // *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13, № 10. – Article 6188.
14. Yer osti suvlari bo'yicha 2015-2026 yillar kuzatuv quduqlari ma'lumotlari: Yer osti suvlari.xlsx [Elektron resurs]. - Foydalanuvchi taqdim etgan Excel fayli. 2026.

M A Z M U N Í

BAS MAQALA

Қодиров Қ.А. Мустақиллик – янги имкониятлар, юксалиш ва буюк мақсадлар пойдевори	3
---	---

TÁBIYIY HÁM TEXNIKAÍQ ILIMLER

Fizika-matematika. Texnika. Informatika

Ahmadov I.A., Isomova S.I. Uch fazali inertsional - viskoelastik reologik modelni qurish va qovushqoqlik parametrining haroratga bog'liqligi tahlili	5
Berdimbetova A.D. Tikuv buyumlarini konstruksiyalashda zamonaviy texnologiyalar	8
Murodova Sh.S. To'la bo'lmagan tanlanmalar sharoitida qurilmaning to'xtovsiz ishlashi muddatini statistik modellashirish	13
Seytmuratov S.T. Mukammal, inoq va fibonachchi sonlari: nazariy asoslari va amaliy ahamiyati	17
Seytov A.J., Xamroyeva D.N., Kalxanov P.J. Zarafshon daryosi shporalari atrofidagi oqimni ikki o'lchovli Sen-Venan tenglamalari asosida sonli modellashirish	20
Sulaymonov Kh.M. Change in the electrical resistance of porous $(\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{0.7})_2\text{Te}_3$ thin films under cyclic alternating deformation and temperature	23
Tanirbergenov S.A. Kóp ólshemli tegislikler	26
Утеулиев Н.У., Кулмуратов К.Д., Калханов П.Ж. Оптимизация размещения сельскохозяйственных культур в маловодных регионах с помощью использования метода Франка-Вульфа	29
Sharipov M.S. An intelligent information system for Uzbek text processing and grammatical question-answering	33
Sharipov M.S., Adinayev H.S. Automated construction of a punctuation-tagged corpus for transformer-bilstm-based punctuation restoration in Uzbek	37

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya

Abdurasuliyeva G.M., Farmanova N.T. Oddiy shaftoli (<i>persica vulgaris mill.</i>) barglarining mikrobiologik tozaligi tahlili	40
Ажиев А.Б., Алламбергенова Н.Б., Мамарахимов О.М. Агрофизические и агрохимические свойства почв осушенного дна Аральского моря и перспективы их фитомелиорации галофитами	42
Allayarova M.M. Xorazm viloyati to'qay o'rmonlari entomofaunasining biotoplar bo'yicha taqsimlanishi	46
Но'jiboyeva S.H. Sho'rlanishning <i>Rubia Tinctorum L.</i> o'simligining fiziologik va biokimyoviy ko'rsatkichlariga ta'siri	49
Jumamuratov A., Jumamuratov M.A., Ajimuratova D.M. Qaraqalpaqstan Respublikasiniñ Taxtakópir rayonındaǵı vegetativlikti aralıqtan zondlaw maǵlıwmatları boyınsha monitoring etiw (NDVI)	52
Собиржонов М.М. Балнеологик пелоидларнинг келиб чиқиши, таркиби ва таснифий хусусиятлари	55
Tlepbergenova P.N. Qaraqalpaqstan aymaǵında xalıq keselleniw dinamikasınıñ ekologiyalıq jaqtan bahalanıwı (Nókis qalası, Beruniy hám Qońırat mısasında)	59
Turekeeva A.Z. Landscape-ecological distribution of vertebrates in the republic of Karakalpakstan and main directions of their research	62

Geografiya

Abdunazarov X.M., Xolboeva M.X., Radjapov M.Y. O'zbekiston Respublikasida yoqilg'i sanoatining rivojlanishi	65
Axmedova Y.Q. Qizilqum davlat qo'riqxonasi: cho'l ekotizimini asrash	69
Joniyev O.T. Oqtog' va tog'oldi tekislik landshaftlaridan xo'jalik maqsadlarida foydalanish masalalari	71

Kodirova M.M. Nurota tizmasi relikt ekotizimlarini barqaror saqlashning geografik va gidrometereologik jihatlari	73
Mirzayev S.S., Madrimov R.M., Movlonova Sh.R. Dem asosida aniqlangan talveg chizig'i orqali Qashqadaryo daryosi o'zanida qum-shag'al qazib olishni tartibga solish yo'llari	76
Mustofoyev T.E. Sho'rchi tumanida demografik jarayonlar va mehnat resurslari rivojlanishining hududiy xususiyatlari	80
Nematova X.X. Buxoro viloyatida turizmni rivojlantirishning geografik xususiyatlari va tabiiy resurslardan barqaror foydalanish	85
Низаматдинова Ж.С., Демеев А.Д. Применение искусственного интеллекта в отраслевых направлениях географии и его значение для развития туристической индустрии	88
Saliev E.P. Nókis qalasında bilimlendiriw sistemasınıń rawajlanıwı hám jaylasıw ózgeshelikleri	91
Tobirov O.Q. Farg'ona vodiysi geomorfologik resurslarini geografik turizm maqsadida raqamli relyef modeli va GAT asosida baholash	96
Tobirov O.Q. Farg'ona vodiysi gidrografik resurslarining turistik salohiyatini GAT asosida hududiy baholash	98
Tobirov O.Q. Farg'ona vodiysining tabiiy turistik salohiyatini gat asosida qiyosiy baholash ...	100
Usmonov I.S. Dang'ara tumanida aholi zichligi, tuproq holati va yer osti suvlari o'rtasidagi geoekologik bog'liqlik	103
Usmonov I.S. Dang'ara tumani hududida antropogen omillar ta'sirida shakllanayotgan geoekologik vaziyat	107

BGPU REKTORÍ ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍNÍN BELARUSIYADAĞÍ ELSHISI MENEN USHÍRASTÍ



Belarus mámleketlik pedagogikalıq universitetinde (BGPU) universitet rektorı Aleksandr Ivanovich Juktiń Ózbekstan Respublikasınıń Belarus Respublikasındağı elshisi Nuriddin Yoqubjonovich Mamajonov penen ushırasıwı bolıp ótti.

