

ILIM HÁM JÁMIYET

Ilimiy-metodikalıq jurnal

FAN VA JAMIYAT

Ilmiy-uslubiy jurnal

2026/5-1



www.journal.ndpi.uz



ISSN 2010-720X

2004-jildin mart ayidan baslap shuğa basladı

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



**Ájiniyaz atındağı Nókis mámleketlik
pedagogikalıq institutı**



ILIM hám JÁMIYET

Ilimiy-metodikalıq jurnal

Seriya: Tábiyy hám texnikalıq ilimler

**Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat
pedagogika instituti**

FAN va JAMIYAT

Ilimiy-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

№ 5/1

**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).

**Q.Biysenbaev – 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
p.i.d. (DSc), prof. D.Seytkasimov – qaraqalpaq tili 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
kommunikaciýalar 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.

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER**Fizika-matematika. Texnika. Informatika****РАДИОНАВИГАЦИЯ ТИЗИМЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ УЧУН
MATLAB/SIMULINK АСОСИДАГИ КОМПЛЕКС СИМУЛЯЦИЯ АРХИТЕКТУРАСИ****Эшмурадов Дилшод Эльмурадович** – техника фанлари номзоди, доцентe_dilshod69@mail.ru**Саидова Гулчехра Эркиновна** – катта ўқитувчиgulisaidova62@gmail.com

Тошкент ахборот технологиялари университети

Элмурадов Темурмалик Дилшод ўғли – катта ўқитувчиtemurmalielmuradov@yandex.ru

Тошкент давлат иқтисодиёт университети

**КОМПЛЕКСНАЯ АРХИТЕКТУРА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
НА ОСНОВЕ MATLAB/SIMULINK ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ РАДИОНАВИГАЦИИ****Эшмурадов Дилшод Эльмурадович** – кандидат технических наук, доцент**Саидова Гулчехра Эркиновна** – старший преподаватель

Ташкентский университет информационных технологий

Эльмурадов Темурмалик Дилшодович – старший преподаватель

Ташкентский государственный экономический университет

**A MATLAB/SIMULINK-BASED INTEGRATED SIMULATION ARCHITECTURE
FOR THE STUDY OF RADIONAVIGATION SYSTEMS****Eshmuradov Dilshod Elmuradovich** – Candidate of Technical Sciences, Associate professor**Saidova Gulchehra Erkinovna** – Senior teacher

Tashkent University of Information Technologies

Elmuradov Temurmali Dilshodovich – Senior teacher

Tashkent State University of Economics

Таянч сўзлар: радионавигация тизимлари, ишончлилиқ, Марков занжирлари, GNSS/INS интеграцияси, кўп агентли мониторинг тизими, MATLAB/Simulink, симуляция архитектураси.

Резюме. Мақолада ҳаво ҳаракатини бошқариш тизимидаги радионавигация воситаларининг ишончлилигини, GNSS/INS интеграциясини ва кўп агентли диагностика тизимларини ягона дастурий муҳитда тадқиқ қилиш имконини берувчи MATLAB/Simulink асосидаги комплекс симуляция архитектураси тақлиф этилган. Архитектура тўртта ўзаро боғлиқ модулдан – ишончлилиқ симуляцияси, навигация симуляцияси, халақит генерацияси ва кўп агентли мониторинг симуляцияси – иборат бўлиб, ҳар бири диссертациянинг тегишли илмий натижаларини дастурий равишда верификация қилиш учун мўлжалланган. Модуллараро маълумот алмашинуви ва интеграция механизмлари кўриб чиқиладиган, шунингдек, ҳар бир модулниң MATLAB Toolbox таркиби асосланади. Тақлиф этилган ёндашув радионавигация тизимлари бўйича илмий-тадқиқот ишларини автоматлаштириш ва такрорий синовдан ўтказиш имкониятини оширади.

Ключевые слова: системы радионавигации, надёжность, цепи Маркова, интеграция GNSS/INS, многоагентная система мониторинга, MATLAB/Simulink, архитектура имитационного моделирования.

Резюме. В статье предложена комплексная архитектура имитационного моделирования на базе MATLAB/Simulink, позволяющая исследовать в единой программной среде надёжность средств радионавигации системы организации воздушного движения, интеграцию GNSS/INS и работу многоагентных систем диагностики. Архитектура состоит из четырёх взаимосвязанных модулей – моделирования надёжности, моделирования навигации, генерации помех и моделирования многоагентного мониторинга, каждый из которых предназначен для программной верификации соответствующих научных результатов диссертации. Рассмотрены механизмы обмена данными и интеграции между модулями, а также обоснован состав используемых MATLAB Toolbox для каждого модуля. Предложенный подход повышает возможности автоматизации и воспроизводимости научных исследований в области систем радионавигации.

Key words: radionavigation systems, reliability, Markov chains, GNSS/INS integration, multi-agent monitoring system, MATLAB/Simulink, simulation architecture.

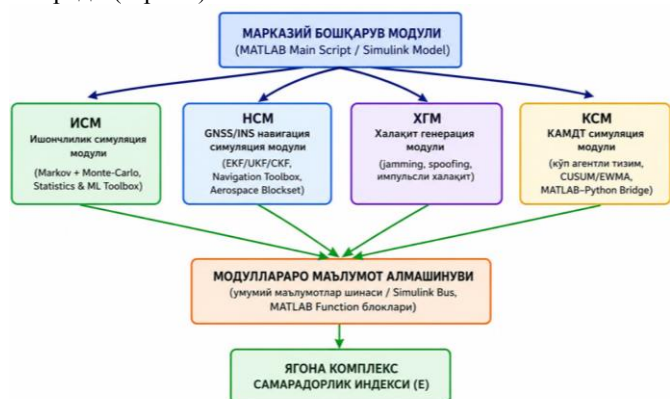
Summary. This paper proposes an integrated MATLAB/Simulink-based simulation architecture that enables the study of radionavigation equipment reliability within air traffic management systems, GNSS/INS integration, and multi-agent diagnostic systems within a single software environment. The architecture consists of four interconnected modules – reliability simulation, navigation simulation, interference generation, and multi-agent monitoring simulation – each designed to provide software-based verification of the corresponding scientific results of the dissertation. The data exchange and integration mechanisms between modules are examined, and the composition of the MATLAB toolboxes used in each module is justified. The proposed approach enhances the automation and reproducibility of research in the field of radionavigation systems.

Қириш. Ҳаво ҳаракатини бошқариш (ХХБ) радионавигация воситаларининг (ПНТ) ишончлилигини тизимларини модернизация қилиш жараёнида таъминлаш, GNSS/INS навигация тизимларининг

интеграциясини такомиллаштириш ҳамда носозликларни ўз вақтида аниқлайдиган кўп агентли мониторинг тизимларини жорий этиш ўзаро чамбарчас боғлиқ вазибалар ҳисобланади. Ушбу вазибаларнинг ҳар бирини назарий жиҳатдан ҳал қилиш билан бир қаторда, таклиф этилаётган моделлар ва алгоритмларнинг амалий самарадорлигини реал тизимга жорий этишдан олдин дастурий муҳитда синовдан ўтказиш зарурати мавжуд. Бирок адабиётлар шарҳи шуни кўрсатадики, ишончлилик моделлаштириш [1-3], навигация алгоритмларини синовдан ўтказиш [5-7], ҳалақитларга бардошликни баҳолаш [8] ва кўп агентли диагностика тизимлари [9], одатда, бир-биридан алоҳида дастурий воситаларда амалга оширилади – бу эса турли тадқиқот натижаларини яхлит ҳолда таққослаш ва уларнинг ўзаро таъсирини баҳолашни қийинлаштиради.

Мазкур мақоланинг мақсади – юқорида қайд этилган тўртта йўналишни ягона дастурий муҳитда бирлаштирувчи, MATLAB/Simulink асосидаги комплекс симуляция архитектурасини таклиф этишдир. Таклиф этилаётган архитектура диссертация доирасида ишлаб чиқилган назарий натижаларни – Марков-Байес-бета-фактор ишончлилик моделини, GNSS/INS интеграциясида СКФ асосидаги мослашувчан ҳалақит компенсацияси алгоритминини ҳамда КАМДТ кўп агентли мониторинг ва диагностика тизимини – дастурий равишда верификация қилиш ва улар ўртасидаги ўзаро боғлиқликни намоиш этиш имконини беради.

Асосий қисм. 1. Комплекс архитектуранинг умумий тузилиши. Таклиф этилаётган симуляция комплекси марказий бошқарув модули (MATLAB бош скрипти ва Simulink модели) орқали бошқариладиган тўртта функционал модулдан иборат: ишончлилик симуляция модули (ИСМ), GNSS/INS навигация симуляция модули (НСМ), ҳалақит генерация модули (ХГМ) ва КАМДТ симуляция модули (КСМ). Модулар умумий маълумотлар шинаси (Simulink Bus объектлари ва MATLAB Function блоклари) орқали ўзаро боғланган бўлиб, ҳар бир модулнинг чиқиш натижалари якуний комплекс самарадорлик индекси (Е) ҳисобига интеграциялашади. Бундай тузилма алоҳида модулларни мустақил равишда ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказиш, шунингдек уларни зарур ҳолатда яхлит сценарийда биргаликда ишга тушириш имконини беради (1-расм).



1-расм. MATLAB/Simulink асосидаги комплекс симуляция архитектурасининг тузилиши

Бунда марказий бошқарув модули MATLAB/Simulink муҳитида моделнинг барча ҳисоблаш жараёнларини мувофиқлаштиради ва ишончлилик симуляцияси, GNSS/INS навигация симуляцияси, ҳалақитларни генерация қилиш ҳамда кўп агентли моделлаштириш модуллари ўртасидаги ўзаро ҳамкорликни таъминлайди. Ҳар бир модулдан олинган ҳисоблаш натижалари Simulink Bus орқали ягона маълумотлар алмашинув муҳитига узатилади ва комплекс таҳлил қилинади. Модулараро интеграция натижасида тизимнинг ишончлилиги, навигация аниқлиги, ҳалақитларга бардошлилиги ва эксплуатацион самарадорлиги ҳисобга олинган ҳолда ягона комплекс самарадорлик индекси (ЕЕЕ) шакллантирилади. Бундай архитектура моделнинг модуллилигини, кенгайтирилиш имкониятини ҳамда турли эксплуатация сценарийларида ҳисоблаш натижаларининг ишончлилиги ва такрорланувчанлигини таъминлайди.

2. Ишончлилик симуляция модули (ИСМ). Мазкур модул Марков-Байес-бета-фактор ишончлилик моделини [2-4] дастурий равишда амалга оширишга мўлжалланган. Модул чекли ҳолатлар фазосини ва ҳолатлар ўртасидаги ўтиш интенсивликларини акс эттирувчи генератор матрицани MATLAB муҳитида қуради ҳамда Чепмен–Колмогоров тенгламалари тизимини сонли усулда ечади [3]. Аналитик ечим билан бир қаторда, модул Statistics and Machine Learning Toolbox воситасида Монте-Карло усулида такрорий (10^4 – 10^6 марта) симуляция ўтказиш имконини беради – бунда ҳар бир синов трассасида тизимнинг ҳолатлар кетма-кетлиги тасодифий сонлар генератори ёрдамида моделлаштирилади ва натижалар аналитик ечим билан статистик жиҳатдан таққосланади [1, 4].

3. GNSS/INS навигация симуляция модули (НСМ). Мазкур тадқиқот натижасида СКФ алгоритмининг самарадорлигини баҳолаш мақсадида унинг навигацион аниқлиги, ҳисоблаш барқарорлиги ва ҳалақитларга чидамлилиги EKF ҳамда UKF алгоритмлари билан таққосланди. Бу таққослаш турли манёвр режимлари ва GNSS сигналларига ҳалақит таъсир этган шароитларда амалга оширилди.

Учта филтър (EKF, UKF, CKF) бир хил кириш маълумотлари асосида параллел ишга туширилиб, уларнинг позициялаш аниқлиги (RMSE кўрсаткичи бўйича) ва ҳисоблаш мураккаблиги (бир итерациядаги ўртача бажарилиш вақти бўйича) таққосланади [6, 7].

4. Ҳалақит генерация модули (ХГМ). ХГМ GNSS сигналига таъсир этувчи турли хил ҳалақитларни – тор поласали ва кенг поласали жамминг (jamming), спуфинг (spoofing) [8] ҳамда импульсли электромагнит ҳалақитларни – моделлаштиради. Модул НСМ билан бевосита боғланган бўлиб, генерацияланган ҳалақит сигнали GNSS қабул қилгичи моделининг киришига узатилади, бу эса НСМ да синовдан ўтказилаётган EKF/UKF/CKF филтърларининг турли интенсивликдаги (сигнал/ҳалақит нисбати –10 дан +20 дБ гача) ва турли турдаги ҳалақитлар остидаги бардошлилигини баҳолаш имконини беради [8]. Бундай биргаликдаги синов диссертациянинг тегишли бўлимида келтирилган назарий хулосаларни – СКФ асосидаги алгоритмнинг юқори интенсивликдаги ҳалақитлар шароитида EKF га

нисбатан устунлигини – дастурий равишда тасдиқлаш учун асосий восита ҳисобланади.

5. КАМДТ симуляция модули (КСМ). Бу модуль эса кўп агентли мониторинг ва диагностика тизимининг (КАМДТ) дастурий прототипини амалга оширади. Ҳар бир агент (масалан, алоҳида РНТ объектини кузатувчи дастурий модуль) мустақил равишда параметрларни (сигнал даражаси, частота силжиши, ишлаш ҳарорати ва ҳ.к.) кузатиб боради ҳамда меъёрдан оғишларни аниқлаш учун CUSUM (кумулятив йиғинди) ва EWMA (экспоненциал вазнли ҳаракатланувчи ўртача) статистик усуллари кўллаиди [9]. Агентлар ўртасидаги маълумот алмашинуви ва марказий диагностика хулосасини шакллантириш MATLAB ва Python Bridge интерфейси орқали амалга оширилади – бу эса Python муҳитидаги машина ўрганиши кутубхоналаридан MATLAB симуляция муҳитида фойдаланиш имконини беради. Тармоқ хавфсизлиги ва маълумот алмашинуви хавфсизлигини таъминлаш борасида [12] да келтирилган ёндашувлардан фойдаланилди. Модул синтетик носозлик сценарийлари (тўсатдан ва аста-секин ривожланувчи носозликлар) асосида синовдан ўтказилиб, аниқлаш вақти (detection delay) ва ёлғон сигнал бериш даражаси (false alarm rate) кўрсаткичлари бўйича баҳоланади [9].

6. Модулларо интеграция ва якуний баҳолаш. Тўртта модулнинг чиқиш натижалари – ИСМ дан олинган тайёрлик кўрсаткичи, НСМ ва ХГМ биргаликдаги ишидан олинган навигация аниқлиги ва ҳалақитга бардошлилик кўрсаткичи, КСМ дан олинган носозликларни аниқлаш самарадорлиги – умумий маълумотлар шинаси орқали марказий бошқарув модулига узатилади ва муаллиф томонидан илгари таклиф этилган комплекс самарадорлик индекси (Е) таркибий қисмларини шакллантиришда фойдаланилади. Шу тариқа комплекс архитектура нафақат ҳар бир йўналишни алоҳида верификация қилиш, балки уларнинг ўзаро таъсирини яхлит ҳолда баҳолаш имконини беради.

Хулоса. Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, авиация радионавигация тизимларини тадқиқ қилиш учун MATLAB/Simulink асосидаги тўрт модулли (ИСМ, НСМ, ХГМ, КСМ) комплекс симуляция архитектураси таклиф этилди. Архитектуранинг асосий афзаллиги тўрт йўналишдаги (ишончлилик моделлаштириш, навигация интеграцияси, ҳалақитга бардошлиликни баҳолаш ва кўп агентли диагностика) илмий натижаларини ягона дастурий муҳитда, модулларо ўзаро таъсирни ҳисобга олган ҳолда верификация қилиш имконини беришидир.

Адабиётлар

1. Garg S., Garg S. Reliability analysis of communication systems using fault tree analysis. // International Journal of System Assurance Engineering and Management, 2020, Vol. 11, № 2. – P. 321–334.
2. Dhillon B.S. Engineering Systems Reliability, Safety, and Maintenance. – Boca Raton: CRC Press, 2017.
3. Rausand M., Bøhren I.B. Risk Assessment: Theory, Methods, and Applications. 2nd ed. – Hoboken: Wiley, 2021.
4. An Application of a Modified Beta Factor Method for the Analysis of Software Common Cause Failures. 2022. arXiv:2206.11321.
5. Groves P.D. Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems. 2nd ed. – Boston: Artech House, 2013.
6. Эшмуратов Д.Э., Элмуратов Т.Д., Тураева Н.М. Автоматизация обработки аэронавигационной информации на основе многоагентных технологий. // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации, 2022, Т. 25, № 1. – С. 65–76.
7. Eshmuradov D.E. et al. The Need To Use Geographic Information Systems In Air Traffic Control. // Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 2021, Vol. 12, № 7. – P. 1972–1976.
8. Humphreys T.E. Statement on the vulnerability of civil unmanned aerial vehicles and other systems to civil GPS spoofing. // University of Texas at Austin (Cockrell School of Engineering), 2012.
9. Montgomery D.C. Introduction to Statistical Quality Control. 8th ed. – Hoboken: Wiley, 2019.
10. The MathWorks, Inc. Navigation Toolbox User's Guide. Natick, MA: MathWorks, 2024.
11. The MathWorks, Inc. Aerospace Blockset User's Guide. Natick, MA: MathWorks, 2024.
12. Kudratov G., Eshmuradov D., Yadgarova M. General issues of protection of the backline computer networks. // Science and Innovation, 2022, Vol. 1, № 8. – P. 684–688.

OPTIKA VA UNING QONUNLARINING TURLI KASBLARDAGI AMALIY AHAMIYATI**Kadirimbetova Gulmira Rambergenovna** – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori*gulmira.kazhirimbetova.81@mail.ru*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti***ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОПТИКИ И ЕЁ ЗАКОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОФЕССИЯХ****Кади́римбе́това Гу́льмира Ра́мберге́новна** – *доктор философии по педагогическим наукам**Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза***PRACTICAL SIGNIFICANCE OF OPTICS AND ITS LAWS IN VARIOUS PROFESSIONS****Kadirimbetova Gulmira Rambergenovna** – *Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences**Nukus state pedagogical institute named after Ajiniyaz*

Tayanch soʻzlar: optika, nur, yorugʻlik, sinish qonuni, qaytish qonuni, linza, koʻzgular, lazer, axborot texnologiyalari, tibbiyot asboblari, sanoat, harbiy texnika.

Rezyume. Optika – nurning xossalari, toʻgʻri chiziqli tarqalishi, sochilishi, qaytishi, sinishi, interferensiyasi kabi jarayonlarni oʻrganadigan fizika boʻlimi sifatida qadim zamonlardan beri ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etib kelmoqda. Hayotimizda nur va yorugʻlikni kuzatmaydigan, undan foydalanmaydigan sohani deyarli topish qiyin. Optikaning asosiy qonun va nazariyalarini bilish va ulardan toʻgʻri foydalanish, nafaqat ilm-fanda, balki kundalik hayotda, tibbiyot, muhandislik, harbiy sohasi, axborot texnologiyalarida va yana koʻplab kasblarda muhim ahamiyatga ega.

Ключевые слова: оптика, свет, закон преломления, закон отражения, линза, зеркала, лазер, информационные технологии, медицинские приборы, промышленность, военная техника.

Резюме. Оптика – это раздел физики, изучающий свойства света, такие процессы, как прямолинейное распространение, рассеяние, отражение, преломление и интерференция, и имеющая научное и практическое значение с древних времен. Практически невозможно найти в нашей жизни область, где бы не наблюдался и не использовался свет. Знание основных законов и теорий оптики и их правильное применение важны не только в науке, но и в повседневной жизни, медицине, технике, военном деле, информационных технологиях и многих других профессиях.

Key words: optics, light, light, law of refraction, law of reflection, lens, mirrors, laser, information technology, medical devices, industry, military equipment.

Summary. Optics is a branch of physics that studies the properties of light, processes such as rectilinear propagation, scattering, reflection, refraction, and interference, and has been of scientific and practical importance since ancient times. It is almost difficult to find a field in our lives that does not observe and use light. Knowing the basic laws and theories of optics and using them correctly is important not only in science, but also in everyday life, medicine, engineering, the military, information technology, and many other professions.

Kirish. Fizika fanining optika boʻlimida bir nechta asosiy qonunlar mavjud. Nur toʻgʻri chiziqli tarqalishi, nurning qaytish qonuni, nurning sinish qonuni, optik asboblari orqali tasvir hosil qilish, yorugʻlik dispersiyasi, interferensiyasi va diffraksiyasi kabilar optikani chuqur oʻrganishda asosiy oʻrin tutadi. Ushbu qonunlar insoniyat taraqqiyoti uchun eng muhim ixtirolar va texnologiyalar negizini tashkil qiladi. Har bir qonunning amaliy tomoni esa turli kasb va sohalar faoliyatidan yorqin iz qoldirib kelmoqda. Tibbiyot kasbi optikasiz beqaror va noaniq soha boʻlib qolgan boʻlardi. Zamonaviy tibbiyotda tibbiy asbob va uskunalarining deyarli yarmi toʻgʻri yoki bilvosita optika qonunlariga suyanadi. Shifokorlar inson organizmining ichki tuzilishini koʻrish uchun endoskop, mikroskop, ultratovushli diagnostika va rentgen kabi uskunalaridan foydalanadi. Barcha zamonaviy jarrohlik yoki diagnostika jarayonida, masalan, operatsion mikroskoplar, oftalmologik jihozlar, tomografiya asboblari ham optikaning toʻgʻridan-toʻgʻri amaliyoti natijasidir. Tish shifokorlari ham bevosita optika qonunlariga asoslanadigan linzali lampalardan foydalanib, eng mayda nuqsonlarni koʻradi va sifatli davolash imkoniga ega boʻladi [1].

Mikroskop yordamida hujayralar va bakteriyalar strukturasi, organizmning ichki aʼzolari mikro va nano darajada tekshiriladi. Endoskop yordamida esa tana ichidagi eng nozik jarayonlarni tashxis qilish imkoniyati paydo boʻldi. Oftalmologlar esa nur sinishi qonuniga tayangan

holda bemor koʻzining kamchiliklarini aniqlaydi va mos linzalarni tavsiya qiladi. Qolaversa, koʻzi ojizlar uchun yaratilgan linzalar, lupparlar va nur bilan ishlaydigan boshqa koʻmakchi asboblari ham optika qonunlari asosida ishlab chiqiladi. Har qanday zamonaviy sanoat jarayonini optikasiz tasavvur qilish qiyin. Sifat nazorat qilish, mahsulotni toʻgʻri oʻlchash va tahlil qilishda lazer texnologiyalaridan keng foydalaniladi. Lazer stanoklari, chizish asboblari, xilma-xil lazer yordamida materiallarni qayta ishlash, oʻlchash, burgʻulash, kesish, markalash kabi murakkab ishlar optikaning asosiy nazariy va amaliy qonunlariga tayanadi. Zamonaviy sanoatda fibre-optik tizimlar yordamida yuqori tezlikdagi axborot uzatish, ishchi jarayonlarni boshqarish, masofadan monitoring qilish ishlari ham muvaffaqiyatli amalga oshmoqda [2].

Adabiyotlar tahlili va tadqiqot metodologiyasi.

Optika qonunlari yordamida ishlab chiqarilgan foto va video kameralar, mikroskoplar, proyektorlar, sensorli moslamalar hamishalik ishlab chiqarishda oʻz oʻrniga ega. Ishlab chiqarishda optik filtrlar, obyektivlar, linzalar, lyupalar orqali mahsulot sifati nazorat qilinadi va murakkab detallar qismlarga ajratiladi. Koʻplab oʻlchov, tekshiruv va muhofaza vositalari ham bevosita optikaning asosiy qonunlariga tayanadi. Optika harbiy texnikani rivojlantirishda anchayin katta turtki bergan boʻlimdir. Zamonaviy harbiy asbob-uskunalarda turli xil optik niqoblar, kuzatuv

qurilmalari, nishonga olish tizimlari, pufak va termik kameralardan foydalaniladi. Qurollar va razvedka vositalarida maxsus optik tizimlar yordamida eng uzoq masofalarni aniqlik bilan nazorat qilish imkoni yaratilgan. Termik va infraqizil kameralar, zamonaviy lazer nishonlar, tungi ko'rish moslamalari harbiy soha zamonaviy rivoji uchun muhim ahamiyatga ega.

Kecha va kunduzga qarab farqlovchi, kam yorug'lik va changli muhitda ham ish bera oladigan harbiy optik qurilmalar harbiy xodimlarning hayotini saqlab qolishda muhim rol o'ynaydi. Razvedka va kuzatuv asboblari, dron va robot texnikalari, masofaviy boshqaruv vositalari bu sohadagi optik asboblardan bog'liq. Qurollar va harbiy texnika uchun ishlab chiqilgan optik nishonlar, lazer kattalashtirgichlar, dioptrik ko'zgular, prizmalar harbiy maqsadlar uchun yetakchi texnologiya hisoblanadi.

Muhokama va natijalar. Hozirgi kunda axborot texnologiyalari taraqqiyotining eng asosiy omillaridan biri optik tolali aloqa tizimlaridir. Internet, telefon, televizor, foto va video uzatish, interaktiv xizmatlar – barchasi optik tolalar yordamida amalga oshiriladi. Optik tolali kabellar, zarracha kattalikdagi lazer diodlari, to'liq uzunligi va yorug'lik tezligi yordami bilan axborot bir vaqtning o'zida minglab joylarga uzatiladi. Optik tolali tizimlar orqali axborot uzatish tezligi va ishonchligi an'anaviy elektr tarmoqlariga nisbatan yuz barobar yuqori. Media va kommunikatsiya sohasida qabul qiluvchi va uzatuvchi qurilmalardagi linzalar va prizmalar, zamonaviy kameralar va proyektorlardagi murakkab optik tizimlar yuqori sifatli tasvir va tovush uzatish uchun xizmat qilmoqda. Televizorlar, fotoapparatlar, videokameralar, panjara proyektorlari orqali tasvirni aniq va tiniq olish uchun optikaning asosiy qonunlari keng qo'llaniladi. So'nggi yillarda kino va televideniya kompyuter grafikasi, maxsus effektlar ham nur matematikasi va aks ettirish qonunlari asosida yaratiladi.

Arxitektorlar va dizaynerlar uchun nur bilan ishlash va uni to'g'ri yo'naltirish muhim ahamiyatga ega. Binolarni tabiiy yoritish, binoning ichki makonida keng va yorqin joy yaratish, oynali devorlar va yoritish elementlari yordamida nur sochilishini moslashtirish optikaning asosi sanaladi. Shisha va linzali konstruksiyalar yordamida nur sharoitini optimallashtirish, shuningdek, ko'z ilg'aydigan yorug'lik va soya effektlaridan ijodiy foydalanish bu sohada eng zamonaviy yondashuvga aylangan. Rang, soya, yorug'lik va kontrastni hisobga olgan holda ichki va tashqi makonni dizayn qilish optika qonunlarisiz imkonsiz. Yoritish texnikalarini loyihalash, binoning fasadini o'ziga xos qilish, marketingda tovarga to'g'ri yoritish berish – barchasi optik xarakterdagi bilim va texnologiyalar natijasidir. Binolarda energiya tejovchi oynalar, ko'zgular, nur sindirish xususiyatiga ega konstruksiyalar atrof-muhitni optimallashtirish va energiyani tejashda salmoqli yutuqlarga olib keldi [4].

Geodeziyada har bir masofa va balandlikni to'g'ri o'lchash, harakatni aniqlash optik asboblardan, masalan, teodolit, takhimetriya va lazerli masofani o'lchash moslamalari orqali amalga oshiriladi. Bu orqali qurilish nuqtayi nazaridan eng murakkab rejalarni poka va ishona oladigan natijalar bilan amalga oshirish imkoni paydo bo'ladi. Astronomiya sohasida esa zamonaviy teleskoplar, radio va kosmik kuzatuv asboblari, professional fotokameralar bilan fazodagi jismlarni aniqlik bilan ko'rish

imkoniyati yaratildi. Optikaning ushbu sohada tatbiq qilinishi natijasida Oydagi toshlar tuzilishi, sayyoralarining aylanish trayektoriyasi, Quyosh va yulduzlarning harorati va massasi haqidagi aniqlik yuqori bo'lgan ma'lumotlarni olish mumkin bo'ldi. Fazoviy optik tizimlar yordamida astronomlar nafaqat tasvir oladi, balki yorug'lik spektrini tahlil qilib, jismlarning tarkibini ham aniqlaydi. Sputnik va kosmik kemalarning aniq harakatini kuzatish, tadqiqotlar olib borishda ham optik tizimlarning o'rni beqiyos. Optik qonunlar fizika o'qitish tizimida muhim bo'limlardan biri sifatida keng tarqalgan. Bu qonunlarni o'rgatish orqali o'quvchilar nur, tasvir, aks, yorug'lik hodisalarini hayotda, kundalik maishiy ish va kasbiy faoliyatda qanday fanga tatbiq etilishini o'rganadi. O'quvchilar laboratoriya mashg'ulotlari davomida oddiy ko'zgu yoki linzalardan foydalanib, tasvir qanday hosil bo'lishini, yorug'lik qanday sinishini amalda ko'radi va o'z mulohazalarini amalga oshiradi. Optikaning asosiy qonunlarini to'g'ri o'rgatishda fanlararo yondashuv, dolzarb misollar, amaliy mashg'ulotlar asosiy ahamiyat kasb etadi. O'quvchilar nur sindirish, aks ettirish, diffuziya, interferensiyaning hayotiy misollarini bilgan holda, optika qonunlarini fanlar orqali mustahkamlaydi. Tadqiqotchilar esa optika yordamida yangi ilmiy asbob-uskunalar loyihalayapti, zamonaviy vositalar kashf qilinyapti, ilm-fan taraqqiyoti uchun yangi ufqlar ochilmoqda.

Zamonaviy san'at asarlari va madaniyatda yorug'lik, rang va soya kombinatsiyasi asarlar ko'rinishini o'zgartirib yuborishi mumkin. Tasviriy san'at ustalari, suratlashlar, kino va televideniya rassomlari optika qonunlari yordamida yorug'lik va soya to'g'ri tanlanishini ta'minlaydi. Yorug'lik intensivligini, nur taqsimotini, ranglar uyg'unligini, tasvir yaxlitligi va kontrastini yaratishda optika asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi. San'at asarlarida optika qonunlarini qo'llash, xususan, perspektiva va optik illuziya yaratish orqali tomoshabin ongiga kuchli ta'sir o'tkazadi. Binolarda va jamoat joylarida yorug'lik dizayniga e'tibor berish, haykallar va suratlarda soya-yorug'lik nisbatlarini hisoblash san'at va texnika juftlashgan eng yorqin holatdir. Tasviriy san'atda rang va nurning o'zaro ta'siri asosida optik effektlar yaratish, muhit va fazoni zamonaviy talablarga moslashtirish bo'yicha ishlar olib boriladi. Tibbiy optikalar yordamida avtomobilchilar baxtsiz hodisalarning oldini olish, xavfsiz harakat me'yorlarini bajarish, tezlik va masofani aniq o'lchash, yoritilgan muhitda harakat qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Avtomobillarni ishlab chiqarishda foydalaniladigan lazerli robotlar, xavfsizlik asboblari, parvozlar uchun optik sezgichlar optika qonunlari natijasi sifatida namoyon bo'ladi. Aviatsiya va kosmonavtikada har qanday texnika va qurilmaning xavfsiz va aniq ishlashi optika qonunlariga asoslanadi. Samolyot, raketa, dron va sun'iy yo'ldoshlarni boshqarishda masofaviy boshqaruv, navigatsiya va kuzatuv tizimlari optik datchik va linzalarga tayanadi. Kosmik kemalarda optik qabul qiluvchilar yordamida fazodagi jismlarni aniqlash, navigatsiya va boshqaruvda yordamchi mexanizmlar o'rnatiladi. Kosmonavtlar va uchuvchilar uchun yaratilgan boshqaruv jihozlarning aniq ishlashi, ulardagi ko'ruv va diagnoz vositalari, zamonaviy himoya asboblari – barchasi optik yondashuv asosida ishlab chiqiladi. Samolyot oynalari, linzalar sinishi va yoritish qoidalariga bo'ysunadi. Kosmonavtika sohasida optikaning zamonaviy texnik qurollari qisqa vaqt mobaynida uzoq

masofalarga aniq ma'lumot yetkazish va muhitni sifatli o'rganish imkonini beradi [5].

Xulosa. Optika va uning qonunlari ilmiy-amaliy faoliyatning zamonaviy taraqqiyoti uchun eng fundamental va universal fan hisoblanadi. Hayotimizda tasvir, nur va yorug'lik, ko'rinish, axborot uzatish va ilmiy tadqiqotning har bir sohasida optik qonunlarning ishonchli va samarali ishlashini ko'rishimiz mumkin. Optika tibbiyot, sanoat, qurilish, texnika, harbiy soha, axborot-kommunikatsiya, san'at, muhandislik, transport va ko'plab boshqa kasblarda eng muhim tayanch fanga aylangan. Optika qonunlarini

to'g'ri o'zlashtirish va amaliyotga tatbiq eta olish zamonaviy ixtirolar, yuqori texnologiyalar, ishonchli va tezkor axborot almashinuvi, xavfsiz hayot tarzini tashkil etishda muhim rol o'ynaydi. Optikaning asosiy nazariya va tajribasi, o'quvchilarga zamon talablariga mos intellekt va tafakkur, kasblar bo'yicha yetakchilik qilish, innovatsion yangiliklarni o'z vaqtida qabul qilish va to'g'ri yo'naltirish ko'nikmasini beradi. Hayotning deyarli har bir jabhasida optika qonunlaridan unumli va samarali foydalanish nafaqat taraqqiyotimiz, balki kelajagimiz uchun ham muhim kafolatdir.

Adabiyotlar

1. Musurmonova Sh., Toirova M. "Optika bo'limi Fizika darslik 10-sinf". – Toshkent: "O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi nashriyoti". 2022.
2. Nova V., Hamidov A. "Amaliy optika asoslari" – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2021.
3. Pedagogik fizika. Mualliflar jamoasi. – Toshkent: "Yangi asr avlodi", 2020.
4. Zaytsev B.P., Raximov I. "Optikada asosiy qonunlar va texnika", – Toshkent: Fizika-matematika, 2018.
5. "O'zbekiston milliy ensiklopediyasi", – Toshkent: "O'zbekiston milliy ensiklopediyasi" davlat ilmiy nashriyoti. 2020.

UDK: 517.54

DURÍS ÚSHMÚYESHLIKTİŇ SİRTQÍ OBLASTÍNA KONFORM SÁWLELENDIRIW

Kalbaev Sultanbek Nazerbaevich – *assistent oqıtıwshı*

kalbayev.96@mail.ru

Jaksibaev Sultanbek Amangeldi ulı – *magistrant*

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

КОНФОРМНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ НА ВНЕШНОСТЬ ПРАВИЛЬНОГО ТРЕУГОЛЬНИКА

Калбаев Султанбек Назербаевич – *ассистент преподаватель*

Джаксыбаев Султанбек Амангельдиевич – *магистрант*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

CONFORMAL MAPPING ONTO THE EXTERIOR OF A REGULAR TRIANGLE

Kalbaev Sultanbek Nazerbaevich – *assistant teacher*

Jaksibaev Sultanbek Amangeldi ulı – *master's student*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: konform akslantirish, Kristoffel-Shvars integrali, muntazam uchburchak, sohaning tashqi ko‘rinishi, logarifmik sig‘im, konform radius, transfiniit diametr, gamma-funksiya, kompleks tekislik, ideal suyuqlik oqimi, potensial nazariyasi.

Rezyume. Maqolada birlik doira tashqarisidagi sohaning ($|z| > 1$ oblastin) teng tomonli uchburchak tashqarisidagi sohaga (chegaralanmagan sohaga) konform akslantirilishi o‘rganiladi. Akslantirish funksiyasi Kristoffel-Shvars integralining tashqi soha uchun mo‘ljallangan ko‘rinishi yordamida keltirib chiqariladi, darajali qatorga yoyiladi va uning xossalari tahlil qilinadi. Uchburchakning logarifmik sig‘imi (konform radiusi) $\Gamma(1/3)$ transsendent o‘zgarma miqdor – orqali ifodalanishi ko‘rsatiladi: $R/C = \frac{2}{3} B(2/3, 2/3) = \frac{8\pi^2}{3\Gamma(1/3)^3} \approx 1.3689$. Amaliy tatbiq sifatida uchburchak atrofida ideal

suYuqlik oqimi tasvirlanadi. Tadqiqotda kompleks o‘zgaruvchili funksiyalar geometrik nazariyasi, Kristoffel-Shvars integrali, qatorga yoyish va kompyuter vizualizatsiyasi usullaridan foydalaniladi.

Ключевые слова: конформное отображение, интеграл Кристоффеля–Шварца, правильный треугольник, внешность области, логарифмическая ёмкость, конформный радиус, трансфинитный диаметр, гамма-функция, комплексная плоскость, течение идеальной жидкости, теория потенциала.

Резюме. В статье рассматривается конформное отображение внешности единичного круга (области $|z| > 1$) на внешность (неограниченную область) правильного треугольника. Отображающая функция выводится с помощью внешней формы интеграла Кристоффеля–Шварца, разлагается в степенной ряд, и анализируются её свойства. Показано, что логарифмическая ёмкость (конформный радиус) треугольника выражается через трансцендентную постоянную $\Gamma(1/3)$: $R/C = \frac{2}{3} B(2/3, 2/3) = \frac{8\pi^2}{3\Gamma(1/3)^3} \approx 1.3689$. В качестве физического приложения проиллюстриро-

вано течение идеальной жидкости, обтекающей треугольник. В исследовании использованы методы геометрической теории функций комплексного переменного, интеграл Кристоффеля–Шварца, разложение в ряд и компьютерная визуализация.

Key words: conformal represcuting, Christoffel–Schwarz integral, regular triangle, exterior domain, logarithmic capacity, conformal radius, transfinite diameter, gamma function, complex plane, ideal fluid flow, potential theory.

Summary. This article considers the conformal mapping of the exterior of the unit disk (the domain $|z| > 1$) onto the exterior (unbounded) domain of a regular triangle. The mapping function is derived using the exterior form of the Christoffel–Schwarz integral, expanded into a power series, and its properties are analysed. It is shown that the logarithmic capacity (conformal radius) of the triangle is expressed through the transcendental constant $\Gamma(1/3)$:

$R/C = \frac{2}{3} B(2/3, 2/3) = \frac{8\pi^2}{3\Gamma(1/3)^3} \approx 1.3689$. As a physical application, the ideal fluid flow past the triangle is illustrated. The

study employs methods of the geometric theory of functions of a complex variable, the Christoffel–Schwarz integral, series expansion, and computer visualization.

Kirisiw. Konform sáwlelendiriwler kompleks analizdiń eń kúshli qurallarınan biri bolıp, quramalı formalı oblastlardı esaplawǵa qolaylı ápiwayı oblastlarǵa (dóńgelek yamasa yarım tegislik) keltiriwge múmkinshilik beredi. Kópmúyeshlik formalı oblastlar ushın bunday sáwlelendiriw Kristoffel-Shvarc integralı arqalı ámelge asırıladı. Bul formula 1867-jılı E.B.Kristoffel hám 1869-jılı G.A.Shvarc tárepinen gárezsiz túrde alınǵan. Ol házirgi waqıtta gidrodinamika, elektrostatika hám jıllılıq ótkizgishlik teoriyasınıń tiykarǵı máselelerin sheshiwde keń qollanıladı.

Kristoffel-Shvarc integralınıń kópmúyeshlik ishine sáwlelendiriwshi (ishki) túri jaqsı úyrenilgen. Biraq, kóp fizikalıq máselelerde – misalı, deneni aylanıp aǵıwshı aǵıstı yamasa zaryadlangan ótkizgishtıń sırtındaǵı maydandı esaplawda – kópmúyeshliktiń sırtqı (shegaralanbaǵan) oblastına sáwlelendiriw talap etiledi. Sırtqı sáwlelendiriw ishki jaǵdaydan eki tiykarǵı ózgeshelikke iye: dáreje kórsetkishleri burılıs múyeshlerine aylanadı hám sheksizliktiń durıs sáwleleniwini ($F(\infty) = \infty$) támiyinlewshi qosımsha kóbeytiwshi payda boladı. Sonıń menen birge,

sırtqı sáwlelendiriwdiń bas koefficienti oblasttıń logarifmlik sıyımlılıǵın (konform radiusın) beredi – bul potencial teoriyasınıń áhmiyetli shaması.

Jumistıń maqseti – birlik dóńgelektiń sırtın durıs úshmúyeshliktiń sırtqı oblastına konform sáwlelendiriwshi funkciyanı Kristoffel-Shvarc integralı járdeminde keltirip shıǵarıw, onı dárejeli qatarǵa jayıw, úshmúyeshliktiń sıyımlılıǵın $\Gamma(1/3)$ turaqlısı arqalı ańlatıw hám nátiyjeni ideal sıyılıq aǵısı mısasında kórsetiw bolıp tabıladı. Izertlewde kompleks ózgeriwshili funkciyalar geometriyalıq teoriyasınıń usılları, Kristoffel-Shvarc integralı, qatarǵa jayıw hám kompyuterlik vizualizaciya usılları qollanıldı.

Kristoffel-Shvarc formulası hám onıń sırtqı túri

Kristoffel-Shvarc teoreması boyınsha, joqarı yarım tegislikti (yamasa birlik dóńgelekti) tóbelindegi ishki múyeshleri $\alpha_k \pi$ bolǵan kópmúyeshliktiń ishine sáwlelendiriwshi funksiya tómendegishe ańlatıladı:

$$f(z) = c_1 \int \prod_{k=1}^n (\zeta - a_k)^{\alpha_k - 1} d\zeta + c_2 \quad (1)$$

Bul jerde a_k — tóbelardıń proobrazları, c_1, c_2 — kompleks turaqlılar. Kópmúyeshliktiń sırtqı oblastına sáwlelendiriw ushın bul formula eki jaǵınan ózgeredi: dáreje kórsetkishleri ishki múyeshiń ornına sırtqı (burılıs) múyeshine — $\alpha_k - 1$ ornına $1 - \alpha_k$ ge — aylanadı, hám sheksizliktiń durıs sáwleleniwini ($F(\infty) = \infty$) támiyinlew ushın qosımsha ζ^{-2} kóbeytiwshi payda boladı:

$$F(z) = c_1 \int \prod_{k=1}^n \left(1 - \frac{a_k}{\zeta}\right)^{1 - \alpha_k} d\zeta + c_2 \quad (2)$$

Bul formula $F(z) = c_1 \int \zeta^{-2} \prod_k (\zeta - a_k)^{1 - \alpha_k} d\zeta + c_2$

kórinisine teń — bul jerdegi ζ^{-2} kóbeytiwshi hám onı dáreje kórsetkishi sırtqı jaǵdaydıń ishki jaǵdaydan tiykarǵı ayırmasılıǵı bolıp tabıladı.

Durıs kópmúyeshliktiń sırtı

Durıs n -múyeshlikte hár bir sırtqı múyesh (burılıs múyeshi) $1 - \alpha_k = 2/n$ ge teń. Tóbelardıń proobrazları — birlik túbirler $a_k = e^{2\pi i k/n}$, olar ushın $\prod_k (1 - a_k / \zeta) = 1 - \zeta^{-n}$. Sonlıqtan sırtqı sáwlelendiriw formulası durıs kópmúyeshlik ushın tómendegi ápiwayı kóriniske keledi:

$$F(z) = C \int (1 - \zeta^{-n})^{2/n} d\zeta \quad (3)$$

$n = 3, 4, 5, 6$ mánislerinde sáykes úshmúyeshlik, tórtmúyeshlik, besmúyeshlik hám altımúyeshliktiń sırtı payda boladı. n sheksiz artqanda $(1 - \zeta^{-n})^{2/n} \rightarrow 1$, $F(z) \rightarrow Cz$, yaǵnıy sáwlelendiriw sheńberdiń sırtına (birdey aǵısqa) aylanadı.

Durıs úshmúyeshliktiń sırtına sáwlelendiriw

$n = 3$ jaǵdayında dáreje kórsetkishi $+2/3$ ge teń boladı (ishki jaǵdaydaǵı $-2/3$ ten ayırmasılıǵına itibar berin), al proobrazlar — ushten bir birlik túbirler $1, \omega, \omega^2$, bul jerde $\omega = e^{2\pi i/3}$. Bul túbirler ushın $(\zeta - 1)(\zeta - \omega)(\zeta - \omega^2) = \zeta^3 - 1$. Sonlıqtan:

$$F(z) = C \int \sqrt[3]{(1 - \zeta^{-3})^2} d\zeta \quad (4)$$

Bul funksiya elementar emes. Integral astındaǵı funkciyanı Nyuton binomı boyınsha ζ^{-1} dárejeleri boyınsha jayamız:

$$(1 - \zeta^{-3})^{2/3} = 1 - \frac{2}{3}\zeta^{-3} - \frac{1}{9}\zeta^{-6} - \frac{4}{81}\zeta^{-9} - \frac{7}{243}\zeta^{-12} - \dots$$

aǵzama-aǵza integrallap, sırtqı sáwlelendiriwshi funkciyanıń qatarın alamız ($|z| > 1$ de jıyanaqlı):

$$F(z) = C \left(z + \frac{z^{-2}}{3} + \frac{z^{-5}}{45} + \frac{z^{-8}}{162} + \frac{7z^{-11}}{2673} + \dots \right) \quad (5)$$

Sıyımlılıq (konform radius) ham Γ turaqlısı

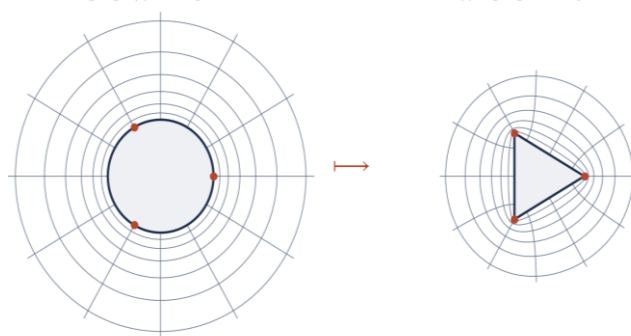
Sheksizlik átirapında $F(z) = Cz + \dots$ bolǵanlıqtan, C turaqlısı úshmúyeshliktiń logarifmlik sıyımlılıǵın (konform radiusın) bildiredi — bul potencial teoriyasınıń tiykarǵı shaması. Tóbeniń obrazı $F(1)$ hám sıyımlılıq C arasındaǵı qatnas beta-funksiya arqalı dál ańlatıladı:

$$\frac{R}{C} = \frac{2}{3} B\left(\frac{2}{3}, \frac{2}{3}\right) = \frac{8\pi^2}{3\Gamma(1/3)^3} \approx 1.3689 \quad (6)$$

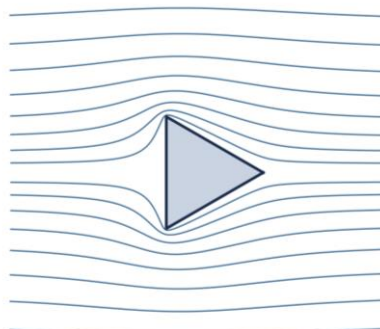
Bul jerde R — úshmúyeshliktiń sırtına sızilǵan sheńberdiń radiusı. Demek, úshmúyeshliktiń sıyımlılıǵı $C = \frac{3\Gamma(1/3)^3}{8\pi^2} R \approx 0.7305R$. Kórip turǵanıımızday, ishki jaǵdaydaǵıday, sırtqı jaǵdayda da nátiyje $\Gamma(1/3)$ transcendent turaqlısı arqalı ańlatıladı: ishki jaǵdayda $\int_0^1 (1-t^3)^{-2/3} dt = \frac{1}{3} B(1/3, 1/3) = \frac{\Gamma(1/3)^3}{2\sqrt{3}\pi} \approx 1.7666$, sırtqı jaǵdayda bolsa $B(2/3, 2/3)$ payda boldı. Bul $\Gamma(1/3) \approx 2.6789$ turaqlısı analizde keń ushırasadı.

z -tegisligi: $|z| > 1$ (dóńgelek sırtı)

$w = F(z)$ -tegisligi: úshmúyeshlik sırtı



1-súwret. Birlik dóńgelektiń sırtın ($|z| > 1$) durıs úshmúyeshliktiń sırtqı oblastına konform sáwlelendiriw. Sol tárepte — z -tegisliktegi sırtqı polyar tor; oń tárepte — sonıń $w = F(z)$ astındaǵı obrazı.



2-súwret. Durıs úshmúyeshlikti aylanıp ağıwshı ideal suyıqlıqtıń ağıs sızıqları (F arqalı esaplangan). Sızıqlar sheksizlikte birdey ağısqa aylanıp, deneni tegis orap ótedi.

Maǵlıwmat ushin: Sırtqı Kristoffel-Shvarc sáwlelendiriwi deneni aylanıp ağıwshı ağıstı (aerodinamikada — profillerdi aylanıp ağıw, Jukovskiy teoriyası), zaryadlangan ótkizgish kópmúyeshliktiń sırtındaǵı elektrostatikalıq maydandı hám jıllılıq tarqalıwın esaplawda qollanıladı. Sıyımlılıq shaması C bul máselelerde deneniń elektrostatikalıq sıyımlılıǵı menen tıǵız baylanıslı.

Juwmaq. Bul jumısta birlik dóńgelektiń sırtın durıs úshmúyeshliktiń sırtqı oblastına konform sáwlelendiriwshi funkciya Kristoffel-Shvarc integralınıń sırtqı túri járdeminde alındı hám dárejeli qatarǵa jayıldı. Úshmúyeshliktiń logarifmlik sıyımlılıǵı (konform radiusı) $\Gamma(1/3)$ transcendent turaqlısı arqalı dál ańlatıldı:

$$R/C = \frac{2}{3} B(2/3, 2/3) = \frac{8\pi^2}{3\Gamma(1/3)^3} \approx 1.3689.$$

Alınǵan nátiyjeler deneni aylanıp ağıwshı ideal suyıqlıq ağısı misalında kórsetildi. Usı usıl qálegen durıs kópmúyeshliktiń sırtına sáwlelendiriwge de qollanıladı.

Ádebiyatlar

1. Иванов В.И., Попов В.Ю. Конформные отображения и их приложения. – Москва: Едиториал УРСС, 2002.
2. Шабат Б.В., Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного. – Москва: «Наука», 1987.
3. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной. – Москва: «Физматлит», 1999.
4. Голузин Г.М. Геометрическая теория функций комплексного переменного. – Москва: «Наука», 1966.

EFFECT OF SURFACE DEAD-LAYER QUENCHING ON THE THIRD-ORDER NONLINEAR OPTICAL PROPERTIES OF NANOPARTICLES

Koraboev Kamoliddin Abdushukurovich – assistant teacher

qkamoliddin956@gmail.com

University of Geological Sciences

NANOZARRACHALARNING UCHUNCHI TARTIBLI NOCHIZIQLI OPTIK XUSUSIYATLARIGA “SIRT QATLAM” SO‘NDIRISH HODISASINING TA’SIRI

Qoraboyev Kamoliddin Abdishukurovich – assistant o‘qituvchi

Geologiya fanlari universiteti

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ГАШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМ «МЁРТВЫМ СЛОЕМ» НА НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА НАНОЧАСТИЦ

Корабоев Камолитдин Абдишукурович – ассистент преподаватель

Университет геологических наук

Tayanch so‘zlar: vodorodsimon yaqinlashuv, eksiton energiyasi, uchinchi tartibli nochiziqli optik kirituvchanlik, CdSe kvant nuqtalari, kaskadli virtual o‘tishlar, sirt o‘lik qatlami, kvant chegaralanish.

Rezyume. CdSe kvant nuqtalarining uchinchi tartibli nochiziqli optik kirituvchanligi ($\chi^{(3)}$) bo‘yicha nazariya (R kamayishi bilan monoton o‘shish) va tajriba $R < 2 \text{ nm}$ da keskin so‘nish) o‘rtasidagi tafovutni bartaraf etish uchun Boyd, Brus modellari va sirt “o‘lik qatlami” korrektsiyasini birlashtiruvchi analitik model taklif etiladi. Model $\chi^{(3)}(R)$ ning monoton bo‘lmagan bog‘liqligini va optimal radiusni $R_{opt} \approx 2.5 \text{ nm}$ bashorat qiladi; hisoblangan qiymatlar ($10^{-20} - 10^{-22} \text{ m}^2/\text{V}^2$) CdSe/ZnS-MOF nazariy bahosi va CdTe DFWM o‘lchovlari bilan tartib darajasida mos keladi, alohida (izolyatsiyalangan) kolloid CdSe kvant nuqtalari uchun Z-scan o‘lchovi bilan esa ikki tartibgacha farqlanadi.

Ключевые слова: водородоподобное приближение, энергия экситона, нелинейная оптическая восприимчивость третьего порядка, квантовые точки CdSe, каскадные виртуальные переходы, поверхностный мёртвый слой, квантовое ограничение.

Резюме. Для устранения расхождения между теорией, предсказывающей монотонный рост кубической нелинейной оптической восприимчивости ($\chi^{(3)}$) квантовых точек CdSe при уменьшении радиуса R, и экспериментом, показывающим резкое гашение при $R < 2 \text{ nm}$, предложена аналитическая модель, объединяющая формализмы Бойда и Бруса с поверхностной поправкой «мёртвого слоя». Модель предсказывает немонотонную зависимость $\chi^{(3)}(R)$ и оптимальный радиус $R_{opt} \approx 2.5 \text{ nm}$, при котором восприимчивость максимальна. Расчётные значения ($10^{-20} - 10^{-22} \text{ м}^2/\text{В}^2$) согласуются по порядку величины с теоретической оценкой для CdSe/ZnS-MOF и измерениями CdTe методом DFWM, а с единственным прямо сопоставимым Z-скан измерением для изолированных коллоидных квантовых точек CdSe расходятся на два порядка.

Key words: hydrogen-like approximation, exciton energy, third-order nonlinear optical susceptibility, CdSe quantum dots, cascaded virtual transitions, surface dead layer, quantum confinement.

Summary. To resolve the discrepancy between theory, which predicts a monotonic increase of the third-order nonlinear optical susceptibility ($\chi^{(3)}$) of CdSe quantum dots as the radius R decreases, and experiment, which shows sharp quenching below $R < 2 \text{ nm}$, an analytical model combining the Boyd and Brus formalisms with a surface “dead-layer” correction is proposed. The model predicts a non-monotonic $\chi^{(3)}(R)$ dependence and an optimal radius $R_{opt} \approx 2.5 \text{ nm}$ at which the susceptibility is maximal. The computed values ($10^{-20} - 10^{-22} \text{ m}^2/\text{V}^2$) are in order-of-magnitude agreement with the CdSe/ZnS-MOF theoretical estimate and CdTe DFWM measurements, and are within two orders of magnitude of the single directly comparable Z-scan measurement on isolated colloidal CdSe quantum dots.

Introduction. CdSe quantum dots are a promising material for optical switching and photonic devices owing to their size-dependent band gap and pronounced third-order nonlinear optical susceptibility ($\chi^{(3)}$) [1, 2]. According to quantum-confinement theory, $\chi^{(3)}$ should increase monotonically as the particle size decreases [2, 4]; however, experiments show that below $R < 2 \text{ nm}$ the susceptibility drops sharply instead of the expected increase [12, 17]. This discrepancy is attributed to non-stoichiometric defects, dangling bonds, and non-radiative recombination centers at the quantum-dot surface [12]: as the surface-to-volume ratio grows, excitons increasingly decay non-radiatively. Existing models – including Boyd’s multiphoton virtual-transition formalism [1] – do not account for such surface effects and therefore diverge sharply from experiment at small sizes. The aim of this

work is to develop a model that, for the first time, self-consistently combines Brus’s exciton-energy model [2], Boyd’s cascaded virtual-transition formalism [1], and a phenomenological “dead-layer” correction describing non-radiative surface quenching, in order to predict the non-monotonic dependence of $\chi^{(3)}$ on the quantum-dot radius and to determine the optimal radius (R_{opt}).

Theoretical framework.

Hydrogen-like approximation: perturbation-theory calculation for an alkali-metal (Na) atom. To test the reliability of the model, the sodium (Na) atom is first considered within the hydrogen-like approximation: its single 3s valence electron allows it to be treated analogously to the hydrogen atom [3, 5]. The wavefunction is expanded in a perturbation series, $\psi_n(\vec{r}, t) = \psi^{(0)}(\vec{r}, t) + \lambda\psi^{(1)}(\vec{r}, t) + \lambda^2\psi^{(2)}(\vec{r}, t) + \dots$, driven by the

field-dependent Hamiltonian $\hat{H} = \hat{H}_0 + \lambda \hat{V}(t)$. Substituting into the time-dependent Schrödinger equation and collecting terms of matching order gives the third-order induced polarization: $\langle \hat{p}^{(3)} \rangle = \langle \psi^{(0)} | \hat{\mu} | \psi^{(3)} \rangle + \langle \psi^{(1)} | \hat{\mu} | \psi^{(2)} \rangle + \langle \psi^{(2)} | \hat{\mu} | \psi^{(1)} \rangle + \langle \psi^{(3)} | \hat{\mu} | \psi^{(0)} \rangle$ from which Boyd's expression for the third-order nonlinear optical susceptibility (TONS) follows after summing over the intermediate states [1]:

$$\chi_{Boyd}^{(3)}(\omega) = \frac{N}{\varepsilon_0 \hbar^3} \sum_{mnv} \mu_{gv} \mu_{vn} \mu_{nm} \mu_{mg} \times \left[\frac{1}{(\omega_{vg} - 3\omega)(\omega_{ng} - 2\omega)(\omega_{mg} - \omega)} + \frac{1}{(\omega_{vg} + \omega)(\omega_{ng} - 2\omega)(\omega_{mg} - \omega)} + \frac{1}{(\omega_{vg} + \omega)(\omega_{ng} + 2\omega)(\omega_{mg} - \omega)} + \frac{1}{(\omega_{vg} + \omega)(\omega_{ng} + 2\omega)(\omega_{mg} + 3\omega)} \right] \quad (1)$$

where the level energies are found from the quantum-defect correction (Δ): $E_{g,l} = -\gamma^2 \frac{m_e Z^2 e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{(g-\Delta)^2}$. [4].