Ushırasıw dawamında eki tárepleme birge islesiwdi rawajlandırıw, bilimlendiriw hám mádeniyat tarawlarındağı baylanıslardı bekkemlew, sonday-aq, keleshektegi birge islesiw baǵdarları boyınsha pikir alısladı.

Ilajda Belarus tárepinen BGPUdın oqıw isleri boyınsha prorektorı A.A.Frantskevich, BGPU janındağı Ózbek mádeniyatı orayınır baslıǵı S.Ya.Ermolich qatnastı.

**ÁJINIYAZ ATÍNDAGÍ NÓKIS MÁMLEKETLIK PEDAGOGIKALÍQ
INSTITUTÍNDÁ KOREYA RESPUBLIKASÍNÍN SUN MOON UNIVERSITETI
XALÍQARALÍQ BAYLANÍSLAR BOYÍNSHÁ DEKANÍ CHOI JAE SUNG
MENEN USHÍRASÍW BOLÍP ÓTTI**



Ushirasıw barısında jasalma intellekt, IT, ekologiya hám tábiyiy resurslar baǵdarında «2+2» baǵdarlamasın jolǵa qoyıw, koreys tilin oqıtıwdı jetilistiriw, professor-oqıtıwshılar hám studentlerdiń akademiyalıq mobilligin rawajlandırıw, óz ara tájiriye almasıw, birgelikte xalıqaralıq grantlar hám ilimiy-izertlew jumısların ámelge asırıw máseleleri dodalanıp, aldaǵı wazıypalar belgilep alındı.

**ÁJINIYAZ ATÍNDAGÍ NÓKIS MÁMLEKETLIK PEDAGOGIKALÍQ INSTITUTÍ
BASSHÍLARÍ AQSHTÍN ÓZBEKSTANDAGÍ ELShIXANASÍ WÁKILI, ELShIXANA
MISSIYASÍNDAGÍ JUWAPLÍ XÍZMETKER
HEATHER BYRNES XANÍM MENEN USHÍRASÍW ShÓLKEMLESTIRDI**



Ushirasıw dawamında tárepler birge islesiwdiń áhmiyetli baǵdarları, atap aytqanda, Access English Scholarship Program, UNICEN, COIL (Collaborative Online International Learning) baǵdarlamaları, sonday-aq, Fulbright ETA English Fellow Program sheńberindegi birge islesiw nátiyjelerin dodaladı.

Dıqqat, jazılıw – 2026!

Húrmetli, jurnal oqıwshıları! Eger, Siz ilim, tálim-tárbiya hám oqıtıwdıń jańa zamanagóy usılları, jańalıqları menen óz waqtında jaqınnan tanıspaqsı, ózińizdiń usı tarawdaǵı jetiskenliklerińiz hám oy-pikirlerińiz benen ortaqlaspaqsı bolsańız, «Ilim hám jámiyet» jurnalına 2026-jıl ushın jazılıwǵa mirát etemiz.

Biziń jurnalımızda barlıq tarawlar boyınsha ilimiy, ilimiy-metodikalıq maqalalar járiyalanadı.

«Ilim hám jámiyet» jurnalı Ózbekstan Respublikası Ilimler Akademiyası janındaǵı Joqarı Attestaciya Komissiyası kollegiyasınıń qararı menen tómende kórsetilgen pánler boyınsha ilim doktorı dárejesin alıw ushın maqalalar járiyalanıwı tiyis bolǵan ilimiy basılımlar dizimine kirgizilgen:

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

Jazılıw bahası - 420.000 (tórt jüz jigirma mın) swm.

<i>Redakciya mánzili: Nókis qalası, P.Seytov kóshesi, n/j.</i>	<i>«Ilim hám jámiyet» jurnalınıń esap beti:</i>
<i>Indeks: 230100, Telefon: +998612294086; +998933652520.</i>	<i>BANK: MB BB XKKM Toshkent shahri</i>
<i>JURNALDÍN BASÍP SHÍGARÍLÍWÍNA</i>	<i>Esap beti: 2340 2000 3001 0000 1010</i>
<i>JUIWAPKER: Ájiniyaz atındaǵı NMPI baspaxanası.</i>	<i>MFO: 00014; INN: 201 122 919</i>
	<i>Jeke esap beti: 4001 1086 0354 0170 9410 0350 005</i>

<i>Maqalalardıń mazmınına hám durılıǵına avtorlar juwapker, olardıń pikirleri redakciyanıń pikirleri bolıp esaplanbaydı</i>	<i>Jurnalǵa jıl dawamında jazılǵan avtorlardıń miynetleri birinshi gezekte járiyalanadı. Maqala kólemi 6 betten kem bolmaıwı, 8 betten aspaıwı kerek.</i>
<i>Jurnal 1992-jıldan shıǵa basladı ISSN 2010-720X Indeksi: Jeke puqaralar ushın – 2101. Mákemeler ushın – 2102.</i>	<i>Basıwǵa ruxsat etildi: 29.09.2026 Buyırtpa: №0384 Format: 60x84 1/8 Kólemi: 14 b/t. Jurnal jılına 8 márte shıǵadı. Reestr № 089632</i>