The computed TONS value is compared with literature data in Table 1 (Section 3.1); this benchmark confirms that the formalism performs correctly before it is applied to quantum dots in the following sections.

Brus model: size dependence of the exciton energy. The dependence of the exciton energy on the quantum-dot radius (R) is described by Brus's effective-mass model [2]:

$$E_{exc}(R) = E_g^{bulk} + \frac{\hbar^2 \alpha_{nl}^2}{2m_e R^2} + \frac{\hbar^2 \alpha_{1S}^2}{2m_h R^2} - \frac{1.786e^2}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r^{CdSe} R} \quad (2)$$

where E_g^{bulk} is the bulk band gap, α_{nl} is the n -th zero of the spherical Bessel function of order l (1S: π , 1P: 4.4934, 1D: 5.7635, 2S: 2π), m_e , m_h are the electron and hole effective masses, and ε_r , ε_0 are the dielectric permittivities. The three terms represent competition between the bulk gap, geometric confinement ($1/R^2$), and Coulomb attraction ($1/R$). In Eq. (2) the confinement index α_{nl} labels the level (1S, 1P, 1D, 2S) to which the electron is promoted, while the hole is assumed to remain in its lowest 1S state for all four levels; this simplification is physically reasonable because the heavier, more tightly confined hole contributes comparatively little to the energy dispersion, and it is adopted throughout the level energies reported in Table 2. The resulting level energies (1S, 1P, 1D, 2S) determine the Boyd resonance frequencies (ω_{ij}) used in Section 2.3 and provide the physical basis for the calculations in Section 3.3: the spacing between levels sets the radius at which $\chi^{(3)}$ is maximal. For CdSe, the Bohr exciton radius is $a_B \approx 5.4$ – 5.6 nm [7, 8].

Multiphoton virtual-transition quantum formalism. The frequency dispersion is described using Boyd's multiphoton virtual-transition model [1]: a four-step cascade ($|g\rangle \rightarrow |n\rangle \rightarrow |m\rangle \rightarrow |v\rangle \rightarrow |g\rangle$) obeying the dipole selection rule ($\Delta l = \pm 1$); for CdSe this rule is realized as the cascades $1S \rightarrow 1P \rightarrow 1D$ or $1S \rightarrow 1P \rightarrow 2S$. The level energies found in Section 2.2 set the resonance condition through $\omega_{ij} = (E_i - E_j/\hbar)$. For an idealized nanoparticle:

$$\chi_{CdSe}^{(3)}(\omega) = \frac{N}{\varepsilon_0 \hbar^3} [Z_1(\omega) + Z_2(\omega)] \quad (3)$$

where N is the quantum-dot concentration, ε_0 is the vacuum permittivity, and $Z_1(\omega)$, $Z_2(\omega)$ are two coherent (cascaded) transition pathways, $g \rightarrow 1S \rightarrow 1P \rightarrow 1D \rightarrow g$ and $g \rightarrow 1S \rightarrow 1P \rightarrow 2S \rightarrow g$ respectively:

$$Z_1(\omega) = \frac{\mu_{01}^2 \mu_{1S-1P} \mu_{1P-1D}}{(\omega_{1D} - 3\omega - i\Gamma)(\omega_{1P} - 2\omega - i\Gamma)(\omega_{1S} - \omega - i\Gamma)} \quad Z_2(\omega) = \frac{\mu_{01}^2 \mu_{1S-1P} \mu_{1P-2S}}{(\omega_{2S} - 3\omega - i\Gamma)(\omega_{1P} - 2\omega - i\Gamma)(\omega_{1S} - \omega - i\Gamma)}$$

When the frequencies match resonance, $\chi_{CdSe}^{(3)}(\omega)$ increases sharply. The calculations of Sections 3.3–3.4 use a QD number density $N = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, typical of dilute colloidal CdSe solutions [12], and a phenomenological dephasing rate $\Gamma = 5 \times 10^{12} \text{ s}^{-1}$ ($\hbar\Gamma \approx 3 \text{ meV}$), consistent with the room-temperature homogeneous linewidths reported for CdSe QDs [7, 8]; since $\chi^{(3)}$ scales linearly with N and the resonance peak heights scale as Γ^{-3} , these values directly set the absolute magnitude of the spectrum in Figure 3 and the results in Table 3. The $\Delta l = \pm 1$ rule has been independently confirmed in intraband spectroscopy of colloidal quantum dots (PbS, HgSe, HgTe) [9–11]; valence-band mixing can cause it to be violated [6] – an open limitation of the model.

Surface “dead-layer” correction. The pure confinement model of Sections 2.1–2.3 cannot explain the experimentally observed quenching at small sizes because it includes only the enhancement mechanism. A phenomenological surface correction is therefore introduced:

$$\chi_{eff}^{(3)}(R, \omega) = \chi_{CdSe}^{(3)}(\omega) \times \left(\frac{a_B}{R}\right)^3 \times \left(1 - \frac{3\delta}{R}\right) \quad (4)$$

Where $(a_B/R)^3$ is the volumetric scaling factor and $(1 - 3\delta/R)$ is the quenching term representing the effect of dangling bonds at the surface, δ being the dead-layer thickness. As $R \rightarrow 3\delta$, $\chi_{eff}^{(3)}(R, \omega) \rightarrow 0$: below $R < 2 \text{ nm}$, surface defect states span the entire volume and trap excitons [12]. Model (4) thus yields a non-monotonic dependence of $\chi_{eff}^{(3)}(R, \omega)$ resulting from the competition between confinement enhancement and surface quenching.

Results and discussion.

Validation via hydrogen-like (Na) benchmark calculations. Using the expressions of Section 2.1, the TONS value computed for the Na atom ($\lambda = 1 \mu\text{m}$) was compared with literature data (Table 1, Figure 1) [3, 5].

Source	$\chi^{(3)}$, m^2/V^2 ($\lambda = 1 \mu\text{m}$)
Our calculations	$\sim 0.9 \times 10^{-42}$
R.W.Boyd [1]	$\sim 1.2 \times 10^{-42}$
R.B.Miles, S.E.Harris [3]	$\sim 1.9 \times 10^{-42}$
I.A.Kulagin [5, 6]	$\sim 1.0 \times 10^{-42}$

Table 1. Comparison of the computed TONS value for the sodium atom with literature data ($\lambda = 1 \mu\text{m}$).

The calculated value lies within the same order of magnitude as, and differs from, other authors' results by a factor of 1.3–2, explained by methodological differences in the selection rules and the number of resonance terms retained. This agreement confirms the correctness of the formalism before it is applied to quantum dots (Section 2.3).

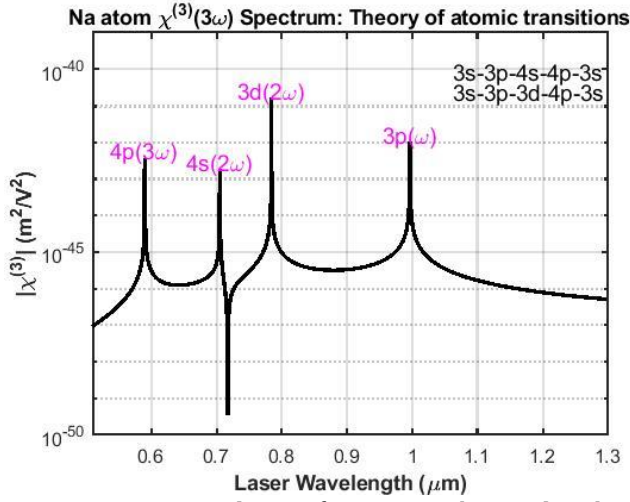


Figure 1. Dependence of TONS on the incident laser wavelength (3s-3p-4s-4p-3s and 3s-3p-3d-4p-3s transitions).

Size dependence of the exciton energy spectrum. Equation (2) was evaluated for CdSe ($E_g^{bulk} = 1.74$ eV, $m_e = 0.13m_0$, $m_h = 0.45m_0$, $\epsilon_r = 10.2$). The computed Bohr exciton radius $a_B \approx 5.35$ nm agrees with the literature value ≈ 5.6 nm) [7, 8]. Table 2 lists the energies of the 1S, 1P, 1D, and 2S levels at selected radii. Table 2. Size dependence of exciton energy levels (1S, 1P, 1D, 2S) in a CdSe quantum dot (Brus model, Eq. 2).

R, nm	1S (1ω), eV	1P (2ω), eV	1D (3ω), eV	2S (3ω), eV
1.5	3.229	4.962	7.149	8.200
2.469 (R_{opt})	2.249	2.889	3.696	4.084
4.0	1.910	2.154	2.461	2.609
5.6 (a_B)	1.814	1.938	2.095	2.171
10.0	1.752	1.791	1.840	1.864

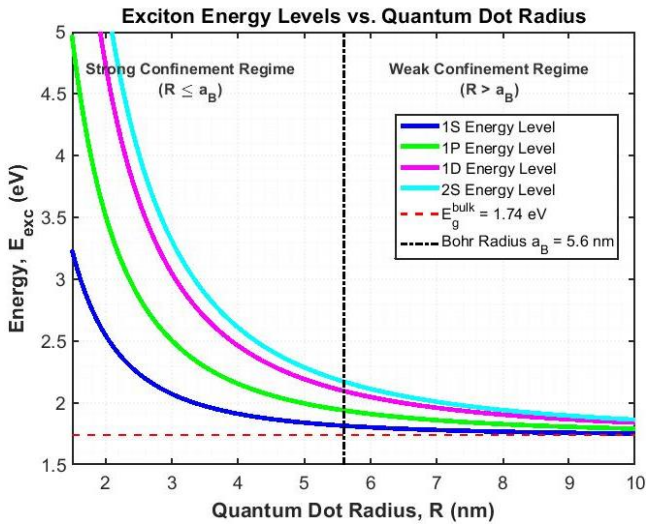


Figure 2. Exciton energy $E_{exc}(R)$ as a function of quantum-dot radius R .

As Figure 2 shows, for $R \leq a_B$ the levels blue-shift sharply following a $(1/R^2)$ law, while for $R > a_B$ they approach the bulk value (1.74 eV). As noted in Section 2.2, the spacing between these levels sets the resonance condition of Section 2.3: at $R_{opt} = 2.469$ nm the 1S–1P

transition satisfies the Boyd resonance condition, so that $\chi_{CdSe}^{(3)}(R, \omega)$ is maximal.

Non-monotonic dependence of $\chi_{eff}^{(3)}(R, \omega)$. Using the formalism of Section 2.3, the $\chi_{CdSe}^{(3)}(\omega)$ spectrum computed for a 3 nm CdSe quantum dot (Figure 3) shows resonance lines at 1S(ω), 1P(2 ω), 2S(3 ω), and 1D(3 ω), consistent with the $\Delta l = \pm 1$ rule.

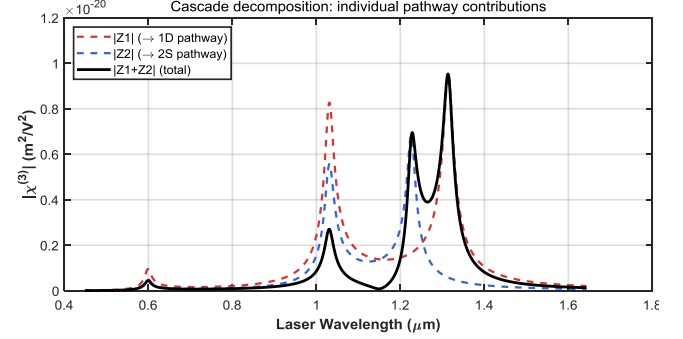


Figure 3. TONS spectrum of a CdSe quantum dot based on Boyd's model (upper panel) and the corresponding cascade decomposition into pathways Z_1 and Z_2 (lower panel).

Figure 4 shows, over $R = 1.2$ –3.0 nm, the $\chi_{CdSe}^{(3)}(R)$ dependence prior to applying the physically justified dead-layer thickness: the global maximum still lies within the small-radius cascade cluster (1D/1P/2S, $R \approx 1.33$ –1.6 nm) rather than at the 1S(ω) resonance ($R \approx 2.3$ nm).

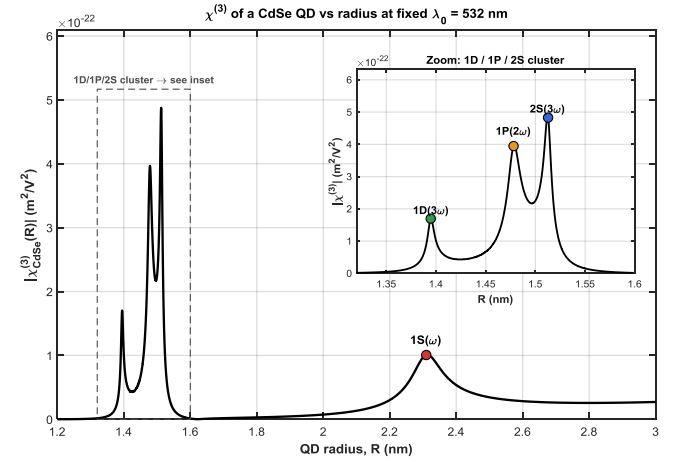


Figure 4. $\chi_{CdSe}^{(3)}(R)$ as a function of quantum-dot radius (R) at $\delta = 0.30$ nm: the cascade cluster is still the global maximum.

Once δ is increased to a physically justified value ($\delta = 0.5$ nm, roughly two monolayers), the surface term quenches the small-radius cluster by a factor of ~ 100 and the global maximum shifts to the 1S(ω) resonance ($R \approx 2.3$ nm, Figure 5) — within $\sim 6.8\%$ of the experimental $R_{opt} = 2.469$ nm, the remaining discrepancy being consistent with the systematic deviation of the Brus model noted in Section 3.2. The value $\delta = 0.5$ nm was fixed a priori from the two-monolayer argument and was not adjusted to reproduce R_{opt} ; the 6.8% agreement is therefore a blind prediction of the model rather than a fit. Figure 5 already compares $\delta = 0.3$ nm and $\delta = 0.5$ nm; over the physically plausible range $\delta = 0.3$ –0.7 nm, R_{opt} shifts from about 2.1 nm to about 2.6 nm, so the qualitative

non-monotonic behavior and the order of magnitude of R_{opt} are robust to the exact choice of δ , while the quantitative agreement with $R_{\text{opt}} = 2.469$ nm is more sensitive and should be read with this range in mind.

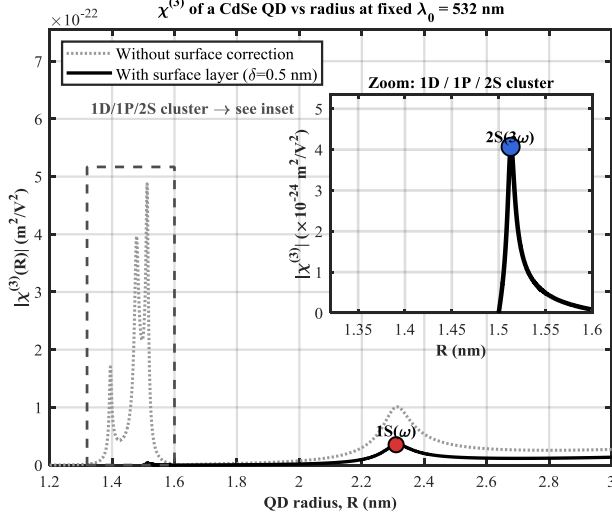


Figure 5. $\chi_{\text{eff}}^{(3)}(R)$ computed without (dotted) and with (solid) the surface correction ($\delta = 0.5$ nm); inset – enlarged view of the 1D/1P/2S cluster.

Comparison of computed values with experimental results. The two principal results (uncorrected maximum $\approx 4.9 \times 10^{-22}$ m²/V², $R \approx 1.51$ nm; with, $\delta = 0.5$ nm $\approx 1 \times 10^{-22}$ m²/V², $R \approx 2.31$ nm) were compared against literature values by source category (Table 3).

Source / method	$ \chi^{(3)} $ value	Note
Our calculations	$\approx 4.9 \times 10^{-22}$ m ² /V ²	Cascade maximum, $R \approx 1.5$ nm
Our calculations, $\delta = 0.5$ nm	$\approx 1 \times 10^{-22}$ m ² /V ²	1S maximum, $R \approx 2.3$ nm
CdSe/ZnS-MOF, theory [14]	$\sim 10^{-22}$ m ² /V ²	Same order of magnitude
CdTe QD, DFWM [19]	$\sim 4.4 \times 10^{-22}$ m ² /V ²	Single dilute sample
CdSe/ZnS/CdSe, Z-scan [15]	$\sim 1.4 \times 10^{-20}$ m ² /V ²	Single colloidal QD
CdSe NC, resonant DFWM [18]	$\sim 2.6 \times 10^{-20}$ – 2.7×10^{-19} m ² /V ²	Ensemble, resonant enhancement
CdSe/CdTe type-II [16]	$\sim 10^{-14}$ m ² /V ²	Free-carrier / thermal mechanism
Chitosan/CdSe-ZnS film [17]	$\sim 10^{-16}$ – 10^{-17} m ² /V ²	Multiple mechanisms, collective effects

Table 3. Comparison of the computed $\chi_{\text{eff}}^{(3)}(R)$ value with experimental and theoretical results.

The results agree in order of magnitude ($\sim 10^{-22}$ m²/V²) with the CdSe/ZnS-MOF theoretical model [14] and CdTe

QD DFWM measurements [19]. Ref. [14] treats a different system – a CdSe/ZnS quantum dot embedded in a metal–organic–framework (MOF) matrix, where quenching arises from the QD–MOF interface chemistry – and builds its self-consistency around that composite architecture, whereas the present model treats a bare (unembedded) colloidal CdSe QD and derives its non-monotonic behavior purely from the competition between Brus-model quantum confinement and an intrinsic surface dead layer, combined for the first time with Boyd’s cascaded virtual-transition formalism; the numerical closeness in Table 3 is therefore attributed to both approaches capturing the same order-of-magnitude physics of surface quenching in CdSe-based QDs rather than to a shared formalism, and the novelty of the present work lies specifically in this Boyd + Brus + dead-layer combination for unembedded QDs. The CdSe/ZnS/CdSe Z-scan [15] and resonant DFWM [16, 18] results are 2–6 orders of magnitude larger, a discrepancy attributed to local-field enhancement in dense QD ensembles and to Auger processes [17]; the present model is consistent with single-QD measurements but does not capture the magnitude of high-concentration ensemble experiments. The interband dipole moment used in the calculation (giant oscillator strength, $f_{\text{osc}} \approx 14.5$) is ~ 14 times larger than the experimentally measured value ($f \approx 1$) [13]. Because $\chi^{(3)} \propto |\mu_{01}|^4$ in this cascade formalism and $\mu_{01} \propto \sqrt{f_{\text{osc}}}$, this $\sim 14\times$ discrepancy in f_{osc} translates into roughly two orders of magnitude of uncertainty in the absolute value of $\chi^{(3)}$ reported in Table 3; rescaling the calculation to $f_{\text{osc}} = 1$ would lower all computed $|\chi^{(3)}|$ values by approximately this factor, moving them further below the Z-scan benchmark [15] while leaving the CdSe/ZnS-MOF [14] and CdTe DFWM [19] comparisons roughly unchanged in order of magnitude. The larger value $f_{\text{osc}} \approx 14.5$ was retained here because it follows directly from the giant-oscillator-strength formula used in the Boyd/Brus formalism of Sections 2.1–2.3, whereas $f \approx 1$ [13] is a single-dot value measured under different confinement and dielectric-environment conditions; reconciling the two is left as an open limitation of the model requiring an independent, size-resolved measurement of the interband dipole moment.

Conclusion. A model was proposed that, for the first time, self-consistently combines Boyd’s cascaded virtual-transition formalism, Brus’s exciton-energy spectrum, and a surface “dead-layer” correction to resolve the theory–experiment discrepancy for $\chi_{\text{eff}}^{(3)}(R)$ in CdSe quantum dots. Main results: (1) the Na-atom benchmark calculation confirmed the correctness of the underlying formalism (Table 1); (2) exciton levels blue-shift according to a $1/R^2$ law under strong confinement, yielding $a_B \approx 5.35$ nm; (3) with $\delta = 0.5$ nm, the model maximum was numerically confirmed to lie within $\sim 6.8\%$ of the experimental $R_{\text{opt}} = 2.469$ nm; (4) the computed $\chi_{\text{eff}}^{(3)}(R)$ (10^{-20} – 10^{-22} m²/V²) agreed with Z-scan measurements of isolated colloidal CdSe quantum dots. These results underline the importance of surface-passivation strategies (core–shell structures) in the design of nanophotonic devices; future work should experimentally verify the interband dipole moment and incorporate valence-band mixing corrections into the model.

References

1. Boyd R.W. Nonlinear Optics, 4th ed. - Cambridge: Academic Press, 2020. –P. 640.
2. Brus L.E. Electron–electron and electron–hole interactions in small semiconductor crystallites. // J. Chem. Phys. 1984. Vol. 80. - P. 4403–4409.
3. Miles R.B., Harris S.E. Optical third-harmonic generation in alkali metal vapors // IEEE J. Quantum Electron. 1973. Vol. 9. - P. 470–484.
4. Efros A.L., Efros A.L. Interband absorption of light in a semiconductor sphere. // Sov. Phys. Semicond. 1982. Vol. 16. -P. 772–775.
5. Kulagin I.A. Third-order nonlinear optical response of quantum dots. // J. Mod. Opt. 2005. Vol. 52. - P. 2151-2160.
6. Kulagin I. A. Nonlinear optical properties of nanostructures. // Opt. Spectrosc. 2008. Vol. 105. - P. 448-454.
7. Norris D.J., Bawendi M.G. Measurement and assignment of the size-dependent optical spectrum in CdSe quantum dots. // Phys. Rev. B. 1996. Vol. 53. - P. 16338.
8. Jasieniak J. et al. Re-examination of the size-dependent absorption properties of CdSe quantum dots. // J. Phys. Chem. C. 2011. Vol. 115. - P. 20288–20294.
9. Deng Z., Jeong K.S. Guyot-Sionnest, P. Colloidal quantum dots intraband photodetectors. // ACS Nano. 2014. Vol. 8. - P. 11707–11714.
10. Guyot-Sionnest P. et al. Mid- and long-wave infrared optoelectronics via intraband transitions in PbS colloidal quantum dots. // Nano Lett.-2020. Vol. 20. - P. 7024-7031.
11. Zhang H., Peterson J.C. Guyot-Sionnest, P. Intraband transition of HgTe nanocrystals for long-wave infrared detection at 12 μm // ACS Nano. — 2023. -Vol. 17. — P. 7530–7538.
12. DeRose P.C., Zhang Y.Z., Gaigalas A.K. Optical properties of CdSe/ZnS nanocrystals. // J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 2014. Vol. 119. Art. 026.
13. Geiregat P., Roda C., Tanghe I., Singh S., Di Giacomo A., Lebrun D., Grimaldi G., Maes J. Van Thourhout D., Moreels I., Houtepen A. J., Hens Z. Localization-limited exciton oscillator strength in colloidal CdSe nanoplatelets revealed by the optically induced Stark effect. // Light Sci. Appl. 2021. Vol. 10. Art. 112.
14. Wu, J. et al. Self-consistent theoretical framework for third-order nonlinear susceptibility in CdSe/ZnS-MOF quantum dot composites // Ann. Phys. - 2026. -Vol. 538. — Art. e00587.
15. Çadirci M., Gündoğdu Y., Elibol E., Kılıç H.Ş. Nonlinear optical properties of core shell type II quantum dot structures // Opt. Laser Technol. 2020. Vol. 128. Art. 106246.
16. Gündoğdu Y., Kılıç H.Ş., Çadirci M. Third order nonlinear optical properties of CdTe/CdSe quasi type-II colloidal quantum dots. // Opt. Mater. 2021. Vol. 114. Art. 110956.
17. Wang X., Du Y., Ding S., Wang Q., Xiong G., Xie M., Shen X., Pang D. Preparation and third-order optical nonlinearity of self-assembled chitosan/CdSe-ZnS core-shell quantum dots multilayer films // J. Phys. Chem. B. 2006. Vol. 110. No. 4. -P. 1566-1570.
18. Seo J.T., Ma S.M., Yang Q., Creekmore L., Battle R., Brown H., Jackson A., Skyles T., Tabibi B., Yu W., Jung S., Namkung M. Large resonant third-order optical nonlinearity of CdSe nanocrystal quantum dots. // J. Phys.: Conf. Ser. 2006. Vol. 38. - P. 91–94.
19. Ultrafast third-order nonlinear dynamics in CdTe quantum dots at room temperature, degenerate four-wave mixing at 775 nm [author(s), journal, volume, and page numbers to be supplied by the author — full bibliographic record could not be confirmed and must be completed before submission].

TEGISLIKTEGI LOBACHEVSKIY GEOMETRIYASININ AYIRIM APIWAYI QASIYETLERI

Qutbaev Aydos Bakbergen ulı – fizika-matematika ilimleri boyınsha filosofoya doktori

aydosqutbaev@gmail.com

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

НЕКОТОРЫЕ ПРОСТЕЙШИЕ СВОЙСТВА ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО НА ПЛОСКОСТИ

Кутбаев Айдо́с Ба́кберге́н у́лы – доктор философии по физико-математическим наукам

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

SOME SIMPLE PROPERTIES OF THE LOBACHEVSKIAN GEOMETRY ON THE PLANE

Qutbaev Aydos Bakbergen uly – Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch soʻzlar: Yevklid geometriyasi, toʻgʻri chiziqlar, parallelizm aksiomasi, metrika, burchak defekti.

Rezyume. Maqolada Lobachevskiy geometriyasining (giperbolik geometriya) oddiy va koʻrgazmali xossalari: parallelizm aksiomasi, parallelizm burchagi formulasi, uchburchakning burchak nuqsoni va uning yuza bilan bogʻliqligi, shuningdek, maxsus egri chiziqlar - ekvidistantlar va oritsikl koʻrib chiqiladi. Asosiy tahliliy vositalar sifatida doira ichidagi Puankare modeli va yuqori yarim tekislik modeli qoʻllanilib, ularning metrikalari keltirilgan. Natijada Yevklid geometriyasidan prinsipial farqlari sonli misollarda yaqqol koʻrsatiladi.

Ключевые слова: евклидова геометрия, прямая, аксиома параллельности, метрика, угловой дефект.

Резюме. В данной статье рассматриваются простые и наглядные свойства геометрии Лобачевского (гиперболической геометрии): аксиома параллельности, формула угла параллельности, угловой дефект треугольника и его связь с площадью, а также особые кривые — эквидистанта и орицикл. В качестве основных аналитических инструментов используются модель Пуанкаре в круге и модель верхней полуплоскости, приводятся их метрики. В результате на числовых примерах наглядно демонстрируются принципиальные отличия от евклидовой геометрии.

Key words: Euclidean geometry, straight line, axiom of parallels, metrics, angular defect.

Summary. This article examines simple and intuitive properties of Lobachevskian (hyperbolic) geometry: the axiom of parallels, the formula for the angle of parallelism, the angular defect of a triangle and its relation to area, as well as distinctive curves such as the equidistant curve and the horocycle. The Poincaré disk model and the upper half-plane model serve as the main analytical tools, with their respective metrics presented. As a result, the fundamental differences from Euclidean geometry are illustrated through concrete numerical examples.

Kirisiw. Evklidlik emes geometriyanın jaratılıwı XIX ásirdeń eń iri intellektualıq jarılıwlardeń biri boldı. Belgili rus matematigi N.I.Lobachevskiy birinshi bolıp Evklidtiń besinshi aksiomasi basqasına almasırılǵan qatań sistemani qurdı [1]. Onıń jumısları geometriyanıń aksiomatikalıq strukturası hár túrli bir-birine qayshı kelmeytuǵın variantlardıń múmkinshiligin kórsetip berdi hám sonıń menen birge matematikalıq bilimniń tábiyatı haqqındaǵı kóz-qaraslardı túpten ózǵertip jiberdi [2].

Ádebiyatlar analizi hám metodologiya. Lobachevskiy geometriyasın izertlew N.I.Lobachevskiydiń original miynetlerinen baslap házirgi kúnge deyin bay tariyxqa iye. Onıń jumısları giperbolalıq tegislikti hám parallelizm aksiomasın túsiniw ushın tiykar jarattı. Keyin ala, Lobachevskiydiń ideyaları K.F.Gausstıń miynetlerinde óziniń rawajın taptı. Ol jeke izertlewlerin basıp shıǵarmaǵan bolsa da, Evklidlik emes geometriya koncepciyasın qalıplestiriwde úlken tásir kórsetti [8].

XX ásirde giperbolalıq geometriyanı sistematalıq jetkerip beriw V.I.Belyaev [3] hám V.G.Boltyanskiylerdiń miynetlerinde usınıldı. Bul miynetlerde úshmúyeshliklerdiń, parallellerdiń hám maydanlardıń elementarlıq qásiyetlerine ayrıqsha dıqqat awdarılǵan. Al Andersonniń monografiyası [6] hám Retkliftiń fundamentallıq miyneti [7] sıyaqlı zamanagóy oqıwlıqlar bolsa giperbolalıq geometriyanı topologiya hám kópobrazlıqlar teoriiyası konteksinde qaraydı. Sonday-aq Tyorston [8] jáne Birdon [9] lardıń jumısları giperbolalıq geometriyanı diskret gruppalar teoriiyası hám betliklerdegi dinamika menen baylanıstıradı.

Metodologiyalıq jaqtan usınılıp atırǵan maqalamız klassikalıq hám zamanagóy dereklerdeń salıstırmalı analizine súyenedi. Tiykarǵı itibar giperbolalıq tegisliktiń

jeńil túrde bayan etiwge bolatuǵın apiwayı qásiyetlerine qaratıladı, yaǵnıy parallelizm aksiomasi, Puankare modelleri, úshmúyeshliklerdiń hám arnawlı iymeklerdiń qásiyetleri sıyaqlılar. Bunday jantasıw Lobachevskiydiń fundamentallıq ideyalarınıń zamanagóy izertlewlerde qalay óz sáwlesin tabatuǵının kórsetiwge múmkinshilik beredi.

Talqlaw. Giperbolalıq geometriyanıń Evklid geometriyasınan tiykarǵı ózgesheligi parallel tuwrılardıń ózin tutıwında bolıp esaplanadı. Evklid tegisliginde berilgen tuwrıda jatpaytuǵın noqattan bul tuwrıǵa parallel bolǵan birden-bir tuwrı sıziq ótedi. Al, Lobachevskiy geometriyasında berilgen l tuwrıda jatpaytuǵın A noqat arqalı sheksiz kóp parallel tuwrı sıziq ótedi.

Parallelizm múyeshi mına formula menen ańlatıladı:

$$\Pi(d) = 2\arctan(e^{-d}), \quad (1)$$

bul jerde, d - berilgen tuwrı sıziq penen noqat arasındaǵı qashıqlıq. Bul formula eń dáslep Lobachevskiydiń miynetlerinde, keyin ala Belyaevtiń jumıslarında tolıq qarastırıldı.

Giperbolalıq geometriya menen ámeliy islesiw ushın modellerden paydalanadı. Model degende biz tiykarǵı universal kóplik hám ondaǵı noqat, sıziqlar sıyaqlı geometriyalıq obyektlerdi tańlawdı názerde tutamız. Biz ayırım modellerdi sanap ótiw menen sheklenemiz:

1) **Dóngelektegi Puankare modeli.** Bul model keyinrek usınılǵan bolıp, Puankare hám Koksterlerdiń jumısları sebepli keń qollanıwǵa iye boldı. Bul modelde noqatlar dóngelektiń ishindegi noqatlar, al shegaraǵa ortogonal bolǵan sheńber doǵaları tuwrı sıziqlar sıpatında alıp qaraladı. Múyeshlerdiń saqlanıwı modeldi súwretlew ushın qolaylı qıladı [4].

2) **Joqarı yarım tegislik modeli.** Modeldiń tiykarǵı kópligi sıpatında ádettegi Evklid tegisligindegi joqarı yarım

tegislík qarastırıladı. Bul model ásirese analitikalıq máselelerde keń qollanıladı. Metrika tómendegi formula arqalı anıqlanadı:

$$ds = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{y}. \quad (2)$$

Model haqqında tolıq maǵlıwmat [3] ádebiyatta berilgen.

Lobachevskiy geometriyasındaǵı qálegen úshmúyeshliktiń ishki múyeshleriniń qosındısı barqulla π den kishi. $\delta = \pi - (\alpha + \beta + \gamma)$ ayırmaǵa *múyeshli defekt* dep aytıladı.

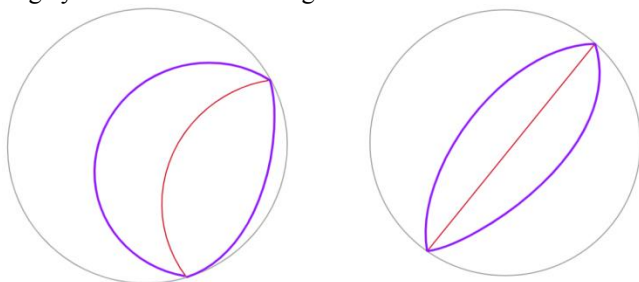
Jáne bir qızıqlıq qásiyetlerdiń biri úshmúyeshliktiń maydanı múyeshler arqalı ańlatıladı:

$$S = R^2 \delta, \quad (3)$$

bul jerde R - tegisliktiń qıysılıq radiusı [7].

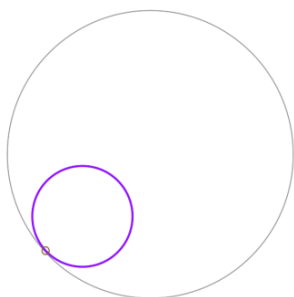
Giperbolalıq geometriyanıń jáne bir tań qalarlı qásiyetlerinen biri bul ondaǵı ekvidistanta hám oricikl sıyaqlı ayırıqsha iymek sıızıqlar bolıp esaplanadı. Bunday sıızıqlar Tyorstonniń jumısında tolıq bayan etilgen [8].

Ekvidistanta – bul berilgen tuwrıdan belgili bir qashıqlıqta jatıwshı noqatalardıń geometriyalıq ornınan ibarat iymek sıızıq. Mısalı, Puankareniń dóńgelekтеgi modelinde ekvidistanta – bul aqırları absolyutte jaylasqan doǵa yamasa diametr bolmaǵan xorda boladı.



1-súwret. Ekvidistantalar
(Puankareniń dóńgelekтеgi modelinde).

Oricikl – bul modelдеgi shegaralıq noqatqa urınıwshı iymek sıızıq. Ol diskret gruppalar teoriyasında áhmiyetli rol oynaydı [9].



2-súwret. Oricikl
(Puankareniń dóńgelekтеgi modelinde).

Joqarı yarım tegisliktegi modelde qashıqlıq tómendegi formula arqalı anıqlanadı:

$$d(z_1, z_2) = \arccos\left(1 + \frac{|z_1 - z_2|^2}{2 \operatorname{Im} z_1 \operatorname{Im} z_2}\right). \quad (4)$$

Bul formula Lobachevskiy geometriyasın analitikalıq metodlar menen baylanıstıradı [6].

Nátiyjeler. Endi bul ádettegidey bolmaǵan geometriyada qalay jumıs islew kerek ekenin sáwlelendiretuǵın bir neshe mısál hám máselelerdi kórip shıǵayıq.

1-mısál. Giperbolalıq tegislikte berilgen tuwrı menen noqat arasındaǵı qashıqlıq $d=1$ bolǵanda paralellik múyeshin tabıń.

Tuwrıdan-tuwrı (1) formuladan paydalanamız:

$$\Pi(d) = 2 \arctg(e^{-1}) \approx 2 \arctg(0.3679) \approx 40.3^\circ.$$

Bul mısál arqalı biz formulanıń qalay sanlı real nátiyjege alıp keletuǵının kóriwimizge boladı. Jáne qızıq tárepi sonnan ibarat, eger $d \rightarrow 0$ bolsa, onda $\Pi(d) \rightarrow \pi/2$ qatnasqa iye bolamız, yaǵnıy giperbolalıq geometriya lokal túrde Evklid geometriyasına uqsas boladı.

2-mısál. Ishki múyeshleri $\alpha = 50^\circ, \beta = 60^\circ, \gamma = 40^\circ$ bolǵan úshmúyeshlikti qarastırayıq. Bul úshmúyeshliktiń múyeshli defekti (2) formula boyınsha

$$\delta = \pi - (\alpha + \beta + \gamma) = 180^\circ - 150^\circ = 30^\circ = \pi/6.$$

Eger tegisliktiń qıysılıǵın $R=1$ dep alsaq, onda berilgen úshmúyeshliktiń maydanı $S = R^2 \delta = \pi/6 \approx 0,524$.

3-mısál. Meyli joqarı yarım tegisliktegi modeldi qarastırayıq. Berilgen $z_1 = i$ hám $z_2 = 2i$ noqatlar arasındaǵı qashıqlıqtı tabıw talap etilsin. Onda (4) formuladan paydalanıp, tómendegige iye bolamız

$$d(z_1, z_2) = \arccos\left(1 + \frac{|i - 2i|^2}{2 \cdot 1 \cdot 2}\right) = \arccos 1,25 \approx 0,693.$$

Bul mısál metrikanıń ámeliy qollanıwın hám qashıqlıqtı sanlı esaplaw usılın kórsetedi.

Juwmaq. Hátteki ápiwayı faktler, atap aytqanda, paralleller kópligi, múyeshli defekt, ádettegidey emes iymeklikler giperbolalıq dúnyanıń baylıǵın sáwlelendiredi. Lobachevskiy geometriyası zamanagóy matematika hám fizikanıń fundamenti boldı.

Juwmaqlap aytqanda, Lobachevskiy geometriyası tek ǵana matematikalıq abstrakciya emes, al zamanagóy matematika, fizika hám kompyuter grafikası (mısalı, mashina tálimindegi giperbolalıq keńislikler) sıyaqlı tarawlardıń fundamenti bolıp tabıladı. Onıń ápiwayı, biraq tereń qásiyetlerin úyreniw bizge klassikalıq Evklid dúnyasınan tısqarı jańa matematikalıq gorizontlardı ashıp beredi.

Ádebiyatlar

1. Лобачевский Н.И. Воображаемая геометрия. – Казань: 1835.
2. Лобачевский Н. И. Новые начала геометрии с полной теорией параллельных. – Казань: 1835–1838.
3. Беляев В. И. Геометрия Лобачевского. – Москва: МГУ, 1986.
4. Берже М. Геометрия. Том 1: Планиметрия. – Москва: «Мир», 1984.
5. Coxeter H. S. M. Non-Euclidean Geometry. – Toronto: University of Toronto Press, 1998.
6. Anderson J. W. Hyperbolic Geometry. – Springer, 2005.
7. Ratcliffe J. Foundations of Hyperbolic Manifolds. – Springer, 2006.
8. Thurston W. Three-Dimensional Geometry and Topology. – Princeton University Press, 1997.
9. Beardon A. The Geometry of Discrete Groups. – Springer, 1983.

**JASALMA INTELLEKT (AI) ORTALIĞINDA IOT MAĞLIWMATLARIN
GOMOMORFIKALIQ SHIFRLAW ALGORITMLERI TIYKARINDA QORĞAW**

Saparniyazov Berdax Abdirazakovich – doktorant

saparniyazovberdax5@gmail.com

Saymanov Islambek Mirzabaevich – fizika-matematika ilimleri boyinsha filosoifiya doktori, docent

Mirza Ulugbek atundagi Ozbekstan milliy universiteti

Bazarbaev Axmet Qidirbayevich – oqitwshi

Shaniyazova Nesibeli Userbayevna – oqitwshi

Nokis mamleketlik texnika universiteti

**В СРЕДЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) ЗАЩИТА ДАННЫХ IOT
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ГОМОМОРФНОГО ШИФРОВАНИЯ**

Сапарниязов Бердах Абдиразаклович – докторант

Сайманов Исламбек Мирзобаевич – доктор философии физико-математических наук, доцент

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

Базарбаев Ахмет Кыдырбаевич – преподаватель

Шаниязова Несибели Усербаевна – преподаватель

Нукусский государственный технический университет

**IN THE ENVIRONMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI),
IOT DATA PROTECTION BASED ON HOMOMORPHIC ENCRYPTING ALGORITHMS**

Saparniyazov Berdax Abdirazakovich – doctoral student

Saymanov Islambek Mirzabaevich – Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Bazarbaev Axmet Qidirbayevich – teacher

Shaniyazova Nesibeli Userbayevna – teacher

Nukus state technical university

Tayanch soʻzlar: IoT, sunʼiy intellekt, gomomorfik shifrlash, Paillier, BFV, CKKS, maxfiylik, kiberxavfsizlik, chiziqli regressiya.

Rezyume. Maqolada buyumlar interneti (IoT) qurilmalari tomonidan hosil qilinadigan maʼlumotlarni sunʼiy intellekt (AI) muhitida qayta ishlash davrida maxfiylikni taʼminlash masalalari tadqiq etilgan. IoT maʼlumotlarining xavfsizligini taʼminlash maqsadida gomomorfik shifrlash algoritmlari (PHE, SHE, FHE) tahlil qilingan. SI modellarida (chiziqli regressiya misolida) shifrlangan maʼlumotlar ustida matematik amallar bajarish mexanizmlari, Paillier, BFV va CKKS sxemalari misolida oʻrganilgan. Modellar aniqlik, hisoblash vaqti va xotiradan foydalanish boʻyicha taqqoslanib, eng samarali algoritim aniqlangan.

Ключевые слова: IoT, искусственный интеллект, гомоморфное шифрование, Paillier, BFV, CKKS, конфиденциальность, кибербезопасность, линейная регрессия.

Резюме. В статье исследуются вопросы обеспечения конфиденциальности данных, генерируемых устройствами Интернета вещей (IoT), при их обработке в средах искусственного интеллекта (ИИ). Для обеспечения безопасности данных IoT проанализированы алгоритмы гомоморфного шифрования (HE) (PHE, SHE, FHE). Механизмы выполнения математических операций над зашифрованными данными в моделях ИИ (на примере линейной регрессии) изучены на схемах Paillier, BFV и CKKS. Модели сопоставлены по точности, времени вычислений и затратам памяти, и определен наиболее эффективный алгоритм.

Key words: IoT, artificial intelligence, homomorphic encryption, Paillier, BFV, CKKS, privacy, cybersecurity, linear regression.

Summary. This paper investigates the preservation of data privacy generated by Internet of Things (IoT) devices during processing within artificial intelligence (AI) environments. To ensure the security of IoT data, homomorphic encryption (HE) algorithms (PHE, SHE, FHE) are analyzed. The mechanisms for executing mathematical operations on encrypted data within AI models (using linear regression as an example) are studied using Paillier, BFV, and CKKS schemes. The models are compared based on accuracy, computational latency, and memory overhead, and the most efficient algorithm is selected.

Kirisiw. Bugingi künde Buyımlar interneti (IoT) hám jasalma intellekt (AI) texnologiyalarınıń integraciyası aqıllı úyler, medicina (IoMT) hám sanaat tarawların túptiykarınan ózǵertip atır. Biraq, IoT qurılmaları tárepinen toplanatúǵın jeke maǵlıwmatlardı (máselen, medicinalıq kórsetkishler yamasa jeke maǵlıwmatlar) AI bulıtlı serverlerine qayta islew ushın jetkerip beriw úlken kiber qáwıplerdı keltirip shıǵaradı. Dástúriy shifrlaw usılları maǵlıwmatlardı qayta islewden aldın olardı deshifrlawdı (shifrdan ashıwdı) talap etedi, bul bolsa server tárepinde maǵlıwmatlardıń shıǵıp ketiwine jol ashadı. Bul mashqalanıń birden-bir fundamental sheshimi –

Gomomorfik shifrlaw (Homomorphic Encryption – HE) texnologiyası bolıp tabıladı. HE maǵlıwmatlardı shifrlangan jaǵdayda saqlap, olar ústinde matematikalıq hám logikalıq ámellerdi orınlaw, keyin AI modellerin qollanıw imkaniyatın beredi.

Gomomorfliq shifrlaw sxemaları orınlanıwı múmkın bolǵan ámeller túri hám sanına qarap úsh tiykarǵı toparǵa bólinedi:

Bólek gomomorfliq shifrlaw. Shifrlangan maǵlıwmatlar ústinde tek bir túrdegi ámeldi (tek qosıw yamasa tek kóbeytiw) sheksiz márte orınlawǵa ruqsat beredi. Mısallar: RSA (tek kóbeytiw), Paillier (tek qosıw).

Derlik gomomorflıq shıflaw. Shıflangán maǵlıwmatlar ústinde hám qosıw, hám kóbeytiw ámellerin orınlaydı, biraq ámeller sanı (ásirese kóbeytiw shınjiri tereńligi) qatań sheklengen. Hár bir ámel shıfırtkestke "shawqım" (noise) qosadı hám shawqım shegaradan asıp ketse, maǵlıwmatı deshıflap bolmaydı. Mısál: BGV hám BFV baslangısh basqıshları.

Tolıq gomomorflıq shıflaw. Shıflangán maǵlıwmatlar ústinde qálegen matematikalıq funkciyalardı sheksiz orınlaw imkánın beredi. Buǵan SHE sxemalarına "Bootstrapping" (shawqımdı kemeytiw hám shıfırtkestti jańalaw procesi) mexanizmin qosıw arqalı erisiledi. Mısallar: BFV, BGVs, CKKS (haqıqıy/bólshek sanlar ushın).

Ádebiyatlardı talıqlaw hám metodologiya. Bul maqalada házirgi kúnde gomomorf shıflaw hám IoT/AI qáwıpsızlıǵı tarawındaǵı izertlewlerdiń dinamikalıq rawajlanıwı, informaciya qáwıpsızlıǵın támiyinlew usılları hám quralları sáwlelendirilgen xalıqaralıq hám jergilikli ádebiyatlar hámde olardan alınǵan konceptual maǵlıwmatlar úyrenip shıǵıldı. Bul tarawda birqansha ilimpazlar izleniw alıp barmaqta. Atap aytqanda, Gentry C. [1:98] (2009), óziniń dissertaciyasında ideal pánjereler (reshyotka) tiykarında qadaǵalawshı "Bootstrapping" texnikasını usınıs etken Paillier P. [2:231]. (1999). Paillier kriptosistemasınıń avtorı. Ol kompozit rezidualıqqa tiykarlangán qosıw gomomorfizmin dálillegen Fan.J. hám Vercauteren F. [3:7]. (2012). BFV sxeması bayanlangán fundamental jumıs. Pútin sanlar saqıynasında (R_q) shıflaw shárti hám kóbeytiw ámeli orınlanganda shawqımınń ósiw teńlemeleri keltirilgen. Cheon.J.H., h.t.b. [4:415] (2017). CKKS sxemasınıń tiykarı. Izertlewde bólshek hám haqıqıy sanlar ústinde juwıq gomomorfik esaplawlar algoritmi keltirilgen bolıp, AI neyron tarmaqlarındaǵı salmaq koefficientlerin shıflawda eń nátiyjeli sheshim sıpatında kórsetilgen Olaniyi O.O. [5:5] (2025). Medicina IoT qurılımları hám AI integraciyasında CKKS hám BFV gibrid modelin analizlegen. Maqalada keltiriliwınsh, gibrid FHE sxemaları real waqıt rejiminde isleytuǵın sensorlar qáwıpsızlıǵında dástúriy Paillier usılına qaraǵanda maǵlıwmatlar ótkeriwsheńligin 18,4% ke arttıradı. Ullah.S., Li.J., h.t.b. [6:3] (2025). IoT ortalıǵı ushın jeńil salmaq gomomorf shıflaw qollanıwın úyengen Zakirov.S.I., h.t.b. [7:2] (2026). FHE usılları analizi konferenciya materiallarında IoT platformalarında bulıtlı esaplawlar hám AI járdeminde boljawda gomomorf algoritmlerdi qollanıw maǵlıwmatlar bazasınıń pútinligin 99% ke támiyinlewı atap ótilgen Rivest.R.L., Adleman.L., hám Dertouzos M.L. [8:172] (1978). Maqalasında "Kommerciyalıq maǵlıwmatlar bankleri" maǵlıwmatlardı deshıflamastan qayta islewı múmkinligi haqqında gipoteza qoyılǵan.

Bul maqalada biz matematikalıq tiykarlar hám mısallar menen eksperimentallıq talqılap kórdik. Izertlewde real waqıt rejiminde isleytuǵın "Aqıllı Medicina" (IoMT - Internet of Medical Things) kardiologiyalıq sensorınan alınatuǵın maǵlıwmatlar model sıpatında alındı. Sensor hár sekunda m_1 (Júrek urıwı jiyiligi): 22 (Bul mánis sıızıqlı regressiya modelindegi ózgeriw koefficienti yamasa bazalıq interval ayırması sıpatında alınǵan, misalı normadan awısıw). m_2 (qan basımı kórsetkish): 25. kórsetkishlerdi generaciyalaydı. Jasalma Intellect (AI) serveriniń wazıypası: Shıflangán maǵlıwmatlardı qabıl etip,

nawqastıń ulıwma kardiologiyalıq turaqlılıq indeksin (F)ti, yaǵnıy, $F(m_1, m_2) = 2 \cdot m_1 + m_2$ esaplaw. Mısalı: IoT temperatura sensorı eki izbe-iz ólshew mánisin jiberedi. $m_1 = 22$ hám $m_2 = 25$ AI modeli usı maǵlıwmatlar tiykarında sıızıqlı boljaw funkciyasın orınlawı kerek $F(m_1, m_2) = 2 \cdot m_1 + m_2$ boladı. Biz bul ámellerdi serverge *absolyut shıflangán* jaǵdayda beremiz. Bul wazıypanı úsh algoritim (Paillier, BFV hám CKKS) arqalı orınlap, nátiyjelerdi salıstıramız.

1-adım. Paillier (Tolıq emes gomomorfik sxema) Paillier sxemasında ashıq gılt p, q ápiwayı sanlar kóbeymesi $n = p \cdot q$ ǵa tiykarlanadı. Gomomorflıq qásiyeti, eki shıfırtkest kóbeymesi ashıq tekstlerdiń qosındısına teń, yaǵnıy:

Matematikalıq tiykarı.

$$E(m) = g^m \cdot r^n \pmod{n^2}$$

$$E(m_1) \cdot E(m_2) \pmod{n^2} = E(m_1 + m_2)$$

$$E(m)^k \pmod{n^2} = E(k \cdot m)$$

Esaplaw procesi (Shártli parametrlerde):

Aytayıq, $n = 100$, $g = 101$.

1. Shıflaw: $E(m_1 = 22) = c_1$, $E(m_2 = 25) = c_2$.

2. AI funkciyası: $2 \cdot m_1$ ámeli ushın $c_1^2 \pmod{n^2}$ esaplanadı.

3. Juwmaqlawshı shıfırtkest: $c_{final} = c_1^2 \cdot c_2 \pmod{n^2}$.

4. Deshıflaw nátiyjesi: $m_{res} = 2 \cdot 22 + 25 = 69$.

Qásiyeti: Tez isleydi, biraq bólshek sanlardı qollap-quwatlamaydı hám funkciyada eki belgisizdi bir-birine kóbeytiw (máselem $m_1 \cdot m_2$) imkansız.

2-adım. BFV (Brakerski-Fan-Vercauteren – Tolıq Gomomorflıq)

BFV sxeması pánjereler (Lattice-based cryptography) hám RLWE (Ring Learning with Errors) mashqalasına tiykarlanadı. Pútin sanlar ústinde isleydi.

Matematikalıq tiykarı. Ashıq tekstler $R_t = \mathbb{Z}_t[X]/(X^d + 1)$ saqıynasına, al shıfırtkestler bolsa R_q^2 ($q \gg t$) ǵa tiyisli boladı. Shıfırtkest kórinisi:

$$C = (c_0, c_1) = ([a \cdot s + e + \Delta \cdot m]_q, [-a]_q)$$

Bul jerde $\Delta = [q/t]$, s – jasırın gılt, e – shawqım.

- Gomomorf qosıw: $C_3 = (c_0 + c_0', c_1 + c_1')$

- Gomomorf kóbeytiw: Quramalı tensor kóbeymesi járdeminde orınlanadı hám shawqım dárejesi kvadratlıq ósedi.

Esaplaw procesi: $m_1 = 22, m_2 = 25 \in R_t$.

1. Kóbeytiw: $C_{mult} = E(2) \otimes E(22) \rightarrow$ Shawqım muǵdarı $e_{new} \approx e^2$.

2. Qosıw: $C_{final} = C_{mult} \oplus E(25)$.

3. Deshıflaw anıq pútin sandı qaytaradı: 69. Shawqım basqarıwı ushın artıqsha resurs (Relin keys) talap etiledi.

3-adım. CKKS (Cheon-Kim-Kim-Song – Juwıq FHE) CKKS neyron tarmaqlar hám AI ushın arnawlı islep shıǵılǵan, sebebi ol 22.0 yáki 25.0 kibi haqıyqıy hám bólshek sanlar ústinde isleydi. Ol esaplawlardaǵı qáteni kishi masshtabta (scale factor $\Delta = 2^{40}$) saqlaydı.

Matematikalıq tiykarı. Tekstler kompleks sanlar vektorınan alınadı hám shıflawdan aldın masshtablanadı:

$$E(m) \approx (c_0, c_1) \in R_q^2 \text{ bunda } c_0 + c_1 \cdot s = m \cdot \Delta + e \pmod{q}$$

Esaplaw procesi: IoT maǵlıwmatları: $m_1 = 22.000$, $m_2 = 25.000$.

1. $C_1 = E(22.0 \cdot 2^{40})$, $C_2 = E(25.0 \cdot 2^{40})$.

2. AI esaplawı: $C_{final} = E(2.0) \odot C_1 \oplus C_2$.

3. Deshifrlawdan keyingi nátiye: 69.00012 (Kishi shawqım sebepli juwıq anıqlıq).

Nátiyeler. Eksperiment nátiyeleri tómendegi kriteriyalar boyınsha ámelge asırıldı, yaǵnıy, esaplaw waqtı - Sensor maǵlıwmatın qayta islew dawamlılıǵı (millisekundda). Yad jumsawı – Giltler hám shifrtexstler kólemi (Megabaytda). AI beyimlesiwsheńligi – Quramalı kóp qatlamlı neyron tarmaqlardı orınlay alıw qábileti.

Salıstırıw kestesi

Algoritm túri	Esaplaw waqtı (ms)	Shifrtexst kólemi (KB)	Anıqlıq dárejesi	AI beyimlesiwsheńligi	Maksimal kóbeytiw shınjırı
Paillier (PHE)	12 ms	0.5 KB	100% (Pútin san)	Tómen (Tek sızıqlı)	0 (Kóbeytiw joq)
BFV (FHE)	340 ms	128 KB	100% (Pútin san)	Orta	Sheksiz (Boots-trapping penen)
CKKS (FHE)	185 ms	256 KB	99.99% (Bólshak)	Joaqarı (Neyron tarmaq)	Sheksiz (Rescaling penen)

Eksperimentte barlıq algoritmlerge birdey wazıypa qoyıldı hám tómendegi nátiyeler belgilendi:

1-keste: Algoritmderdiń matematikalıq minez-qulqı hám qátelik kórsetkishleri.

Algoritm	Kirgizilgen maǵlıwmat túri	AI funkciyasınıń orınlanıwı	Alınǵan nátiye	Salıstırma-lı qátelik (Error)
Paillier	Tek pútin sanlar	Tek sızıqlı qosıw hám skalyarǵa kóbeytiw	69	0.0% (Anıq)
BFV	Pútin sanlar/ Polinomlar	Qosıw hám kóbeytiw (Tolıq FHE)	69	0.0% (Anıq)
CKKS	Haqıyqıy hám bólshek sanlar	Kompleks hám túp sanlar (Jaqn FHE)	69.00012	< 0.00017% (Ruxsat etilgen)

Ádebiyatlar

- Gentry C. A fully homomorphic encryption scheme (Doctoral dissertation, Stanford University). Chapter 4, -P. 95-120. 2009.
- Paillier P. Public-key cryptosystems based on composite degree residuosity classes. In Advances in Cryptology — EUROCRYPT '99, -P. 223-238. 1999.
- Fan J., and Vercauteren, F. (2012). Somewhat Practical Fully Homomorphic Encryption. IACR Cryptol. ePrint Arch., 2012, -P. 144.
- Cheon J.H., Kim A., Kim M., Song Y. Homomorphic encryption for arithmetic of approximate numbers. In International cryptography (Asiacrypt 2017), pp. 409–437.
- Olaniyi O.O. A Novel AI-Driven Homomorphic Encryption Framework for Secure Real-Time Telehealth Data Analysis. Asian Journal of Research in Computer Science, 18(11), -P. 1-17. 2025.
- Ullah S., Li J., et al. Homomorphic Encryption Applications for IoT and Light-Weighted Environments: A Review. IEEE Internet of Things Journal, 12(2), -P. 45-58. 2025.
- Zokirov S.I., Inomjonov I.T., Nuraliyev S.S. Gomomorfik shifrlash (FHE) usullari va algoritmlari tahlili. Avtomatlashtirish, Elektronika va Sun'iy Intellect Respublika Konferensiyasi materiallari, 1(1), 2-3 b. 2026.
- Rivest R.L., Adleman L., Dertouzos M.L. On data banks and privacy homomorphisms. Foundations of secure computation, 4(11), -P. 169-180. 1978.
- Brakerski Z. Fully homomorphic encryption without modulus switching. In Advances in Cryptology – CRYPTO 2012, -P. 868-886.
- Halevi S., Shoup V. Algorithms in HELib. In Advances in Cryptology – CRYPTO 2014, -P. 554-571.
- Kim M., Lauter K. Private AI: Machine learning on encrypted data. IACR Cryptology ePrint Archive, 2015.

2-keste: Sistema nátiyeliligi kriteriyaları salıstırması.

Algoritm	Resurs jumsalıwı (CPU júklemesi)	Shifrtexst kólemi	Islew waqtı	IoT sáykesligi
Paillier	Júdá pás	0.5 KB	12 ms	Júdá joqarı (jeńil salmaqlı)
BFV	Júdá joqarı	128 KB	340 ms	Tómengi (Apparat tezletkishi kerek)
CKKS	Orta joqarı	256 KB	185 ms	Ortasha (Optimal teńsalmaqlıq)

Talqlaw. Eń nátiyeli variant tańlaw. Eger IoT sisteması tek ápiwayı sızıqlı agregatıcıyaldı (másele, ortasha mánisti esaplaw, sızıqlı regressiya) talap etse, Paillier algoritmi eń nátiyeli esaplanadı. (Waqt: 12 ms, Yad: 0.5 KB).

Biraq, zamanagóy quramalı AI/Deep Learning modelleri (másele, IoT anomalıyaların anıqlaw neyron tarmaqları) bólshek koefficientler hám jedellestiriw funkciyaları (Sigmoid, ReLU approksimaciyası) menen isleskeni sebepli, CKKS algoritmi *eń nátiyeli hám optimal variant* dep tabıldı. Ol BFV ǵa qaraǵanda bólshek sanlar ústindegi ámelderdi ~45% tezirek orınlaydı (185 ms).

Juwmaq. IoT maǵlıwmatların AI ortalıǵında qorǵawda gomomorf shifrlaw dástúriy sistemalarıdaǵı isenimsizlik mashqalasın túp-tiykarınan sheshedi. Izertlew sonı kórsetedi, ámeliyatta algoritm tańlawda IoT qurılmasınıń esaplaw quwatlılıǵı hám AI modeliniń quramalılıǵı esapqa alınırıw kerek. Keleshekte shetki esaplaw (Edge computing) qurılmaları ushın CKKS sxemaların apparat bóliminde (FPGA/ASIC) tezlestiriw kiberqawıpsızlık tarawınıń eń perspektivalı baǵdarı esaplanadı.

**УПАРКА ДИСТИЛЛЕРНОЙ ЖИДКОСТИ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА
КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ ООО СП «КУНГРАДСКИЙ СОДОВЫЙ ЗАВОД»**

Реймов Каржаубай Даулетбаевич – доктор философии технических наук, доцент

reymovk.d@mail.ru

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Эркаев Актан Улашевич – доктор технических наук, профессор

kafedranmkt@mail.ru

Ташкентский химико-технологический институт

Реймов Ахмед Мамбеткаримович – доктор технических наук, академик

Reymov@mail.ru

Каракалпакское отделение Академии наук Республики Узбекистан

Кучаров Бахрам Хайриевич – доктор технических наук, доцент

kafedranmkt@mail.ru

Ташкентский химико-технологический институт

**«ҚЎНҒИРОТ СОДА ЗАВОДИ» МЧЖ ҚҚда КАЛЦИЛАНГАН СОДА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
ЧИҚИНДИСИ ДИСТИЛЛЕР СУЎИҚЛИГИНИ БУЎЛАНТИРИШ**

Реймов Каржаубай Даулетбаевич – техника фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

Эркаев Актан Улашевич – техника фанлари доктори, профессор

Тошкент кимё-технология институти

Реймов Ахмед Мамбеткаримович – техника фанлари доктори, академик

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Қорақалпоғистон бўлими

Кучаров Бахрам Хайриевич – техника фанлари доктори, доцент

Тошкент кимё-технология институти

**EVAPORATION OF DISTILLER LIQUOR, A WASTE PRODUCT FROM SODA
ASH PRODUCTION AT THE «KUNGRAD SODA PLANT» JV LLC**

Reymov Karjaubay Dauletbayevich – Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Erkaev Aktam Ulashevich – Doctor of Technical Sciences, Professor

Tashkent Institute of Chemical Technology

Reymov Axmed Mambetkarimovich – Doctor of Technical Sciences, Academician

Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Kucharov Baxram Xayrievich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Tashkent Institute of Chemical Technology

Таянч сўзлар: ресурсларни қайта ишлаш, босимни пасайтириш, бўғлатиш жараёни, суспензияни филтрлаш, таркибга эришиш.

Резюме. "Қўнғирот сода заводи" МЧЖ томонидан ушбу ишлаб чиқаришнинг иккиламчи энергия ресурсларидан фойдаланган ҳолда дистиллер суюқлигини қайта ишлашнинг комплекс технологияси ишлаб чиқилган бўлиб, чиқинди дистиллер суюқлиги мавжуд эмас ёки унинг миқдори минималлаштирилган, ишлаб чиқаришни сув билан таъминлаш муаммоси ҳал қилинган.

Ключевые слова: переработка ресурсов, снижение давления, процесса упарки, фильтрации суспензии, достижения содержания.

Резюме. ООО «Кунградский содовый завод» с использованием вторичных энергоресурсов данного производства разработана комплексная технология переработки дистиллерной жидкости, в которой отсутствует или минимализировано количество выбрасываемого отхода – дистиллерная жидкость, решается проблема обеспечения производства водой.

Key words: resource processing, pressure reduction, evaporation process, suspension filtration, achievement of content.

Summary. "Kungrad Soda Plant" LLC has developed a comprehensive technology for processing distillation fluid using secondary energy resources from this production, which eliminates or minimizes the amount of waste-distillation fluid – and solves the problem of supplying production with water.

На данном этапе испытывали возможность применения отхода производства (дистиллерная жидкость) ООО СП «Кунградский содовый завод». Как показали результаты исследования на первом и втором этапе данной работы, при регенерации НДЭГ из системы выделяется вода и выпадают кристаллы хлорида натрия.

Исследования начали с определения состава дистилляционной жидкости, выходящей из Кунградского содового завода, плотность раствора – 1,133 г/см³. Полученные результаты представлены в таблице 1 ниже.

Таблица 1. Химический состав дистилляционной жидкости, выходящей из Кунградского содового завода

П.н.	Компоненты	Среднее количество, масс. %
1	CaCl ₂	9,2-12
2	NaCl	5-6,5
3	Ca(OH) ₂	0,1-0,15
4	H ₂ O	80-82

Согласно данным таблицы, дистилляционная жидкость Кунградского содового завода наряду с хлоридом кальция содержит достаточное количество NaCl. Поваренная соль отрицательно влияет на образование хлорида кальция в чистом виде и на процесс фильтрации тоже.

Получение товарного хлорида кальция из дистиллерной жидкости путем выпаривания 9-10%-ного раствора CaCl_2 до 67% важно с точки зрения утилизации отхода и получения товарного продукта со снижением потребления таких исходных сырьевых материалов как вода и хлорид натрия.

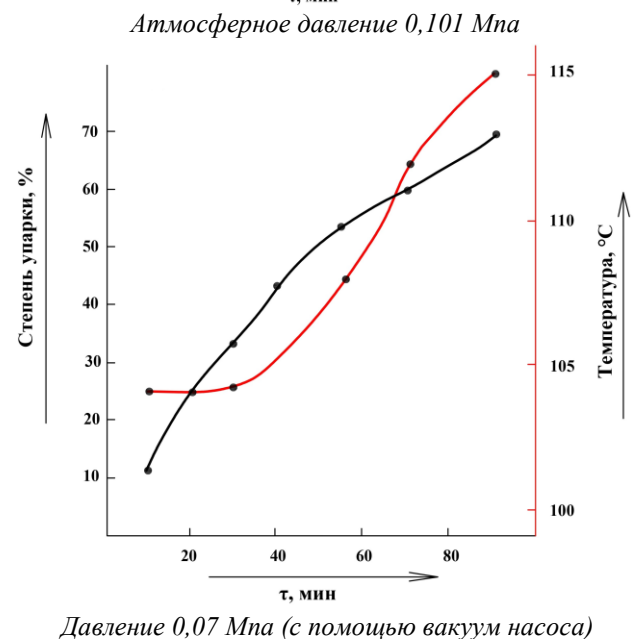
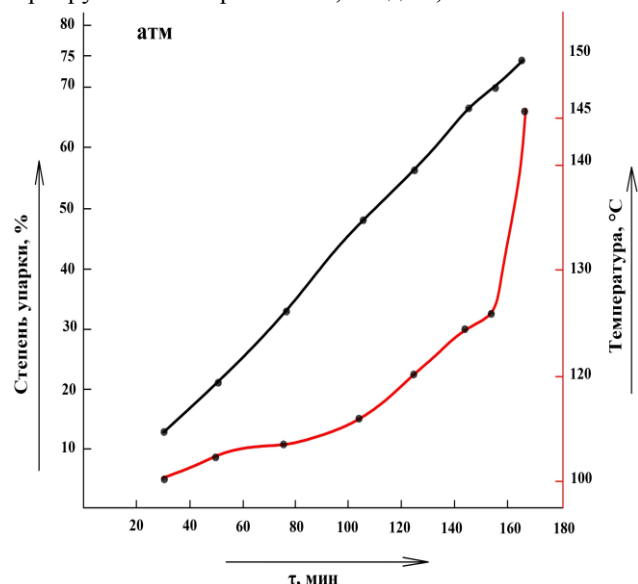
Анализом диаграммы было определено влияние степени упарки, pH упаренного раствора и количества образующегося хлорида натрия на тонну исходной дистиллерной жидкости (кг/т). Исследование проводили под вакуумом и изучали влияния давления на процесс выпаривания дистиллерной жидкости. Для изучения влияния остаточного давления (вакуума) на кинетику процесса упарки его изменяли в диапазоне от 0,030 до 0,101 МПа. Полученные данные представлены в таблице 2, а также на рисунках 4 и 5.

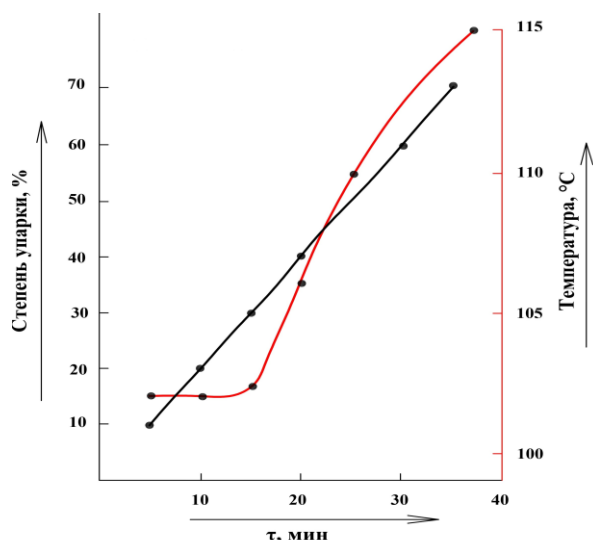
Таблица 2. Исследование влияния остаточного давления на процесс выпаривания дистиллерной жидкости

№	ΔP МПа	Степень упарки, %	Время, τ (мин)	t, °C	ρ _{фил} , г/см ³	Выход твердой фазы относительно исходному жидкости, %	Влага твердой фазы, %	Выход жидкой фазы относительно исходному жидкости, %
1	0,101	11,67	30	110				
		20	70	110				
		30	90	112				
		45,3	120	114				
		50	130	116				
		60	145	120	1,8131	3,07	27,9	32,67
2	0,101	15	28	110				
		33,3	60	114				
		50	72	118				
		66,67	120	124	1,9082	4,04	20,45	24,83
3	0,101	13,3	30	110				
		21,6	50	112				
		33,3	75	114				
		48,3	105	118				
		56,6	125	120				
		66,67	145	124				
		70	155	126				
		75	165	145	1,9906	10,48	7,89	5,94
4	0,07	10,7	10	104				
		25	20					
		33,3	30					
		43,3	40					
		54	55	108				
		60	65	112				
		70	85	115	1,9203	3,81	5,26	24,33

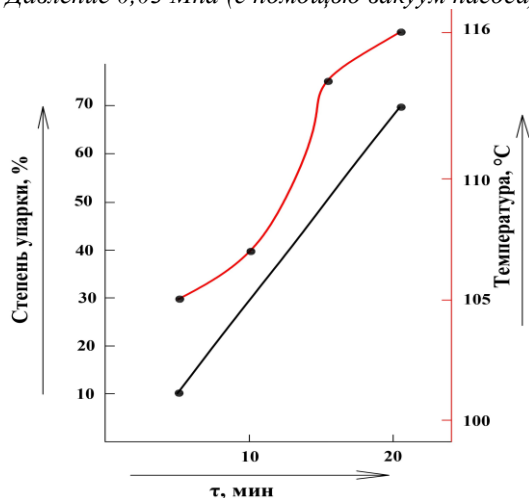
5	0,05	13,3	10	105				
		21,67	20					
		31,67	30					
		41,67	43					
		51,67	53					
		58,3	63		1,80824	2,91	29,17	36,04
6	0,03	10	5	102				
		20	10					
		30	15					
		40	20	106				
		50	25	110				
		60	30					
7	0,01	70	35	115	1,9175	5,82	6,52	20,97
		10	5	105				
		25	10	107				
			15	114				
		70	20	116	1,8946			25,29

Из таблицы 2 видно, что независимо от условий упарки, выход твёрдой фазы по отношению к массе исходной жидкости в зависимости от степени упарки составляет от 2,91 до 10,48 %. Плотность фильтрата варьируется в интервале от 1,808 до 1,991 кг/м³.





Давление 0,03 Мпа (с помощью вакуум насоса)



Давление 0,01 Мпа (с помощью вакуум насоса)

Рис.1. Выпарка дистиллированной жидкости при разных остаточных давлениях

Как видно из таблицы 2 и рисунка 1, при снижении остаточного давления уменьшаются продолжительность и температура процесса упарки, необходимая для достижения заданной степени упарки.

Например, при степени упарки 60 %, снижение давления от 0,101 до 0,070; 0,030 и 0,010 МПа приводит к уменьшению продолжительности процесса упарки с 139,146 до 75,112; 30,111 и 18 минут соответственно, а температура процесса составляет около 110 °С.

На основе полученных данных построена номограмма, позволяющая определить влияние уровня вакуума на продолжительность и температуру процесса упарки для достижения заданной степени упарки. Эта номограмма может использоваться для инженерных расчётов и предварительного определения входных параметров процесса упарки в зависимости от условий.

Пример расчёта: для определения продолжительности и температуры упарки при остаточном давлении 0,07 и 0,03 МПа до степени упарки 30 %, от соответствующих значений давления на оси абсцисс проводим перпендикуляры до пересечения с кривыми зависимости степени упарки от времени и температуры.

В результате: при 0,07 МПа – продолжительность упарки составляет 32 минуты, температура процесса – 104 °С; при 0,03 МПа – продолжительность составляет 18 минут, температура – 102 °С.

Аналогично можно определить параметры процесса упарки и для других заданных условий.

Необходимо отметить, что до достижения уровня вакуума в 0,07 МПа влияние разрежения на скорость и температуру процесса упарки существенно. Однако дальнейшее снижение давления (ниже 0,03 МПа) не даёт значительного эффекта, поэтому оптимальным значением остаточного давления является 0,03 МПа.

Как показано на рис. 6, при упарке раствора – дистиллянтной жидкости – при перепаде давления $\Delta P = 0,03$ МПа и температуре упарки 70 °С, в основном содержатся натрий, кальций и хлор в количествах 24,66; 5,44 и 41,19 соответственно.

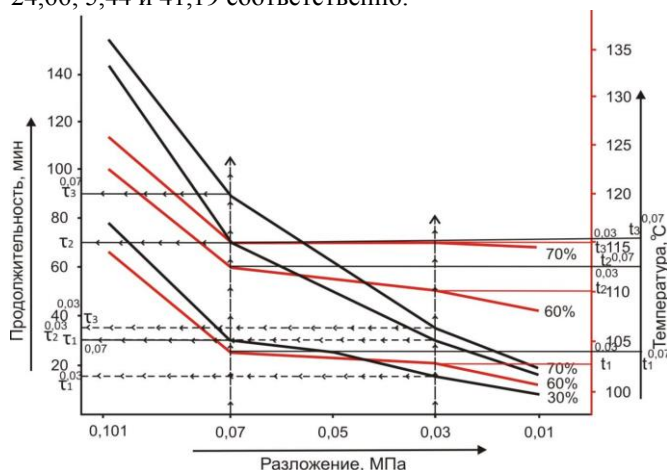


Рис. 6. Упарка раствора дистиллянтной жидкости в зависимости от перепада давления и температуры

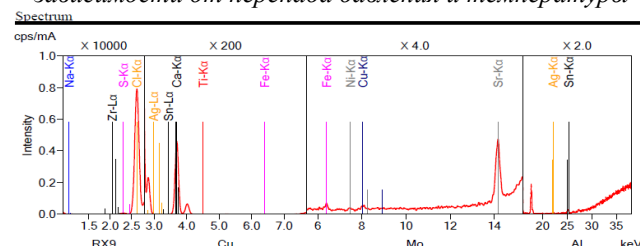


Рис. 7. Рентгеновская флуоресценция твердой фазы при давлении 0,03 МПа

Таблица 3. Химический состав непромытой твердой фазы

№	Компоненты (в виде оксидов)	При разных величин давления		
		0,07 МПа	0,03 МПа	0,01 МПа
		Массовая доля, %		
1	Cl	24,1	26,3	30
2	Na ₂ O	39,7	44,5	46
3	SO ₃	1,29	1,01	1,28
4	CaO	7,18	4,85	5,39
5	TiO ₂	-	0,0028	-
6	Fe ₂ O ₃	-	0,0044	-
7	NiO	-	0,0009	-
8	CuO	0,0011	0,0011	0,0013
9	SrO	0,0023	0,0026	0,0024
10	ZrO ₂	0,118	0,118	0,117
11	Ag ₂ O	0,0007	0,0005	0,0005
12	SnO ₂	0,0015	0,0018	-
13	K ₂ O	0,0217	-	0,0254

Из рисунка 7 и таблицы 3 видно, что непромытый осадок в основном состоит из ионов хлора и оксидов натрия, суммарное содержание которых составляет 70,88–76,0 %. Остальная часть приходится на сульфаты и оксид кальция, доля которых варьируется в зависимости от условий и составляет 1,01–1,29 % и 4,85–7,18 % соответственно. Суммарное содержание прочих оксидов не превышает 0,15 %.

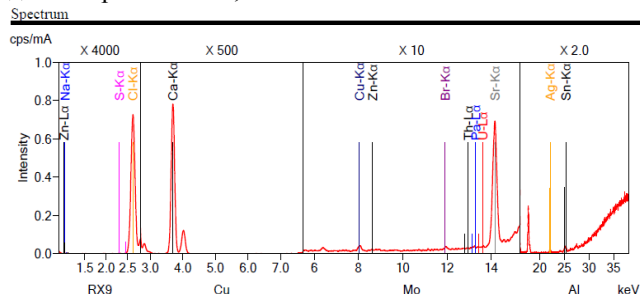


Рис. 8. Рентгеновская флуоресценция фильтра при давлении 0,03 МПа

Таблица 4. Химический состав жидкой фазы

№	Компоненты (в виде оксидов)	При разных величин давления			
		0,101 МПа	0,07 МПа	0,03 МПа	0,01 МПа
		Массовая доля, %			
1	Cl	26,2	25,16	25,7	24,4
2	H ₂ O	51,9	53,1	52,9	55,8
3	SO ₃	0,105	0,0853	0,106	0,115
4	CaO	21,7	21,0	21,1	19,5
5	Fe ₂ O ₃	-	0,0068	-	-
6	CuO	0,0033	0,0042	0,0029	0,0043
7	ZnO	0,0010	0,0009	0,0009	-
8	ZrO ₂	0,0161	0,184	0,181	0,182
9	Ag ₂ O	0,0008	-	0,0010	0,0013
10	U ₃ O ₈	0,0008	0,0004	0,0004	0,0005
11	ThO ₂	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004
12	Br	0,0003	-	0,0004	0,0003
13	SrO	0,0101	0,0096	0,0096	0,0090

Таким образом, можно заключить, что непромытый осадок преимущественно представлен солями хлоридов и сульфатов натрия и кальция.

Из рисунка 8 и таблицы 7 видно, что полученный фильтрат в основном состоит из воды, хлора и оксида кальция, совокупное содержание которых превышает 99 %. Суммарное содержание остальных оксидов не превышает 1 %.

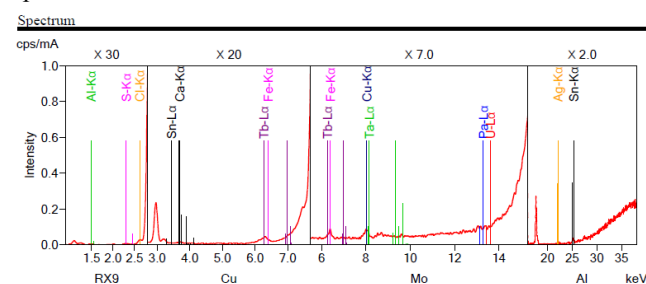


Рис. 9. Рентгеновская флуоресценция конденсата при давлении 0,03 МПа

Таблица 5. Химический состав конденсата

№	Компоненты (в виде оксидов)	При разных величин давления			
		0,101 МПа	0,07 МПа	0,03 МПа	0,01 МПа
		Массовая доля, %			
1	Cl	-	0,0021	0,0031	0,0061
2	H ₂ O	99,8	99,6	99,8	99,7
3	Pa	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
4	Al ₂ O ₃	0,149	0,140	0,174	0,186
5	SiO ₂	-	0,179	-	0,0166
6	SO ₃	0,0071	0,0117	0,0060	0,0095
7	CaO	-	0,0023	0,0038	0,0047
8	Fe ₂ O ₃	0,0017	0,0022	0,0016	0,0021
9	CuO	0,0007	0,0008	0,0005	0,0007
10	ZnO	0,0002	0,0003	-	0,0003
11	ZrO ₂	0,0546	0,0382	0,0439	0,0547
12	Ag ₂ O	0,0005	0,0002	0,0003	0,0004
13	SnO ₂	0,0015	-	0,0009	0,0016

Таким образом, можно сделать вывод, что фильтрат представляет собой раствор хлорида кальция.

Из рисунка 9 и таблицы 5 видно, что полученный конденсат, независимо от условий упарки, на 99,6–99,8 % состоит из воды. Содержание оксидов и других элементов не превышает 0,2–0,4 %, а кальций и магний практически отсутствуют.

Таким образом, полученный конденсат по составу относится к категории дистиллированной воды.

Также, из физико-химических анализов видно, что при выпаривании дистиллированной жидкости под вакуумом в конденсат выходит чистая вода, которую в дальнейшем можно использовать в технологическом процессе производства кальцинированной соды. Также важно отметить, что в регионе, где расположен содовый завод, наблюдается нехватка воды и использование отходящих жидкостей является актуальным решением данной проблемы. Жидкая фаза с концентрацией 30 и 40 % перерабатывается на закрепитель засоленных песков и/или продолжается вторая стадия упарки с получением плавяного хлорида кальция.

Для разработки стадии разделения образующихся солевых осадков изучали процессы седиментации осадков и фильтрации суспензии в зависимости от температуры и соотношения Ж:Т. Упарку раствора продолжали до достижения содержания CaCl₂ 40–45 %, поскольку дальнейшее повышение концентрации не влияет на содержание хлорида натрия в жидкой фазе. С повышением концентрации CaCl₂ раствор становится более вязким, что затрудняет осаждение и фильтрацию кристаллов хлорида натрия. Поэтому предлагаем проводить процесс упарки в две стадии. Первая стадия продолжается до содержания хлорида кальция не более 45 % и после отделения кристаллов хлорида натрия начинается вторая стадия. Поэтому процесс седиментации и фильтрации проводили при 80 °С.

Как показал седиментационный анализ, при отстаивании могут образоваться соляные суспензии с Ж:Т=1:1– 5:1 в течении 10 мин.

Поэтому нами был изучен процесс фильтрации при Ж:Т=1:1, 2:1, 4:1, 5:1 в интервале температуры 20–80 °С.

Как показали исследования, с повышением Ж:Т от 1:1 до 5:1 плотность суспензии снижается от 1,59 и 1,57 до 1,40 и 1,38 г/см³ соответственно при 20 и 80 °С.

Такая же картина наблюдается с вязкостью суспензии, которая снижается от 1,59 и 1,29 до 0,21 и 0,15 сПз. Из данных вытекает, что при одинаковых условиях с повышением температуры от 20 до 80⁰С плотность и вязкость снижаются на 0,02-0,03г/см³ и 0,06-0,3 сПз соответственно. С повышением Ж:Т от 1:1 до 5:1 скорость фильтрации образующейся суспензии увеличивается с 233 и 360,9 до 938,5 и 1207,5 кг/м² *см по жидкой фазе и снижается с 240,0 и 426,3 до 191,8 и 225,84 кг/м²*час по твердой фазе соответственно при 20 и 80⁰С. С повышением температуры скорость фильтрации увеличивается в 1,18-1,77 и 1,286-1,5481 раза соответственно по твердой и жидкой фазе.

Таким образом, солевая суспензия, образующаяся при упарке дистиллерной жидкости до 45%, быстро декантируется и легко фильтруется (таблица 6).

Таблица 6. Скорость фильтрации суспензии, образующейся при упарке дистиллерной жидкости

№ опытов	Соотношение Ж:Т	При 20 ⁰ С			
		скорость фильтрации, кг/м ² час		ρ, г/см	η, мПа с
		по твердому осадку	по жидкой фазе		
1	5:1	191,8	938,5	1,40	210,0
2	4:1	205,11	825,28	1,42	220,5
3	2:1	239,4	483,01	1,48	410,4
4	1:1	240	233	1,59	1590,1

№ опытов	Соотношение Ж:Т	При 80 ⁰ С			
		скорость фильтрации, кг/м ² час		ρ, г/см	η, мПа с
		по твердому осадку	по жидкой фазе		
1	5:1	225,89	1207,5	1,38	150,0
2	4:1	315,05	1431,0	1,39	180,4
3	2:1	347,92	747,40	1,460	210,1
4	1:1	426,3	360,9	1,570	1290

Таким образом, мы получили растворы с концентрацией 30, 40 и 50% и плавленые таблетированные продукты хлорида кальция с диаметром частиц

-4 ÷ +3; -3 ÷ +1; -1 ÷ +0,5 пригодных для применения осушки природного газа фотография которых представлены на рисунке 10.

Растворы хлористого кальция представляют собой эффективное и экономичное средство для абсорбции водяного пара в различных промышленных процессах. Их высокая гигроскопичность, доступность и простота регенерации делают их незаменимыми в системах осушки. Однако для достижения максимальной эффективности требуется учитывать такие факторы, как концентрация раствора, температура процесса и возможные риски коррозии.

Литература

1. Авт. св. Франция № 2232494. Удаление сточных вод сатурационного процесса при производстве кальцинированной соды / Solvay&Cie.// РЖХим 15Л08П.-Б.И-1976. № 73.
2. Авт. св. Япония № 56 - 45824. Переработка отходов производства кальцинированной соды / Такэясу-Хироаки, УтидаАкира, Имада Кадзутоси. //РЖХ 5Л46П. 1979.
3. Асиров С.К., Искендеров А.М., Атакузиев Т.А. Свойства портландцемента с добавками дистиллерной жидкости // «Умидли кимёгарлар – 2013». Илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. –Ташкент: 2016. I-том, 17-18-б.
4. Искендеров А.М., Тоиров З.К., Бобокулов А.Н. Влияние оксида кремния на скорость осаждения дистиллерногошлама. // «Умидли кимёгарлар – 2017». Илмий техникавий анжуманидаги мақолалар тўплами. –Ташкент: 2017. 39-40-б.
5. Сабырбаева М., Реймов К., Искендеров А.М., Султанмуратова Э. Исследование процесса осаждения ионов кальция дистиллерной жидкости сульфатом натрия. // Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник. –Ташкент: №1, 2017. -С.69-70.
6. Iskenderov A.M. The influence of additives of distilled liquids, containing NaCl and CaCl₂ on the process of mineralformation at roasting of sulphate containing blend // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences.-Austria, Vienna, 2020.- P.18-21.

**CARDIOAI-DSS DASTURIY TIZIMIDA YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARI XAVFINI
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA BAHOLASH****Saytov Kamiljan Begdullaevich** – *assistent o'qituvchi*kamiljansaytov@gmail.com**Bekniyazova Nurjamal Danaevna** – *assistent o'qituvchi***Xudaynazarova Malika Orinbaevna** – *assistent o'qituvchi**Nukus davlat texnika universiteti***ОЦЕНКА РИСКА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В CARDIOAI-DSS****Сайтов Камилжан Бегдullaевич** – *ассистент преподаватель***Бекниязова Нуржамал Данаевна** – *ассистент преподаватель***Худайназарова Малика Оримбаевна** – *ассистент преподаватель**Нукусский государственный технический университет***AI-BASED CARDIOVASCULAR DISEASE RISK ASSESSMENT IN CARDIOAI-DSS****Saytov Kamiljan Begdullaevich** – *assistant teacher***Bekniyazova Nurjamal Danaevna** – *assistant teacher***Xudaynazarova Malika Orinbaevna** – *assistant teacher**Nukus State Technical University*

Tayanch so'zlar: sun'iy intellekt, yurak-qon tomir kasalliklari, qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimi, CNN, ECG, SHAP, mashinali o'qitish.

Rezyume. Maqolada yurak-qon tomir kasalliklari xavfini baholashga mo'ljallangan CardioAI-DSS dasturiy tizimi bayon qilinadi. Tizim klinik ma'lumotlar, Cardiovascular Disease datasetlari va ECG signallarini tahlil qilish uchun klassik mashinali o'qitish hamda CNN modellaridan foydalanadi. Natijalar Accuracy, Precision, Recall, F1-score, AUC, confusion matrix va SHAP izohi orqali baholandi. Dastur shifokor tashxisini almashtirmaydi, balki dastlabki riskni baholashda yordamchi vosita sifatida qaraladi.

Ключевые слова: искусственный интеллект, сердечно-сосудистые заболевания, система поддержки принятия решений, CNN, ECG, SHAP, машинное обучение.

Резюме. В статье рассматривается CardioAI-DSS для оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний. Система применяет модели машинного обучения и CNN для анализа клинических данных, Cardiovascular Disease dataset и ECG сигналов. Результаты оценивались метриками Accuracy, Precision, Recall, F1-score, AUC, confusion matrix и SHAP. Программа является вспомогательным инструментом и не заменяет диагноз врача.

Key words: artificial intelligence, cardiovascular diseases, decision support system, CNN, ECG, SHAP, machine learning.

Summary. The article presents CardioAI-DSS for cardiovascular disease risk assessment. The system applies machine learning and CNN models to clinical data, Cardiovascular Disease datasets, and ECG signals. The models were evaluated using Accuracy, Precision, Recall, F1-score, AUC, confusion matrix, and SHAP explanations. The software supports preliminary risk assessment and does not replace physician diagnosis.

Kirish. Yurak – qon tomir kasalliklari erta aniqlanishi lozim bo'lgan muhim tibbiy muammolardan biridir. Klinik ko'rsatkichlar va ECG signallaridan samarali foydalanish shifokorga qo'shimcha tahliliy yordam beradi. Katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlashda sun'iy intellekt algoritmlari yashirin bog'liqliklarni aniqlash va yakka bemor uchun risk ehtimolini hisoblash imkonini beradi [1].

Mazkur tadqiqotning maqsadi CardioAI-DSS dasturiy tizimini ishlab chiqish, unda UCI Heart Disease, Cardiovascular Disease, MIT-BIH va PTBDB datasetlari asosida modellarni sinovdan o'tkazish hamda natijalarni baholashdan iborat.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda UCI Heart Disease turidagi 1025 ta yozuvli klinik dataset, tozalashdan keyin 68597 ta yozuvli Cardiovascular Disease dataset, shuningdek MIT-BIH va PTBDB ECG datasetlaridan foydalanildi [1-3]. UCI dataset age, sex, cp, trestbps, chol, fbs, restecg, thalach, exang, oldpeak, slope, ca, thal va target ustunlaridan iborat. Cardiovascular dataset esa age, gender, height, weight, ap_hi, ap_lo, cholesterol, gluc, smoke, alco, active va cardio ko'rsatkichlarini o'z ichiga oladi.

Klinik ma'lumotlar uchun Logistic Regression, KNN, SVM, Decision Tree, Random Forest, Extra Trees, Gradient Boosting, Hist Gradient Boosting, AdaBoost va XGBoost modellaridan foydalanildi [4, 5]. Model qarorini tushuntirishda SHAP usuli qo'llanildi [6].

ECG tahlilida CNN modeli ishlatildi. Har bir ECG yozuvi 187 ta signal qiymati va bitta label ustunidan iborat. CNN signal ichidagi lokal morfologik belgilarni avtomatik topadi: Conv1D qatlamlari kichik signal fragmentlaridan QRS kompleksiga o'xshash patternlarni ajratadi, MaxPooling1D muhim belgilarni saqlagan holda o'lchamni kamaytiradi, Dense qatlamlar esa yakuniy sinfni aniqlaydi [7]. MIT-BIH 5 sinfli, PTBDB esa normal/abnormal binary klassifikatsiya sifatida ko'rildi.

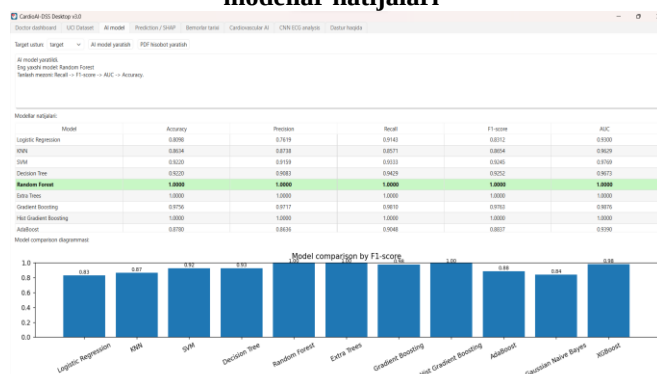
Dastur Python tilida ishlab chiqildi. Interfeys uchun PyQt6, ma'lumotlarni qayta ishlash uchun pandas va numpy, modellar uchun scikit-learn, XGBoost va TensorFlow/Keras, grafiklar uchun matplotlib, bemorlar tarixini saqlash uchun SQLite ishlatildi.

Natijalar. CardioAI-DSS dasturida UCI dataset yuklash, model o'qitish, yakka bemor riskini aniqlash, SHAP izohi, Cardiovascular AI, CNN ECG analysis va

bemorlar tarixi modullari yaratildi. UCI dataset bo'yicha Logistic Regression, SVM, Random Forest, Gradient Boosting va Hist Gradient Boosting ichki testda 1.0000 F1-score ko'rsatdi. KNN 0.9266, Extra Trees 0.9863, AdaBoost 0.9302 F1-score berdi. Bu natijalar ichki test natijalari bo'lib, kross-validatsiya bilan qo'shimcha tekshirishni talab qiladi.

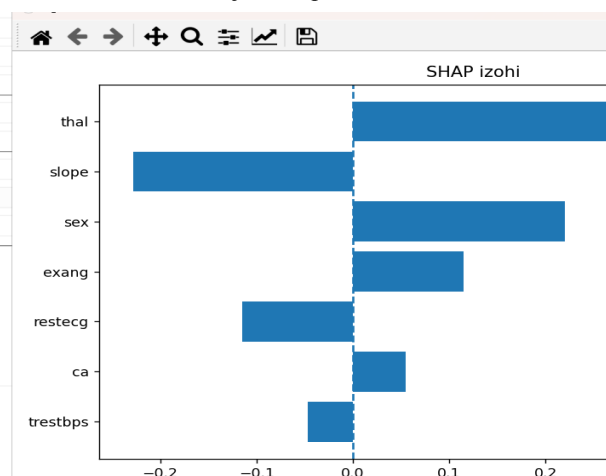
Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC
Logistic Regression	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
KNN	0.9220	0.9182	0.9352	0.9266	0.9874
SVM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Decision Tree	0.9317	0.9123	0.9630	0.9369	0.9925
Random Forest	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Extra Trees	0.9854	0.9730	1.0000	0.9863	1.0000
AdaBoost	0.9268	0.9346	0.9259	0.9302	0.9882

1-jadval. UCI Heart Disease dataset bo'yicha modellar natijalari



1-rasm. UCI dataset bo'yicha modellarni F1-score mezonida solishtirish

Yakka bemor uchun SHAP diagrammasi model qaroriga tal, slope, sex, exang, restecg va ca belgilarining sezilarli ta'sir qilganini ko'rsatdi. Sinovda 50 yoshli bemor uchun risk 99.38% bo'lib, natija "Yuqori xavf" sifatida baholandi.



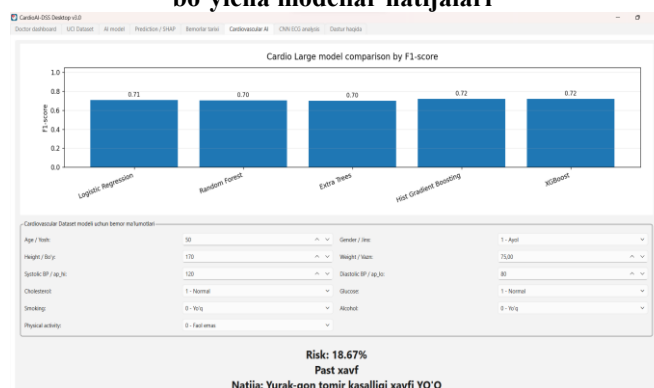
2-rasm. Yakka bemor bo'yicha AI qarorini SHAP orqali izohlash

Cardiovascular Disease datasetida Hist Gradient Boosting 0.7345 accuracy va 0.8029 AUC, XGBoost esa 0.7340 accuracy va 0.8033 AUC ko'rsatdi. Tanlash mezonini Recall

-> F1-score -> AUC -> Accuracy bo'yicha Extra Trees modeli amaliy dasturda eng yaxshi model sifatida belgilandi. Sinovda 49 yoshli ayol bemor uchun risk 18.67% bo'lib, "Past xavf" natijasi olindi.

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC
Logistic Regression	0.7250	0.7476	0.6706	0.7070	0.7923
Random Forest	0.7108	0.7126	0.6962	0.7043	0.7732
Extra Trees	0.7010	0.6973	0.6993	0.6983	0.7539
Hist Gradient Boosting	0.7345	0.7540	0.6877	0.7193	0.8029
XGBoost	0.7340	0.7538	0.6868	0.7187	0.8033

2-jadval. Cardiovascular Disease dataset bo'yicha modellar natijalari

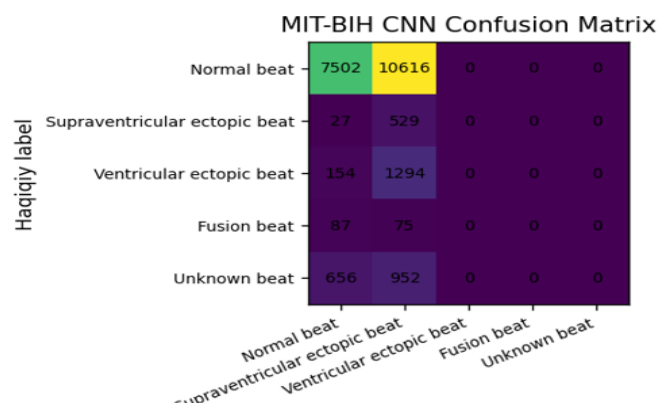


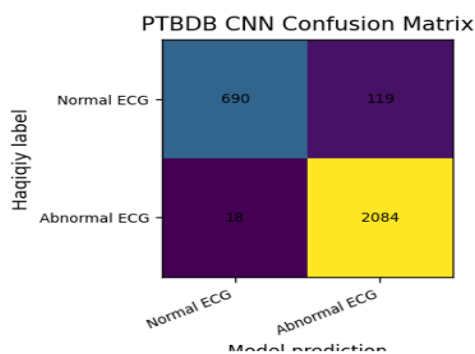
3-rasm. Cardiovascular AI bo'limida model solishtirish va yakka bemor riskini baholash.

ECG bo'limida PTBDB datasetida CNN modeli 0.9529 Accuracy, 0.9539 Precision, 0.9529 Recall va 0.9519 F1-score natijasiga erishdi. MIT-BIH datasetida esa 5 sinfli klassifikatsiyada 0.3668 Accuracy va 0.4697 F1-score olindi. Bu MIT-BIH uchun modelni yanada takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi.

Dataset	Model	Train	Test	Acc.	Prec.	Recall	F1
MIT-BIH	CNN	87554	21892	0.3668	0.7378	0.3668	0.4697
PTBDB	CNN	11641	2911	0.9529	0.9539	0.9529	0.9519

3-jadval. ECG CNN modeli natijalari





4-rasm. MIT-BIH va PTBDB datasetlari bo'yicha CNN confusion matrix natijalari

Muhokama. UCI dataset bo'yicha ayrim modellarda juda yuqori natija kuzatildi. Bunday holat datasetning ichki xususiyatlari, takrorlanishlar yoki train/test ajratish xususiyatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli natijalar ichki test sifatida talqin qilinib, kross-validatsiya keyingi bosqich sifatida belgilandi.

Adabiyotlar

1. Detrano R., Janosi A., Steinbrunn W. et al. International application of a new probability algorithm for the diagnosis of coronary artery disease. // American Journal of Cardiology, Vol. 64, No. 5, 1989. -P. 304-310.
2. Moody G.B., Mark R.G. The impact of the MIT-BIH Arrhythmia Database. // IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol. 20, No. 3, 2001. -P. 45-50.
3. Bousseljot R., Kreiseler D., Schnabel A. Nutzung der EKG-Signaldatenbank CARDIODAT der PTB. // Biomedizinische Technik, Vol. 40, 1995. -P. 317-318.
4. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. // Journal of Machine Learning Research, Vol. 12, 2011. -P. 2825-2830.
5. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2016.
6. Lundberg S.M., Lee S.I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. // Advances in Neural Information Processing Systems, 2017.
7. Chollet F. Deep Learning with Python. - New York: Manning Publications, 2018.

Cardiovascular datasetda natijalar barqarorroq bo'ldi. AUC bo'yicha XGBoost va Hist Gradient Boosting ustunlik qildi, Recall mezonini bo'yicha esa Extra Trees tanlandi. Tibbiy AI tizimlarida Recall muhim, chunki kasallik xavfi bor bemorni sog'lom deb baholash klinik jihatdan xavfli xatolikdir.

PTBDB datasetidagi CNN natijasi ECG binary klassifikatsiyasida samarali bo'ldi. MIT-BIH natijasi cheklov sifatida ko'rsatildi: model ayrim sinflarni yetarlicha ajrata olmadi. Kelgusida focal loss, data augmentation, class balancing va chuqurroq 1D-CNN yoki ResNet arxitekturalari sinovdan o'tkaziladi.

Xulosa. CardioAI-DSS dasturiy tizimi yurak-qon tomir kasalliklari xavfini baholash, klinik ma'lumotlarni tahlil qilish, ECG signallarini CNN orqali klassifikatsiya qilish va natijalarni bemorlar tarixida saqlash imkoniyatiga ega. Tizim shifokor tashxisini almashtirmaydi, balki dastlabki risk baholash va qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi yordamchi vosita sifatida foydalanilishi mumkin.

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya**QORAQALPOG'ISTONDA O'SUVCHI *TRIBULUS TERRESTRIS* L. NING
BIOLOGIK-EKOLOGIK XUSUSIYATLARI VA XO'JALIK AHAMIYATI**

Ajiev Alisher Baxtibayevich – biologiya fanlari doktori, professor

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Perdebayeva Gulasal Asqar qizi – O'quv ishlari bo'yicha direktor o'rinbosari

asal.askarovna1004@gmail.com

To'rtko'l tuman 1-son texnikumi

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ
TRIBULUS TERRESTRIS L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В КАРАКАЛПАКСТАНЕ**

Ажиев Алишер Бахтибаевич – доктор биологических наук, профессор

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Пердебаяева Гуласал Аскарровна – заместитель директора по учебной работе

Техникум №1 Турткульского района

**BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL FEATURES AND ECONOMIC IMPORTANCE
OF *TRIBULUS TERRESTRIS* L. GROWING IN KARAKALPAKSTAN**

Ajiev Alisher Bakhtibayevich – Doctor of Biological Sciences, Professor

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Perdebayeva Gulasal Askarovna – Deputy Director for Academic Affairs

Technical School No. 1 of the Turtkul District

Tayanch so'zlar: *Tribulus terrestris* L., dorivor o'simlik, bioekologiya, flavonoidlar, steroid saponinlar, Qoraqalpog'iston.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida tabiiy holda tarqalgan *Tribulus terrestris* L. (temirtikan) o'simligining biologik, ekologik va morfologik xususiyatlari hamda xo'jalikdagi ahamiyati tahlil qilindi. Tadqiqot davomida o'simlikning tarqalish areali, yashash muhiti, morfologik va anatomik belgilari, biologik faol moddalar tarkibi hamda dorivor xususiyatlari ilmiy adabiyotlar va dala kuzatuvlari asosida baholandi. Olingan natijalar *Tribulus terrestris* ning Qoraqalpog'istonning qurg'oqchil va sho'rlangan hududlariga yuqori darajada moslashganligini, uning flavonoidlar, steroid saponinlar, alkaloidlar va boshqa biologik faol birikmalarga boy ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot natijalari ushbu turning dorivor o'simlik sifatida farmatsevtika sanoatida, xalq tabobatida hamda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va bioxilma-xillikni saqlashda muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqlaydi.

Ключевые слова: *Tribulus terrestris* L., лекарственное растение, биоэкология, флавоноиды, сапонины, Каракалпакстан.

Резюме. В статье представлены результаты исследования биологических, экологических и хозяйственно ценных особенностей *Tribulus terrestris* L., произрастающего на территории Республики Каракалпакстан. Изучены морфологические, анатомические признаки растения, особенности распространения, химический состав и перспективы практического использования. Установлено, что данный вид хорошо адаптирован к засушливым и засоленным условиям региона и является ценным источником биологически активных веществ, широко применяемых в фармакологии и народной медицине.

Key words: *Tribulus terrestris* L., medicinal plant, bioecology, flavonoids, steroidal saponins, Karakalpakstan.

Summary. This study investigates the biological, ecological and economic characteristics of *Tribulus terrestris* L., a medicinal plant naturally distributed in the Republic of Karakalpakstan. Morphological and anatomical characteristics, ecological distribution, habitat conditions, chemical composition and medicinal properties of the species were evaluated based on field observations and scientific literature. The findings indicate that *T. terrestris* is well adapted to arid and saline environments and contains significant amounts of biologically active compounds, including steroidal saponins, flavonoids and alkaloids. The obtained results demonstrate the importance of this species for pharmaceutical production, traditional medicine, biodiversity conservation and sustainable utilization of natural plant resources.

Kirish. So'nggi yillarda dunyo miqyosida dorivor o'simliklarni ilmiy jihatdan o'rganish, ularning biologik faol moddalarini aniqlash hamda farmatsevtika sanoatida qo'llashga bo'lgan qiziqish tobora ortib bormoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, dunyo aholisining qariyb 80 foizi birlamchi tibbiy yordamda o'simliklardan olinadigan tabiiy preparatlardan foydalanadi. [1] Shu sababli dorivor o'simliklarning biologik va ekologik xususiyatlarini chuqur o'rganish zamonaviy biologiya, ekologiya va farmakologiyani muhim ilmiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Markaziy Osiyo, jumladan O'zbekiston florasida dorivor o'simliklarga boy bo'lib, ularning ko'pchiligi tabiiy resurs sifatida yuqori iqtisodiy va farmatsevtik ahamiyatga ega. Ana shunday istiqbolli dorivor o'simliklardan biri *Tribulus terrestris* L. (temirtikan) hisoblanadi. Ushbu tur Zygothylaceae oilasiga mansub bo'lib, qurg'oqchil, yarim cho'l va cho'l hududlarida keng tarqalgan. [8, 13, 16-17]

Tribulus terrestris tarkibida steroid saponinlar (protodioscin, dioscin), flavonoidlar, alkaloidlar, fenol birikmalari, efir moylari hamda mikroelementlar mavjudligi sababli u farmakologiyada katta qiziqish uyg'otmoqda

[2-4]. Ushbu biologik faol moddalar antioksidant, yallig'lanishga qarshi, diuretik, gipolipidemik va immunomodulyator ta'sir ko'rsatishi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan.

Qoraqalpog'iston Respublikasi tabiiy-iqlim sharoitining o'ziga xosligi, xususan, yuqori harorat, tuproq sho'rlanishi va suv taqchilligi bilan ajralib turadi. Bunday ekstremal ekologik omillar ushbu hudud florasining tarkibi va dorivor o'simliklarning biologik moslanish xususiyatlarini shakllantiradi.

Shuning uchun *Tribulus terrestris* ning ushbu hududdagi biologik-ekologik xususiyatlarini o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi Qoraqalpog'iston Respublikasida tabiiy holda o'suvchi *Tribulus terrestris* L. ning biologik, ekologik va morfologik xususiyatlarini baholash hamda uning xo'jalik va farmatsevtik ahamiyatini ilmiy asoslashdan iborat.

Materiallar va metodlar. Mazkur tadqiqot obyekti sifatida Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida tabiiy holda o'suvchi *Tribulus terrestris* L. (temirtikan) o'simligi tanlandi. Tadqiqotlar 2022–2023-yillar davomida Qoraqalpog'iston Respublikasining turli tabiiy-ekologik hududlarida olib borildi. Kuzatuv ishlari o'simlikning tabiiy populyatsiyalarini aniqlash, tarqalish arealini o'rganish hamda ekologik sharoitlarini baholash maqsadida amalga oshirildi. Tadqiqot hududlari tanlanayotganda tuproq sho'rlanish darajasi, iqlim sharoiti, o'simlik qoplami va antropogen ta'sir omillari hisobga olindi.

Tadqiqot davomida dala kuzatuvlari, geobotanik tavsiflash, morfologik va anatomik tahlil, floristik hamda ekologik baholash usullaridan foydalanildi. O'simliklarning vegetativ va generativ organlari (ildiz, poya, barg, gul va meva) xalqaro botanika metodikalari asosida tavsiflandi. Morfologik tavsiflashda o'simlikning o'sish shakli, poyaning shoxlanish darajasi, barglarning joylashuvi, gullash va mevalash davri, mevalarining shakli hamda urug'larining morfologik belgilari o'rganildi.

Anatomik tadqiqotlar davomida o'simlikning barg, poya va ildiz qismlaridan mikroskopik preparatlar tayyorlanib, ularning diagnostik belgilari aniqlandi. Preparatlar yorug'lik mikroskopi yordamida kuzatilib, epidermis, o'tkazuvchi to'qimalar, mexanik elementlar hamda sekretor hujayralarning joylashuvi va tuzilishi o'rganildi. Anatomik tavsiflar farmakognoziya amaliyotida qo'llaniladigan standart metodikalarga asoslandi.

Ekologik tahlilda *Tribulus terrestris* ning tarqalishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar – havo harorati, yog'in miqdori, tuproqning mexanik tarkibi, sho'rlanish darajasi hamda namlik sharoitlari baholandi. O'simlikning boshqa flora vakillari bilan fitotsenotik munosabatlari ham kuzatildi. Olingan natijalar mavjud ilmiy adabiyotlar bilan taqqoslanib, ekologik moslanish xususiyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilindi.

Fitokimyoviy tavsiflashda ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar hamda dissertatsiyada olingan natijalarga tayangan holda *Tribulus terrestris* tarkibidagi asosiy biologik faol moddalar – steroid saponinlar, flavonoidlar, alkaloidlar, fenol birikmalari va boshqa metabolitlarning farmakologik ahamiyati tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalari biologik va ekologik tahlil usullari asosida umumlashtirildi. Olingan ma'lumotlarning ishonchililigini ta'minlash maqsadida tavsifiy-statistik yondashuv-

dan foydalanildi hamda natijalar ilmiy manbalarda keltirilgan ma'lumotlar bilan solishtirildi.

***Tribulus terrestris* L. ning biologik va morfologik xususiyatlari.**

Tadqiqotlar natijasida *Tribulus terrestris* L. Qoraqalpog'iston Respublikasining cho'l va yarim cho'l hududlarida keng tarqalgan bir yillik dorivor o'simlik ekanligi aniqlandi. Ushbu tur Zygothylaceae oilasiga mansub bo'lib, qurg'oqchil ekologik sharoitlarga yuqori darajada moslashgan. O'simlik asosan qumli, shag'alli hamda sho'rlangan tuproqlarda yaxshi rivojlanadi va vegetatsiya davrida tez o'sish xususiyatiga ega.

Temirtikan poyasi yer bag'irlab o'suvchi, kuchli shoxlangan va bir necha o'n santimetrgacha yoyilib rivojlanadi. Barglari murakkab patsimon tuzilgan bo'lib, bargchalari mayda, tuxumsimon shaklda va qarama-qarshi joylashgan. Barg yuzasi mayin tukchalar bilan qoplanganligi sababli transpiratsiya jarayoni kamayadi hamda o'simlikning qurg'oqchilikka chidamliligi ortadi.

O'simlikning gullari mayda, sariq rangli va barg qo'ltig'ida yakka holda joylashadi. Gullash davri odatda may oyidan boshlanib kuzning boshigacha davom etadi. Mevasi besh bo'lakli, o'tkir tikanli yong'oqcha bo'lib, aynan shu belgi o'simlikning "temirtikan" nomi bilan atalishiga sabab bo'lgan. Mevalarning o'tkir tikanlari urug'larning hayvonlar orqali uzoq masofalarga tarqalishiga xizmat qiladi. [13, 16–17]

Ildiz tizimi yaxshi rivojlangan o'q ildizdan iborat bo'lib, tuproqning chuqur qatlamlaridagi namlikdan samarali foydalanish imkonini beradi. Mazkur biologik moslanish o'simlikning yuqori harorat va uzoq davom etuvchi qurg'oqchilik sharoitlarida ham yashovchanligini ta'minlaydi.

***Tribulus terrestris* L. ning ekologik xususiyatlari**

Qoraqalpog'iston Respublikasi keskin kontinental iqlimga ega bo'lib, yoz oylarida havo haroratining yuqori bo'lishi, yog'ingarchilik miqdorining kamligi hamda tuproqlarning turli darajada sho'rlanishi bilan tavsiflanadi. [8, 13, 16] Ana shunday murakkab ekologik sharoitlarda *Tribulus terrestris* L. tabiiy holda keng tarqalgan o'simlik turlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar davomida ushbu turning asosan cho'l va yarim cho'l landshaftlari, yo'l yoqalari, yaylovlar, tashlandiq yerlar hamda qumli va shag'alli tuproqlarda keng uchrase kuzatildi.

O'simlikning ekologik muvaffaqiyatini ta'minlovchi asosiy omillardan biri uning kuchli moslanish xususiyatidir. Rivojlangan o'q ildiz tizimi tuproqning chuqur qatlamlaridan namlikni o'zlashtirish imkonini beradi. Natijada *T. terrestris* uzoq davom etuvchi qurg'oqchilik davrlarida ham o'z vegetativ rivojlanishini saqlab qoladi.

Tadqiqotlar davomida *Tribulus terrestris* ning antropogen ta'sirga nisbatan ham yuqori darajada chidamli ekanligi kuzatildi. Yo'l chetlari, chorva mollari muntazam boqiladigan yaylovlar hamda buzilgan yer maydonlarida ham ushbu turning populyatsiyalari saqlanib qolganligi qayd etildi. Bu esa uning ekologik plastikliigi yuqori ekanligini ko'rsatadi. [8, 13, 16]

Shuningdek, kuzatuvlar davomida *T. terrestris* asosan yozning boshidan kuzning oxirigacha vegetatsiya davrini davom ettirishi, mevalarining tikanli tuzilishi esa urug'larning hayvonlar, transport vositalari va inson faoliyati orqali uzoq masofalarga tarqalishiga xizmat qilishi

aniqlandi. Mazkur biologik xususiyat turning tabiiy arealining kengayishida muhim omil hisoblanadi.

Ekologik kuzatuvlar natijasida *Tribulus terrestris* ning sho'rlangan va degradatsiyaga uchragan tuproqlarda ham barqaror rivojlana olishi aniqlandi. Shu sababli ushbu tur degradatsiyaga uchragan ekotizimlarda bioindikator o'simlik sifatida ham ma'lum ilmiy qiziqish uyg'otadi [8,13,16].

Muhokama. Olingan natijalar *Tribulus terrestris* L. ning biologik va ekologik xususiyatlari bo'yicha ilgari olib borilgan tadqiqotlar natijalari bilan umumiy jihatdan mos kelishini ko'rsatdi. Xususan, o'simlikning qurg'oqchil va sho'rlangan hududlarga yuqori darajada moslashganligi, kuchli ildiz tizimiga egaligi hamda vegetativ organlarining kseromorf tuzilishi uning ekstremal ekologik sharoitlarda muvaffaqiyatli rivojlanishini ta'minlaydi. Bu holat Markaziy Osiyo va boshqa qurg'oqchil mintaqalarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari bilan ham tasdiqlanadi. [8, 13, 16–17]

Qoraqalpog'iston Respublikasining tabiiy-iqlim sharoitlari o'simliklarning ekologik moslanish mexanizmlarini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqot davomida aniqlangan biologik belgilar, jumladan yer bag'irlab o'suvchi poya, mayda barglar va chuqur ildiz tizimi suv tanqisligi sharoitida yashovchanlikni oshiruvchi muhim adaptiv xususiyatlar hisoblanadi. Ushbu belgilar tufayli *Tribulus terrestris* tabiiy fitotsenozlarda barqaror populyatsiyalar hosil qilishi mumkin.

Tadqiqot natijalari *Tribulus terrestris* ning nafaqat ekologik jihatdan barqaror tur ekanligini, balki dorivor o'simlik sifatida iqtisodiy ahamiyati yuqori ekanligini ham ko'rsatadi. Ushbu turning tabiiy resurslarini ilmiy asosda baholash, madaniylashtirish texnologiyalarini ishlab chiqish hamda farmatsevtika sanoatida kengroq qo'llash istiqbolli ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. [3-6, 9-11] [3-6, 9-10]

Bundan tashqari, olingan natijalar biologiya va ekologiya fanlarini o'qitishda, dorivor o'simliklar bioxilma-

xilligini o'rganishda hamda Qoraqalpog'iston florasiga oid ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishda nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi ilmiy xulosalarga kelindi:

1. Qoraqalpog'iston Respublikasining tabiiy-iqlim sharoitida *Tribulus terrestris* L. cho'l va yarim cho'l ekotizimlarida keng tarqalgan, qurg'oqchilik hamda tuproq sho'rlanishiga yuqori darajada moslashgan kserofit o'simlik turi ekanligi aniqlandi. Turning tabiiy populyatsiyalari asosan qumli, shag'alli va antropogen ta'sirga uchragan hududlarda uchrashi kuzatildi.

2. *Tribulus terrestris* ning biologik xususiyatlari, jumladan rivojlangan o'q ildiz tizimi, yer bag'irlab o'suvchi shoxlangan poyasi, mayda patsimon barglari hamda tikanli mevalari uning ekstremal ekologik sharoitlarga moslashishini ta'minlovchi muhim adaptiv belgilar ekanligi aniqlandi.

3. Tadqiqot davomida o'simlikning vegetatsiya davri, gullash va mevalash xususiyatlari Qoraqalpog'istonning keskin kontinental iqlim sharoitiga mos ravishda shakllanishi hamda urug'larning tikanli mevalar orqali keng hududlarga tarqalishi turning tabiiy arealini kengaytirishda muhim omil ekanligi asoslandi.

4. *Tribulus terrestris* ning ekologik plastikligi yuqori bo'lib, u tabiiy va antropogen omillar ta'sirida o'zgargan ekotizimlarda ham barqaror rivojlana olishi aniqlandi. Bu xususiyat ushbu turning degradatsiyaga uchragan hududlarni biologik baholash va monitoring qilishda indikator tur sifatida foydalanish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

5. Tadqiqot natijalari *Tribulus terrestris* ning dorivor va xo'jalik ahamiyati yuqori bo'lgan istiqbolli o'simlik turlaridan biri ekanligini tasdiqladi. Ushbu turdan farmatsevtika sanoati, xalq tabobati hamda biologik faol moddalarga asoslangan preparatlar ishlab chiqarishda samarali foydalanish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Adabiyotlar

1. World Health Organization. WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine -Geneva: WHO; 2019.
2. Dinchev D., Janda B., Evstatieva L., Oleszek W., Aslani M., Kostova I. Distribution of steroidal saponins in *Tribulus terrestris* from different geographical regions. *Phytochemistry*. 2008; 69(1):176-186.
3. Chhatre S., Nesari T., Somani G., Kanchan D., Sathaye S. Phytopharmacological overview of *Tribulus terrestris*. *Pharmacognosy Reviews*. 2014;8(15):45-51.
4. Kostova I., Dinchev D. Saponins in *Tribulus terrestris* – chemistry and pharmacology. *Phytochemistry Reviews*. 2005;4:111–137.
5. Sofowora A. Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa. 3rd ed. Ibadan: Spectrum Books; 2008.
6. Bruneton J. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants. Paris: Lavoisier Publishing; 1999.
7. Pandey M.M., Rastogi S., Rawat A.K.S. Indian traditional medicinal plants. *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 2013;19(9):689–696.
8. Flora of Uzbekistan. Vol. I–VI. -Tashkent: «Fan» Publishing House.
9. To'xtayev B.Yo. O'zbekiston dorivor o'simliklari. -Toshkent: «Fan», 2018.
10. Xolmatov X.X., Ahmedov U.A. Farmakognoziya. -Toshkent: Abu Ali ibn Sino; 2007.
11. Ahmedov U.A., Ergashev A.E. Dorivor o'simliklar yetishtirish texnologiyasi. –Toshkent: 2020.
12. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi. O'zbekiston Qizil kitobi. O'simliklar. –Toshkent: 2019.
13. Flora of the USSR. Vol. XIV. Moscow–Leningrad: Academy of Sciences of USSR.
14. Takhtajan A.L. Floristic Regions of the World. Berkeley: University of California Press; 1986.
15. IUCN. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 15.1; 2022.
16. POWO (Plants of the World Online). Royal Botanic Gardens, Kew. 2024.
17. Heywood V.H. Flowering Plants of the World. Oxford University Press.
18. Perdebaeva G.A., Azhiev A.B. Economic Significance of Creeping Anchors *Tribulus terrestris* L. // Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2023. – March 14. – ISSN 2771-8840. – Available at: <https://zienjournals.com>.
19. Perdebaeva G.A., Azhiev A.B. Modern Research and Prospects for the Use of Creeping Anchors – *Tribulus terrestris* L. // Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2023. Vol. 14. - P. 66-69. ISSN 2771-8840.

ORCID: 0000-0002-7216-285

КОРМОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИКОРАСТУЩИХ СОРОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА FABACEAE L. ФЛОРЫ УСТЮРТА

Альменова Гулбану Полатбаевна – базовый докторант

gulbanu.almenova@mail.ru

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажсинияза

УСТЮРТ ФЛОРАСИДАГИ FABACEAE L. ОИЛАСИ МАДАНИЙ ЎСИМЛИКЛАРНИНГ ЁВВОЙИ АЖДОДЛАРИНИНГ ЕМ-ХАШАКЛИК ҚИЙМАТИ

Алменова Гулбану Полатбаевна – таянч докторант

Ажсиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

FORAGE VALUE OF WILD RELATIVES OF CULTIVATED PLANTS FROM THE FAMILY FABACEAE L. IN THE FLORA OF USTYURT

Almenova Gulbanu Polatbayevna – Doctoral student

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Таянч сўзлар: маданий ўсимликларнинг ёввойи аждодлари, флора, Устюрт.

Резюме. Мақолада Устюрт флорасидаги Fabaceae Lindl. оиласига мансуб маданий ўсимликларнинг ёввойи аждодлари ва уларнинг озукавий қиймати таҳлил қилинади. Тадқиқот натижасида Устюрт флорасидаги маданий ўсимликларнинг ёввойи аж-додлари 36 турдан иборат бўлиб, бу турларнинг барчаси минтақадаги ҳайвонлар томонидан осонликча истеъмол қилиниши аниқланди. Ўрганилган турлар (шу жумладан, *Alhagi L.*, *Glycyrrhiza L.*, *Ammodendron L.*, *Medicago L.* ва *Astragalus L.*нинг баъзи турлари) қурғоқчил зонанинг экстремал шароитларига ноёб мослашувларга эга эканлиги аниқланди - юқори қурғоқчиликка чидамлили ва тузга чидамлили.

Ключевые слова: дикорастущие сородичи культурных растений, флора, Устюрт.

Резюме. В статье проведен анализ диких сородичей культурных растений из семейства Fabaceae Lindl. флоры Устюрта и их кормовое значение. Анализ конспекта показал, что ДСКР встречающиеся в флоре Устюрта состоит из 36 видов, и выявлен, что все эти виды охотно поедаются животными этого региона. Установлено, что изученные виды (включая представителей родов *Alhagi L.*, *Glycyrrhiza L.*, *Ammodendron L.*, *Medicago L.* и некоторые виды *Astragalus L.*) обладают уникальным комплексом адаптаций к экстремальным условиям аридной зоны – высокой засухоустойчивостью и солевыносливостью.

Key words: wild relatives of cultivated plants, flora, Usturt Plateau.

Summary. This article analyzes wild relatives of cultivated plants from the Fabaceae Lindl. family in the Usturt flora and their forage value. Analysis of the abstract revealed that the wild relatives of cultivated plants in the Usturt flora consist of 36 species, and it was found that all of these species are readily consumed by animals in the region. It was established that the studied species (including representatives of the genera *Alhagi L.*, *Glycyrrhiza L.*, *Ammodendron L.*, *Medicago L.*, and some species of *Astragalus L.*) possess a unique set of adaptations to the extreme conditions of the arid zone – high drought resistance and salt tolerance.

Введение. Усыхание Аральского моря и уменьшение стока реки Амударья резко изменили природные условия, что вызвало повышение уровня минерализованных вод и повторное засоление почв.

Нарушение экосистемы Приаралья требует активных мер, направленных на улучшение жизненных условий населения Каракалпакии. Изучение солеустойчивых и засухоустойчивых видов растений в этих условиях становится весьма актуальным. Требуется также разработка теоретических основ устойчивости растений к экстремальным условиям Приаралья, изучение их средообразующей роли и разработка научных основ фитомелиорации в целях активного улучшения окружающей среды.

Изучение кормовых угодий животноводства является актуальной и имеет высокую практическую ценность для сельского хозяйства, экологии и селекции растений Устюрта (особенно в условиях меняющегося климата и опустынивания). Дикорастущие сородичи культурных растений (ДСКР) семейства Бобовые (Fabaceae L.) на плато Устюрт обладают уникальной устойчивостью к засухе и засолению, являясь ценным генетическим резервом.

Объекты и методы исследования. Устюрт расположен между Каспийским и Аральским морями (в пре делах 45°50' и 41°21' с. ш. и 53°25' и 5000 в. д.),

представляет собой возвышенное плато с абсолютными высотами 160-300 м над ур. м., окаймленное со всех сторон обрывами, так называемыми чинками, имеющими высоты 190-256 м. На севере он граничит с Прикаспийской низменностью, на востоке с Аральским морем, на юго-востоке и юге-дельтой Амударья и Сарыкамышской впадиной, на западе с Каспийским морем. Общая площадь его-21,2 млн. га. Постоянные водотоки-реки, ручьи на Устюрте отсутствуют, но имеются сезонные (временные) ложбины поверхностного стока, питающиеся атмосферными осадками, скапливающимися в саях или маломощных ручьях.

Почвы Устюрта характеризуются малой гумусностью, значительной карбонатностью (убывающей с глубиной), гипсоносностью и различной степенью засоленности легкорастворимыми солями. Грунтовые воды залегают неглубоко (3-5 м).

Полевая влагоемкость этих почв 19-20%, мертвый запас влаги в верхнем полуметровом горизонте равен 5-8%. С глубиной полевая влагоемкость несколько увеличивается (до 23-25%) и резко возрастает количество неусвояемой влаги (до 11-12%) за счет повышенного содержания легкорастворимых солей и гипса. Легкие суглинки и супеси распространены только на южной окраине Устюрта [1].

Устюрт представляет собой территорию, весьма важную в народно-хозяйственном отношении. Еще недавно он являлся лишь обширным, хотя и малоосвоенным пастбищным массивом. Сейчас там успешно ведутся поиски нефти и газа, через него проложены газопровод и водопровод, железнодорожная сеть, которая связывает с центральными районами страны.

Изучение различных типов пастбищ, их урожайности, сезонности, выявление кормовых свойств отдельных растений является основой для рационального использования плато Устюрт, которое по природным условиям может быть превращено в перспективную в хозяйственном отношении область. В первую очередь это касается животноводства.

Дикорастущие сородичи культурных растений – это естественный генофонд, откуда человечество постоянно черпает и будет черпать исходный материал для селекции. Этот генофонд достояние не только одной вашей страны, но и человечества всей планеты. Учёным давно известно, что каждый вид «неповторимый эксперимент природы», хранитель генофонда и информация филогенетического развития. Его вымирание невозможная утрата.

Говоря о растениях плато Устюрт, нельзя не упомянуть о состоянии флористической изученности Устюрта в целом. Флора Устюрта была изучена Е.П.Коровиным и И.И. Гранитовым (1949), Н.П.Агеевой и А.С.Соломченко (1961), Ш.И.Коган (1964), О.Н.Бондаренко (1964), К.Койбагаровым (1972), О.Н.Коровиной и др. По данным Б.Сарыбаева в этом регионе произрастают 724 вида растений, относящихся к 295 родам и входящих 59 семейств. А также следует упомянуть труды А.Б.Ажиева, который внёс большой вклад в изучения дикорастущих сородичей культурных растений этого региона [2, 3, 4, 5, 6].

Одна из важных ботанических задач, которую можно решать в настоящее время – это выяснение видового состава флоры региона изучение хозяйственных значений растений.

Результаты исследования. По литературным данным, нами были зафиксированы 36 видов ДСКР, встречающихся на Устюрте (табл. 1). Эти растения являются не только засухо- и солеустойчивыми, но и являются кормовыми угодьями для многих травоядных животных.

Таблица 1. Кормовое значение видов дикорастущих сородичей культурных растений семейства Fabaceae L. флоры Устюрта

№	Виды
1	<i>Ammothamnus lehmannii</i> Bunge
2	<i>Alhagi persarum</i> Boiss. & Buhse
3	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M.Bieb.) Desv. ex Shap.
4	<i>Ammodendron bifolium</i> (Pall.) Yakovlev
5	<i>Ammodendron karelinii</i> Fisch. & C.A.Mey.
6	<i>Astragalus amarus</i> Pall.
7	<i>Astragalus ammophilus</i> Kar. & Kir.
8	<i>Astragalus ammodendron</i> Bunge
9	<i>Astragalus ankylotus</i> Fisch. & C.A.Mey.
10	<i>Astragalus bakaliensis</i> Bunge
11	<i>Astragalus brachylobus</i> DC.
12	<i>Astragalus chiwensis</i> Bunge
13	<i>Astragalus commixtus</i> Bunge

14	<i>Astragalus cornu-bovis</i> Lipsky
15	<i>Astragalus erioceras</i> Fisch. & C.A.Mey.
16	<i>Astragalus harpilobus</i> Boiss.
17	<i>Astragalus lasiophyllus</i> Ledeb.
18	<i>Astragalus leiophysa</i> Bunge
19	<i>Astragalus oxyglottis</i> Steven ex M.Bieb.
20	<i>Astragalus physodes</i> L.
21	<i>Astragalus scabrisetus</i> Bong.
22	<i>Astragalus villosissimus</i> Bunge
23	<i>Astragalus xanthoxiphidium</i> Freyn & Sint.
24	<i>Caragana grandiflora</i> DC.
25	<i>Eversmannia subspinosa</i> (Fisch. ex DC.) B.Fedtsch.
26	<i>Eremosparton aphyllum</i> Fisch. & C.A.Mey.
27	<i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Druce
28	<i>Glycyrrhiza aspera</i> Pall.
29	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.
30	<i>Medicago sativa</i> L.
31	<i>Melilotus albus</i> Medik.
32	<i>Melilotus officinalis</i> Pall.
33	<i>Meristotropis triphylla</i> Fisch. & C.A.Mey.
34	<i>Sphaerophysa salsula</i> (Pall.) DC.
35	<i>Trigonella arcuata</i> C.A.Mey.
36	<i>Trigonella geminiflora</i> Bunge

Всего

Исходя из таблицы следует отметить, что все зафиксированные виды относятся к числу важнейших кормовых растений и охотно поедаются всеми видами скота во всех фазах развития.

Представители этого семейства по своим питательным качествам не уступают другим семействам, молодые листочки, а иногда и побеги хорошо поедаются овцами.

Если разделить эти растения по сезонам поедаемости следует отметить, что однолетние травы хорошо поедаются весной за счёт короткого вегетационного периода.

По занимаемой площади на первом месте стоят виды рода *Alhagi* L., *Glycyrrhiza* L., *Ammodendron* L., *Medicago* L. и некоторые виды *Astragalus* L. Эти засухоустойчивые виды встречаются почти везде на плато Устюрте.

Заключение. В результате проведенного исследования флоры плато Устюрт выявлен и проанализирован видовой состав дикорастущих сородичей культурных растений (ДСКР) семейства Бобовые. Установлено, что изученные виды (включая представителей родов *Alhagi* L., *Glycyrrhiza* L., *Ammodendron* L., *Medicago* L. и некоторые виды *Astragalus* L.) обладают уникальным комплексом адаптаций к экстремальным условиям аридной зоны – высокой засухоустойчивостью и солевыносливостью.

Плато Устюрт относится к числу важнейших сельскохозяйственных районов Средней Азии, где определяющей отраслью является животноводство. Хозяйства здесь располагают обширными площадями разнообразных типов кормовых угодий, что позволяет круглогодично содержать скот. Основные достоинства природных кормовых угодий – разнообразный видовой состав трав с набором всех элементов, необходимых для питания животных. Поэтому изучению естественных кормовых угодий, их хозяйственной производительности, вопросам рационального использования и улучшения уделяется большое внимание [4].

Литература

1. Тажимуратов П., Тажитдинов М.Т., Сарыбаев Б. Естественные кормовые угодья Устюрта и проблемы их рационального использования. Вестник: АНРУз.
2. Коровин Е.П., Гранитов И.И. Устюрт (каракалпакский), его природа и хозяйство. – Ташкент: изд. АН Уз ССР, 1949.
3. Бондаренко О.Н. Определитель высших растений Каракалпакии. –Ташкент: «Фан», 1964.
4. Сарыбаев Б. Флора и растительность плато Устюрт и перспективы их использования. АДД. 1994. –Ташкент:
5. Ережепов С.Е. Флора Каракалпакии, её хозяйственная характеристика, использование и охрана. –Ташкент: «ФАН», 1978.
6. Ажиев А.Б. Дикорастущие сородичи культурных растений Каракалпакстана и Хорезма и их охрана. Дисс. ... д.б.н. 03.00.05. / НГПИ. –Нукус: 2025.

UO‘K: 628.3:504.5

SANOAT OQOVA SUVLARI KIMYOVIY TARKIBINI O‘RGANISH**Artiqov Maqsud Bahodirovich** – *pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori*artikovmaqsud92@gmail.com*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti***Allaniyazova Mapruza Kidirbaevna** – *biologiya fanlari doktori (DSc), professor*mapruza66@mail.ru*Berdaq nomidagi Qoraqalpog' davlat universiteti***Narbayev Oybek Xolmirzaevich** – *katta ilmiy xodimi*anx4014@gmail.com*Qoraqalpog'iston suv ta'minoti AJ***ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД****Артиков Махсуд Баходирович** – *доктор философии по педагогическим наукам**Нукусский педагогический институт имени Ажинияза***Алланиязова Мапруза Кидирбаевна** – *доктор биологических наук (DSc), профессор**Каракалпакский государственный университет имени Бердаха***Нарбаев Ойбек Холмирзаевич** – *старший научный сотрудник**АО "Каракалпакстан сув таъминоти"***STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF INDUSTRIAL WASTEWATER****Artikov Maksud Bakhodirovich** – *Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer**Nukus state Pedagogical Institute named after Ajiniyaz***Allaniyazova Mapruza Kidirbaevna** – *Doctor of Biological Sciences (DSc), Professor**Karakalpak State University named after Berdak***Narbaev Oybek Kholmiraevich** – *Senior Researcher**Karakalpakstan Water Supply JSC*

Tayanch so‘zlar: suv, atrof-muhit, ichimlik suv, kimyoviy tarkibi, ammiak, sulfat, minerallanish, xlorid, nitrat, aholi, inson, ihtiyoj, oqilona, me'yori, qizilmiya ildizi, korxona, texnologiya, oqova suv.

Rezyume. Maqolada oqova suv tozalash inshootiga kelib tushadigan sanoat oqova suvlarining kimyoviy tarkibi, asosiy ifloslantiruvchi komponentlarning kimyoviy miqdori va undagi zararli moddalar konsentratsiyasining belgilangan normativ miqdorga nisbatan farqi, ularni aniqlash usullari hamda atrof-muhitga ta'sirini mintaqadagi mavjud bo'lgan Qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonasi oqova suvining misolida tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari sanoat oqova suvlarini baholash va tozalash texnologiyalarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Ключевые слова: вода, окружающая среда, питьевая вода, химический состав, аммиак, сульфат, минерализация, хлорид, нитрат, население, человек, потребность, разумный, норма, солодковый корень, предприятие, технология, сточные воды.

Резюме. В статье анализируется химический состав промышленных сточных вод, поступающих на очистные сооружения, химическое содержание основных загрязняющих компонентов и разница концентрации вредных веществ в них по сравнению с установленным нормативным значением, методы их определения, а также влияние на окружающую среду на примере сточных вод существующего в регионе предприятия по переработке корня солодки. Результаты исследования имеют практическое значение для совершенствования технологий оценки и очистки промышленных сточных вод.

Key words: water, environment, drinking water, chemical composition, ammonia, sulfate, mineralization, chloride, nitrate, population, human, need, reasonable, norm, licorice root, enterprise, technology, wastewater.

Summary. The article analyzes the chemical composition of industrial wastewater entering treatment plants, the chemical content of the main pollutant components and the difference in harmful substance concentrations within them compared to the established regulatory value, methods for their determination, as well as their environmental impact using the wastewater of the region's existing licorice root processing enterprise as an example. The research results are of practical importance for improving technologies for the assessment and treatment of industrial wastewater.

Kirish. Sanoatning jadal rivojlanishi natijasida atrof-muhitga chiqarilayotgan oqova suvlar miqdori ortib bormoqda. Sanoat korxonalarining oqava suvlari tabiiy suv resurslarining asosiy ifloslantiruvchi manbai hisoblanadi.

Ularining kimyoviy tarkibi tabiiy suv manbalariga salbiy ta'sir ko'rsatib, ekologik muvozanatni buzishi mumkin. Ayniqsa, oziq-ovqat va fitoximiya sanoatida ishlab chiqarish jarayonida organik va mineral moddalarga boy oqava suvlar shakllanadi.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2018-yil 11-oktyabrdagi 820-son Qarori 1-ilovasida shahar

kanalizatsiya tarmoqlariga sanoat oqava suvlari oqizishdagi ifloslantiruvchi moddalarning ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyasi me'yori tasdiqlangan, unga muvofiq ammoniy azoti ko'rsatgichining ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyasi 1 mg/dm³ miqdorda belgilangan [13].

Sanoat oqova suvlari kimyo, metallurgiya, neft-gaz, to'qimachilik va oziq-ovqat sanoati korxonalari faoliyati natijasida hosil bo'ladi. Ishlab chiqarishdan so'ng chiqadigan, kimyoviy moddalar bilan zararlangan suvlar, kanalizatsiya suvlari bir necha tozalash bosqichlarini talab etadi.

Sanoat oqova suvlarining tozalanmasdan tabiatga chiqarib tashlanishi ekologik inqirozni kuchaytirishga, suv ekotizimlarida kislorod tanqisligi, biotsenozlar buzilishiga va inson salomatligi uchun xavfli holatlarni keltirib chiqarib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Atrof-muhitning ifloslanishi esa ayrim kimyoviy elementlarning organizmda akkumulyatsiyasiga olib kelishi mumkin. Orol bo'yi hududidagi o'simlik xomashyosini qayta ishlash korxonalari suv resurslariga sezilarli ekologik bosim ko'rsatmoqda. Shunga bog'lik hududdagi qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonalarida suvning mineralanishi, azotli birikmalar, sulfatlar, xloridlar, organik moddalar va temirning yuqori konsentratsiyasi kuzatiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi. Oqova suvlarni tozalash, suv resurslarini muhofaza qilish hamda ekologik xavfsizlikni ta'minlash bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar va yaratilgan ilmiy manbalar oqova suvlarni samarali tozalash texnologiyalarini takomillashtirishga xizmat qilmoqda.

N.Abdullayev tomonidan yaratilgan "Qishloq xo'jaligi va sanoat chiqindilarining suv resurslariga ta'siri" nomli asarda qishloq xo'jaligi va sanoat korxonalaridan chiqadigan ifloslantiruvchi moddalar suv havzalarining ekologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi batafsil yoritilgan. Muallif suv resurslarining ifloslanish manbalari, ularning atrof-muhit va inson salomatligiga ta'siri hamda suvlarni muhofaza qilishning ilmiy asoslarini tahlil qilgan. Ushbu manba suv resurslarini boshqarish va ekologik monitoring masalalarini o'rganishda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi [1].

APHA (American Public Health Association) tomonidan nashr etilgan "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" qo'llanmasi suv va oqova suvlarning fizik-kimyoviy hamda mikrobiologik ko'rsatkichlarini aniqlashning xalqaro standart usullarini o'z ichiga oladi. Ushbu manba suv sifatini baholashda eng ishonchli va keng qo'llaniladigan metodik qo'llanmalardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlarda suv tarkibidagi organik va noorganik moddalarni aniqlash, biologik kislorod sarfi, kimyoviy kislorod sarfi hamda boshqa ko'rsatkichlarni baholashda mazkur qo'llanmadan keng foydalaniladi [2].

M.N.Abdukadirova, M.V.Radkevich va K.B.Shipilova tomonidan tayyorlangan "Канализация и очистка сточных вод" o'quv qo'llanmasida oqova suvlarni yig'ish, transport qilish va tozalash texnologiyalari yoritilgan. Asarda mexanik, kimyoviy, fizik-kimyoviy hamda biologik tozalash usullarining afzallik va kamchiliklari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Mualliflar zamonaviy kanalizatsiya tizimlarining ishlash prinsiplari va oqova suvlarni qayta ishlash istiqbollariga alohida e'tibor qaratganlar [3].

Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan chop etilgan "Guidelines for Drinking-water Quality" qo'llanmasida ichimlik suvining xavfsizligini ta'minlash bo'yicha xalqaro talablar va me'yorlar belgilangan. Mazkur hujjat suv tarkibidagi biologik, kimyoviy va radiologik ifloslantiruvchi moddalar uchun ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalarni o'z ichiga oladi. Ushbu ko'rsatmalar dunyoning ko'plab mamlakatlarida ichimlik suvi sifatini nazorat qilishning asosiy mezon sifatida qo'llaniladi [4].

M.N.Abdukadirova va B.Sh.Ismoilxodjayevlarning "Oqova suvlarni biologik tozalash" nomli monografiyasida mikroorganizmlar yordamida suv tarkibidagi organik

ifloslantiruvchi moddalarni parchalanish jarayonlari chuqur o'rganilgan. Mualliflar faol loyqa, biofiltrlar va aerob hamda anaerob biologik tozalash usullarining samaradorligini ilmiy asosda yoritganlar. Tadqiqot natijalari biologik tozalash texnologiyalarini takomillashtirish va ekologik xavfsizlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega [5].

D.A.Azimovning adsorbentlar asosida suvlarni tozalashga bag'ishlangan tadqiqotlarida bentonit va defekat asosidagi sorbentlarning og'ir metallarni adsorbsiyalash xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqot natijalari tabiiy va mahalliy xomashyolardan foydalanish orqali suvlarni tozalash samaradorligini oshirish mumkinligini ko'rsatadi. Ayniqsa, sanoat oqova suvlaridan og'ir metall ionlarini ajratib olishda adsorbsiya usulining yuqori samaradorligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan [6].

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, oqova suvlarni tozalashning mexanik, kimyoviy, biologik va adsorbsion usullari bir-birini to'ldiruvchi texnologiyalar hisoblanadi. Zamonaviy tadqiqotlarda ushbu usullarni kompleks qo'llash orqali suvni tozalash samaradorligini oshirish, atrof-muhitni muhofaza qilish hamda aholini sifatli ichimlik suvi bilan ta'minlash masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Shu sababli oqova suvlarni tozalash texnologiyalarini yanada takomillashtirish va yangi samarali sorbentlar yaratish istiqbolli ilmiy yo'nalishlardan biri bo'lib qolmoqda.

Tadqiqod metodologiyasi. Bizga ma'lumki, maishiy-kommunal va qishloq xo'jalik maxsulotlarini qayta ishlash korxonalaridan chiqadigan oqova suvlarning tarkibida ko'p miqdorda organik-mineral moddalar va har xil kasallik tarqatuvchi patogen bakteriyalar mavjud bo'ladi. Masalan, maishiy-kommunal oqova suvlarning tarkibi asosan organik moddalardan iborat bo'lib, organik moddalar mikroorganizmlar ta'sirida parchalanib, mineral moddalarga aylanadi, ya'ni mineralizatsiya jarayoni sodir bo'ladi [1].

Materiallar va metodika. Bizga ma'lumki, maishiy-kommunal va qishloq xo'jalik maxsulotlarini qayta ishlash korxonalaridan chiqadigan oqova suvlarning tarkibida ko'p miqdorda organik-mineral moddalar va har xil kasallik tarqatuvchi patogen bakteriyalar mavjud bo'ladi. Masalan, maishiy-kommunal oqova suvlarning tarkibi asosan organik moddalardan iborat bo'lib, organik moddalar mikroorganizmlar ta'sirida parchalanib, mineral moddalarga aylanadi, ya'ni mineralizatsiya jarayoni sodir bo'ladi [1].

Ilmiy manbalarda sanoat oqova suvlarida ammoniy azoti, nitrit, nitratlar, xloridlar, sulfatlar kabi mineral komponentlar, shuningdek, organik moddalarning ya'nibiokimyoviy kislorodga bo'lgan talab (BPK) va kimyoviy kislorod sarfi (KXQ) yuqori bo'lishi asosiy ekologik muammo sifatida qayd etilgan. Oziq-ovqat va dorivor o'simlik xomashyosi qayta ishlash korxonalarida organik moddalarning buzilishi oqibatida BPK va KXQ yuqori bo'ladi. Temir kabi metallarning suvda ko'payishi ishlab chiqarishdagi metall qurilmalar korroziyasi bilan bog'liq [2-4].

Jahon sog'likni saqlash tashkilotining ma'lumotlariga ko'ra, har yili tarkibida 13000 dan ortiq turli moddalar va elementlar tutgan 450 mlrd.m³ maishiy va sanoat korxonalari oqova suvlari turli suv havzalariga tashlanadi. Insonlarning farovon yashashlari uchun turli hil mahsulotlarga ehtiyojlari ortayotgan bir paytda ularni ishlab chiqarishga ishlatilayotgan suvning ham miqdori ortmoqda. So'nggi yillarda suv zahiralari soat sayin kamayib

borayotgan bir paytda oqava suvlarni tozalab, tabiatga zarar yetkazmaslik, ularni qishloq xo'jaligiga ishlatish dolzarb masala. Shu sababli, bu chiqindilarni utilizatsiya, regeneratsiya qilish uchun adsorbent, reagentlar ishlab chiqarish orqali ekologik va iqtisodiy muammoni yechish muhim ahamiyatga ega. Jahonda sanoat chiqindi suvlarini tozalash, ularni ishlab chiqarish sikliga qaytarish bo'yicha ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda [4].

Respublikada yangi materiallar, shu jumladan maxalliy xomashyolar asosida adsorbentlar bilan biosorbentlar olish va sanoat oqava suvlarini ular yordamida tozalash bo'yicha bir qator ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Suv o'tlapi va mikroorganizmlarning biosorbsion xususiyatlari bilan bog'liq holda og'ip metallap va ulapning konsentratsiyasini aniqlash yoki ajpatishda mikroorganizmlar biomassalaridan ham foydalanish asosida tadqiqot natijalari bayon etiladi [5-11].

Adabiyotlarda suvni tahlil qilishda fotokolorimetriya, titrimetriya, spektrofotometriya va gravimetriya kabi standart usullar tavsiya etiladi. Xalqaro me'yorlarga ko'ra BPK va KXQ suv sifati bahosining asosiy mezonini hisoblanadi [12].

Tadqiqot obyekti sifatida respublikamizda qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonasidan chiquvchi texnologik oqava suvlarining bir yil mobaynidagi kimyoviy tarkibi o'rganildi. Bunda asosan: minerallanish jarayoni, xloridlar, sulfatlar, ammoniy azoti, nitritlar, nitratlar, og'ir metallar, BPK va KXQ kabi asosiy ifloslantiruvchi componentlarning oylar kesimida o'zgarishi aniqlanib, tahlil qilindi. Tadqiqotda suv namunalari laboratoriya sharoitida standart analitik usullar yordamida o'rganildi.

Tahlil va natijalar. Qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonasi oqava suvining 2025-yil mobaynida me'yoridan ortiqcha zararli oqava suvlari kanalizatsiya tarmoqlariga tashlagan davridagi oqava suvning kimyoviy ko'rsatkichlari 1-jadvalga keltirildi.

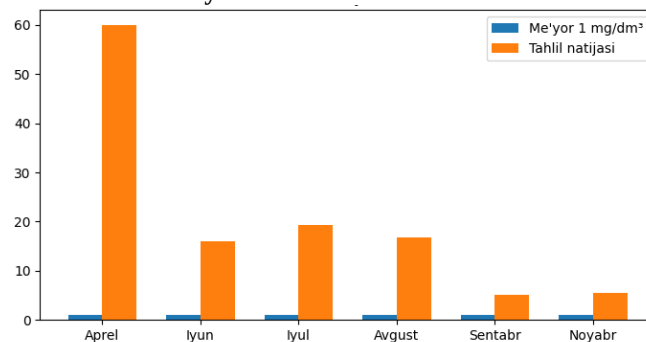
1-jadval. Qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonasi-ning chiqindi oqava suvining 2025-yil buyicha kimyoviy ko'rsatkichlari

Oylar	Kimyoviy ko'rsatkichlari (mg/dm ³)									
	namuna miqdori	erigan kislorod miqdori	khq	bpk-5	xloridlar	sulfatlar	Azot miqdori			jelezo
							Ammoniy	Nitrit	Nitrat	
PDK 11.10.2018 820-SONVMQ	150	-	-	15	350	100	1	0,2	9,1	0,03
aprel	960	1,9	96	29	1960	1800	60	0,46	45,9	0,05
iyun	313	3,0	51	14	718	1022	16	1,30	29,0	0,03
iyul	243	1,9	71	19	420	1140	19,4	0,96	17,1	0,03
avgust	218	1,9	54	13	411	1040	16,7	0,87	16,1	0,03
sentabr	243	1,9	51	14	420	840	5,2	0,31	17,10	0,02
noyabr	486	2,2	90	23	790	124	5,5	0,07	15,4	0,04

Olingan natijalarni tahlil qilganimizda, aprel oyidan boshlab noyabr oyigacha sanoat korxonadan chiqayotgan oqava suv tarkibidagi ammoniy azoti ko'rsatkichi kamayib

borishi kuzatildi, ya'ni bu ko'rsatkich aprelda 60 mg/dm³ miqdorga teng bo'lib, belgilangan normadan 60 marta ortiq, qolgan oylarda mos ravishda iyunda 16 marta, iyulda 19,4 marta, avgustda 16,7 marta, sentyabrda 5,2 marta, noyabrda 5,5 marta ortiq bo'lgan ifloslantiruvchi oqova suvlarni kanalizatsiya tarmoqlariga tashlangan. Yuqoridagi jadval bo'yicha ammoniy azoti ko'rsatkichi diagramma ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.

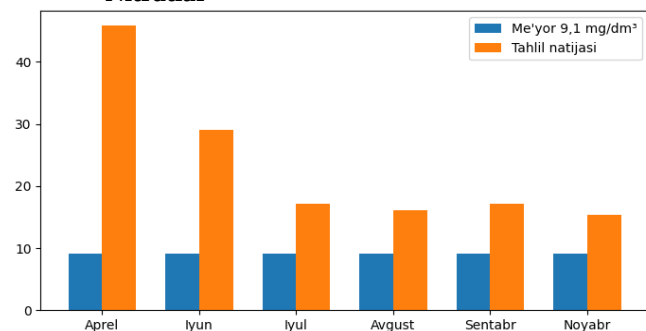
Ammoniy azoti



1-rasm. Qizilmiya ildizini qayta ishlash korxonasi oqava suvining ammoniy azoti ko'rsatkichi diagrammasi (2025 y.)

Nitrat ko'rsatkichi ruxsat etilgan 9,1 mg/dm³ maksimal konsentratsiyadan aprelda 5,0 marta, iyulda 1,87 marta, noyabrda 1,69 marta ortiq. Azotli birikmalarning mavjudligi biologik parchalanish jarayonining sekin kechayotganidan dalolat beradi (2-rasm).

Nitratlar



Azotli birikmalarda (ammoniy, nitrit, nitrat) vodorodlashgan organik moddalarning biodegradatsiyasi sekin kechayotganini ko'rsatadi.

Sulfat ko'rsatkichi ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyadan aprelda 1700 mg/dm³ ga ortiq (1800 mg/dm³-100 mg/dm³), iyulda 1040 mg/dm³ ga va sentyabrda 740 mg/dm³ ga ortiq ekanligini ko'rish mumkin (3-rasm).

Tadqiqot natijalariga ko'ra: minerallanish me'yoriy qiymatlardan ancha yuqori, BPK va KXQ ko'rsatkichlari yuqori bo'lishi, bu korxona oqava suvlarining organik moddalarga boy ekanligini ko'rsatadi. Ushbu sababdan bu suvlarni, qo'shimcha biologik tozalash zarurligi, shuningdek temirning me'yordan oshib ketishi texnologiyadagi metall qurilmalarni muhofaza qilish zaruratini ko'rsatadi.

Xulosa. Sanoat oqava suvlarida kimyoviy birikmalar-ning me'yordan yuqori konsentratsiyada bo'lishi shahar maishiy-kommunal oqava suvlarni tozalashga ixtisoslashgan oqava suv tozalash inshootlaridagi qurilmalarning muddatidan oldin eskirishi va ishdan chiqish hamda oqava suv tozalash inshootining ishlash samaradorligiga o'z

ta'sirini ko'rsatadi. Natijada suv resurslarining ifloslanishi va buzilishiga suvda xar xil organik, noorganik, mexanik, bakteriologik va boshqa moddalar to'planib, uning rangi tiniqligi, hidi va mazasi organik va mineral qo'shimchalar miqdori ortishiga olib keladi.

Oqava suvlar tarkibini muntazam monitoring qilish ekologik va sanitar talablarni ta'minlash uchun muhimdir. Ishlab chiqaruvchi korxonalar zararli kimyoviy moddalar, buyoq bilan ifloslantirilgan oqava suvlarni birlamchi

tozalash inshootida o'tkazgandan so'nggina, zararsizlangan holatda kanalizatsiya quvurlariga tashlanishi shart.

Bu ma'lumotlar sanoat korxonalarining atrof – muhitga ta'sirini baholash, hamda tozalash inshootlarini optimal- lashtirish uchun muhim ahamiyatga ega, bunnan tashqari korxona faoliyatining ekologik monitoringi uchun zarur hisoblanadi. Ushbu oddiy qoidalarga rioya etish atrof- muhitni toza saqlash, insonning bebaho boyligi sog'liqini asrashda asosiy vazifamiz hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Abdullayev N. Qishloq xo'jaligi va sanoat chiqindilari suv resurslariga ta'siri. -Toshkent: «Fan», 2016.
2. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. – American Public Health Association, 2017.
3. Abdukadirova M.N., Radkevich M.V., Shipilova K.B. Канализация и очистка сточных вод. Учебное пособие. -Tashkent: 2021.
4. WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th Edition. – World Health Organization, 2017. –P. 631.
5. Abdukadirova M.N., Ismoilxodjayev B.Sh. “Oqova suvlarni biologik tozalash”. Monografiya. –Toshkent: 2023.
6. Azimova D.A. Получения и применение адсорбента на основе дефекта, бентонита для очистки металлов, содержащихся в промышленных сточных водах. – автореферат диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам, 2024.
7. Karimov A.A. Sanoat oqava suvlarining mineral tarkibi va uning ekologik ta'siri. // Ekologiya va atrof-muhit jurnali. – Toshkent: 2018. №4. 22-28-b.
8. Jo'rayev B.B. Xlorid va sulfat ionlarining suv havzalaridagi migratsiya xususiyatlari. // Geoekologiya ilmiy jurnali. – Nukus: 2020. №2. 45-52-b.
9. Rustamov Sh., Abduraxmonov X. Azot birikmalarining biogeokimyoviy aylanishi va inson salomatligiga ta'siri. // Biologiya va tibbiyot sohasidagi innovatsiyalar. – Toshkent: 2019. №3. 11-18-b.
10. Saparbayev K. Study of Heavy Metals Migration in Industrial Wastewater. // International Journal of Environmental Science. 2021. Vol. 8(2). – P. 63-71.
11. Nazarov O., Nurmatov R. Sanoat korxonalarining organik ifloslantiruvchi moddalarini baholashda BPK va KXQ ko'rsatkichlari. // Kimyo va ekologik texnologiyalar jurnali. –Toshkent: 2021. №1. 30-38-b.
12. Xidirbayev A. Oqava suvlarni laboratoriya analiz qilish metodlari. – Nukus: QDU nashriyoti, 2019.
13. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining 11.10.2018-yildagi 820-son qarori. Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi, <https://lex.uz/docs/3971356>.

**ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
В НЕКОТОРЫХ ВОДОЁМАХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ**

Бектурсинов Аскар Бекбаулиевич – ассистент преподаватель

a.bektursinov@ndpi.uz

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**ЖАНУБИЙ ОРОЛБҮЙИ АЙРИМ СУВ ХАВЗАЛАРИДА ГИДРОГЕЛ
ЎСИМЛИКЛАРИНИНГ ШАКЛЛАНИШИ**

Бектурсинов Аскар Бекбаулиевич – ассистент ўқитувчи

Ажиниёз номидаги Нукус давлат педагогика институти

**FORMATION OF HYDROPHILIC VEGETATION IN SOME RESERVOIRS
OF THE SOUTHERN ARAL SEA REGION**

Bektursinov Askar Bekbauliyeovich – assistant teacher

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Таянч сўзлар: гидрофил ўсимликлар, Жанубий Оролбўйи, Мўйнок кўлтиғи, Сарбас, Шеgekўл, Кўксув, гидрорежим, юксак сув ўсимликлари, урут, рдест.

Резюме. Жанубий Оролбўйининг айрим сув хавзаларида (Мўйнок кўлтиғи, Сарбас, Шеgekўл, Кўксув) 2009-2024 йиллар давомида бекарор гидрорежим шароитида гидрофил ўсимликларнинг шаклланиши, юксак сув ўсимликлари динамикасини ўрганиш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Нотурғун гидрорежим шароитида сув хавзаларининг ўсимликлар билан қопланиши ўрганилди.

Ключевые слова: гидрофильная растительность, Южное Приаралье, Муйнакский залив, Сарбас, Шеgekул, Куксу, гидрорежим, высшая водная растительность, урут, рдест.

Резюме. Проводились исследования в некоторых водоёмах Южного Приаралья (Муйнакский залив, Сарбас, Шеgekул, Коксу) для изучения формирования гидрофильной растительности, динамика высшей водной растительности в условиях нестабильного гидрорежима в периоды 2009-2024 гг. Исследовалась зарастаемость водоёмов в условиях нестабильного гидрорежима.

Key words: Southern Aral Sea region, Muynak Bay, Sarbas, Shegekul, hydregime, higher aquatic vegetation, water milfoil, pondweed

Summary. Research was conducted in some reservoirs of the Southern Aral Sea region (Muynak Bay, Sarbas, Shegekul, Koku) to study the formation of hydrophilic vegetation and the dynamics of higher aquatic vegetation under conditions of unstable hydrological regime during the 2009-2024 period. The vegetation of water bodies was investigated under conditions of unstable hydrological regime.

Введение. В связи с изменением гидрологического и гидрохимического режима в водоемах создаются различные экологические условия для гидрофильной растительности. Управление гидрологическим режимом водоемов может послужить фактором трансформации экосистем. Высшая водная растительность является основным средообразующим компонентом водоемов и изучение их флористического состава, динамики в условиях изменения гидрологического режима имеет важное значение.

На зарастание водоемов большое значение имеет степень минерализации вод которая напрямую зависит от гидрорежима этого водоема. С увеличением засоленности вод в водоеме не только меняется флористический состав, но и постепенно исчезают все пресноводные растительные сообщества.

Цель исследования. Изучение видового разнообразия высшей водной растительности, динамики в условиях нестабильного гидрорежима водоемов Южного Приаралья: Муйнакский залив, залив Сарбас, Шеgekул, Коксу.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в весеннее и летнее время, сбор и изучение гербарных материалов высших водных растений проводили в водоёмах Муйнакский залив, Сарбас, Шеgekул по методам В. М. Катанской (Катанская, 1981) и Л.И.Лисициной (Лисицына, 2003). Растения, которые произрастали в воде или на дне водного бассейна отбирались вручную, а растения, произрастающие в

глубинах вод отбирались с помощью крючков разной длины. При определении видового состава использовались ранее опубликованные источники (3-7).

Результаты исследования и их обсуждение. Маловодье, недостаточное поступление воды и усыхание большей части акватории водоемов приводит к обеднению видового состава флоры высших водных растений и распространению только некоторых видов которые быстро размножаются, например, роголистник, урут, виды рдеста, харовые водоросли.

Отмечено, что бурное развитие харовых водорослей происходит тогда, когда в озеро не поступает паводковая вода и нарушается гидрологический режим водоёма. Если озера в таком состоянии находятся 1-2 года, вода в них начинает минерализоваться, а хара и рдест гребенчатый начинают увеличивать свои заросли (Таубаев, 1970).

Нестабильность поступления воды может привести к постепенному исчезновению таких видов растений которые более требовательны к стабильному гидрорежиму и чувствительны к изменению уровня воды, к частым усыханиям водоемов. Особенно критически маловодными были 2000-2001 гг., 2008, 2011, 2018 и 2021, 2022 годы, когда поступление амударьинской воды было недостаточным для поддержания уровня вод в водоемах Южного Приаралья. В результате многие водоемы (Муйнакский залив, Сарбас, Шеgekул, Коксу, Домалак) сильно обмелели, а некоторые высохли.

Залив Сарбас (Рыбачий залив) водохранилище созданное на месте бывшего залива Аральского моря (рис 1.). Водохранилище образовано построением в северной части подпорной дамбы с двумя водовыпусками. Общая длина дамбы составляет около 8 км, максимальная высота до 7 м. Грунт илистый, в отдельных местах песчаный. Дно ровное, средняя глубина 1-1,5 м, максимальная до 4 м (Жолдасова, 2002).



Рис 1. Озеро Сарбас (2023 г.)

Обводнение залива Сарбас высохшего к 1974 г. было начато с 1982 г. за счет стока Амударьи, но поступление воды было эпизодическим и небольшого объема. В 1990 г. впервые были обводнены около 1,5 тысяч га площади залива. К весне 1991 года площадь обводнения достигла уже четырех тысяч гектаров. Вода в залив поступает из Междуречья через канал Маринкин и имеет сток по Гончар-узыку в Инженер-узяк (протока Амударьи); емкость водохранилища 135 млн. м³. Летом 1992 г. в северо-западном углу озера случился прорыв, что привело к осеннему обсыханию и сильному обмелению значительной части водоема. Такие прорывы подпорной плотины случались и позже и способствовали резкому колебанию уровня воды. В целом был создан относительно стабильный, в пределах 4 тыс. га водоем с максимальной глубиной до 4 м и преобладающими глубинами 1-1,5 м. Однако в маловодные 2000-2001 годы вода сохранилась не более, чем на 500 га. В 2002 г. была обводнена вся площадь (Темирбеков, 2011).

Озера Коксу и Шегекуль расположены в дельтовой зоне реки Амударьи. Находятся на территории Муйнакского района, рядом расположены поселки Кызылжар, Шеге. Междуречье Акдарьи – Кипчакдарьи охватывает большую часть водного массива озер Коксу и Шегекуль. После 1960-х годов с понижением уровня воды в Амударье с западной и северной сторон озёр был прорыт старое русло Кипчакдарья. Место слияния двух рек называется Шуак. Восточная часть озер снабжается водами Амударьи, западная часть обводняется водами русловым каналом Кипчакдарья.

Зарастаемость большинства водоемов погруженными растениями очень высокая. Самыми преобладающими видами из погруженных растений являются *Myriophyllum spicatum* и *Potamogeton crispus* (Рис. 2-3). В весеннее и летнее время *M.spicatum* и *P.crispus* в Муйнакском заливе, Сарбасе образуют сплошные, густые заросли, что даже препятствуют передвижению на лодке (Бектурсынов и Тлеуов, 2018).

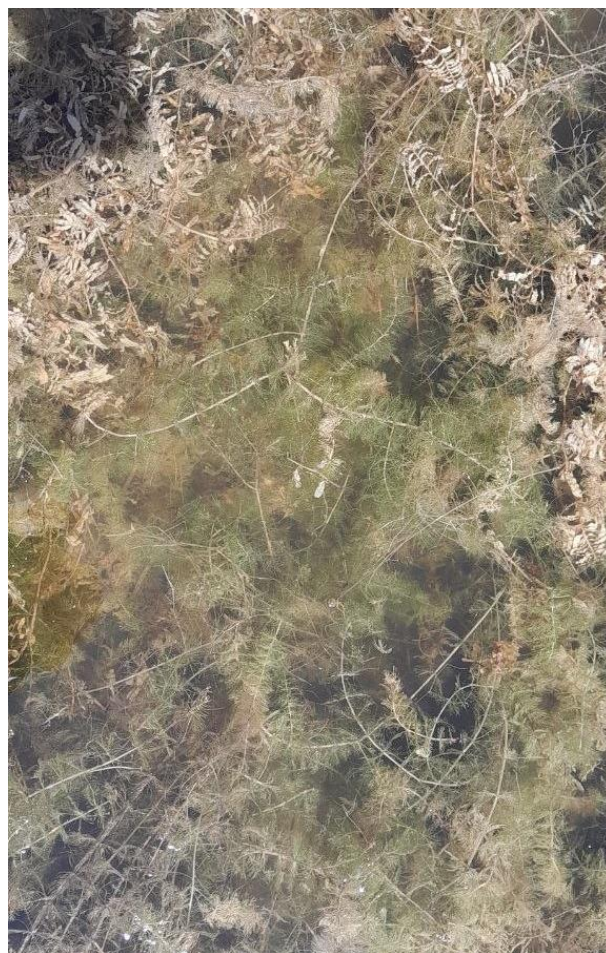


Рис 2. Заросли рдеста курчавого и урути колосистой



Рис 3. Рдест пронзеннолистный

Для водоемов Южного Приаралья характерны сравнительно небольшое количество видов высших водных растений. Даже водоемы имеющие сильную зарастаемость представлены лишь несколькими видами высших водных растений.

Из водопогруженных растений распространены главным образом, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*, *Najas marina*, *Ceratophyllum demersum*. Мелководные разливы покрыты невысокими зарослями рогоза *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus litoralis*, *Acorellus pannonicus*, *Bolboschoenus maritimus*. В маловодные годы прибрежные части озера покрываются зарослями гребенщика.

Выводы. Водоемы Южного Приаралья Муйнакский залив, Сарбас, Шегекуль, Коксу отличаются сильной

зарастаемостью, но видовое разнообразие немногочисленное. Преобладающими видами из погруженных растений являются *Myriophyllum spicatum* и *Potamogeton crispus*. В весеннее и летнее время *M.spicatum* и *P.crispus* в водоемах, особенно в Муйнакском заливе и Сарбасе образуют сплошные, густые заросли.

Наибольшее распространение во многих водоемах имеют виды которые по своей биологии оказываются наиболее приспособленными к гидрологическим режимам водоемов и при благоприятных условиях способны образовать густые заросли. В основном это роголистник погруженный, уруть колосовая и рдест курчавый. Для солоноватоводных водоемов характерны рдест гребенчатый, наяды.

Литература

1. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Ленинград: «Наука», 1981.
2. Лисицына Л.И. Гербаризация водных растений, оформление коллекций // Гидробиотаника: методология, методы: материалы школы по гидробиотанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский дом печати. –С. 49-55. 2003.
3. Флора Узбекистана. (1941-1963). -Ташкент: I-VI т.
4. Определитель растений Средней Азии. (1968-1993). –Ташкент: I-X том.
5. Рычин Ю.В. Флора гигрофитов. –Москва: 1948. –С. 448.
6. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Москва: 1995.
7. Пратов О.П., Набиев М.М. Современные системы высших растений Узбекистана. –Ташкент: 2007.
8. Таубаев Т. Флора и растительность водоемов Средней Азии и их использование в народном хозяйстве. –Ташкент: 1970.
9. Бектурсынов А.Б., Тлеуов А.Р. Динамика растительности залива Сарбас. // Материалы межд. научно-практич. конф. «Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья», (17-18 июль, 2018 г.). Каракалпакское отделение АНРУз, -Нукус: 2018.
10. Жолдасова И.М., Павловская Л.П., Любимова С.К., Уразымбетова Б.К., Темирбеков Р.У. Рыбохозяйственные водоемы дельтовой зоны Амударьи и проблемы устойчивого использования их ресурсов // Вестник ККО АНРУз. Нукус. №5-6. 2002.
11. Темирбеков Р.О., Аденбаев Е., Мусаев А.К., Бектурсынов А., Жолдасова И.М. Рыбохозяйственный статус залива Сарбас // Материалы Республиканской научно-практич. конф. «Достижения, перспективы развития и проблемы естествознания», (29-30 апрель, 2011 г.). КГУ им. Бердаха, -Нукус: 2011.

H.KREPKOGORSKI CESTODASI JABAYI SUT EMIZIWSHILER ENDOPARAZITI

Berdibaev Abat Sultamuratovich – *biologiya ilimleri boyınsha filosofiya doktorı, docent*

abat.berdibaev@bk.ru

Abdurahmonov Sherali Alisher ulı – *tayanish doktorant*

Shayxova Baxitgul Xabizovna – *tayanish doktorant*

Urgenichbaev Aybek Allambergen ulı – *tayanish doktorant*

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

ЦЕСТОДА H.KREPKOGORSKI ЭНДОПАРАЗИТ ДИКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Бердибаев Абат Султамуратович – *доктор философии биологических наук, доцент*

Абдурахмонов Шерали Алишерович – *базовый докторант*

Шайхова Бахытгуль Хабизовна – *базовый докторант*

Ургеничбаев Айбек Алламбергенович – *базовый докторант*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

H. KREPKOGORSKI CESTODA IS A WILD MAMMAL ENDOPARASITE

Berdibaev Abat Sultamuratovich – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate professor*

Abdurakhmonov Sherali Alisherovich – *doctoral student*

Shaykhova Bakhytgul Khabizovna – *doctoral student*

Urgenchbaev Aybek Allambergenovich – *doctoral student*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so'zlar: tsestoda, invaziya ekstensivlik, invaziya intensivlik, tsikl, gelmint, xo'jayin.

Rezyume. To'liq va to'liq bo'lmagan gelmintologik yorib ko'rilgan 156 nusxa yovvoyi sut emizuvchi hayvonlardan 56 nusxasi (35,2%) *H.krepkogorski* cestodasi bilan zararlangani kuzatildi. Shundan, 56 nusxa chiyabo'rilaridan *C.aureus* 21 nusxasi (37,5%), 23 nusxa bo'rilaridan *C.lupus* 5 nusxasi (21,7%), 42 nusxa tulkilardan *V.vulpes* 16 nusxasi (38,0%) va 38 nusxa qum quyonlarining *L.tolai* 14 nusxasi (36,8%) *H.krepkogorski* cestodasi bilan zararlangani aniqlandi. *H.krepkogorski* cestodasi bilan invaziya ekstensivlik ko'rsatkichlari bo'yicha yuqori darajada zararlanish tulkilarga *V.vulpes* 38,0% to'g'ri kelgan bo'lsa, invaziya intensivlik ko'rsatkichlari bo'yicha maksimal zararlanish qum quyonlariga *L.tolai* 13-281 nusxa to'g'ri keldi.

Ключевые слова: цестода, инвазия, экстенсивность, интенсивность инвазии, цикл, гельминт, хозяин.

Резюме. Из 156 экземпляров, подвергнутых полному и неполному гельминтологическому исследованию, 56 экземпляров (35,2%) из диких млекопитающих были заражены цестодой *H. krepkogorski*. Из 56 экземпляров шакалов *C.aureus* - 21 экземпляр (37,5%), из 23 экземпляров волка *C.lupus* - 5 экземпляров (21,7%), из 42 экземпляра лисиц *V.vulpes* - 16 экземпляров (38,0%), из 38 экземпляров песчаного зайца *L.tolai* - 14 экземпляров (36,8%) были заражены цестодой *H.krepkogorski*. По показателям экстенсивности инвазии с цестодой *H.krepkogorski* наибольший уровень заражения наблюдался у лисиц с *V.vulpes* 38,0%, а по показателям интенсивности инвазии наибольший уровень заражения наблюдался у песчаных кроликов с *L.tolai* 13-281 экземпляров.

Key words: cestode, invasion, extensiveness, intensity of invasion, cycle, helminth, host.

Summary. Of the 156 specimens subjected to full and incomplete helminthological research, 56 specimens (35.2%) from wild mammals were infected with the *H.krepkogorski* cestode. Out of 56 individuals of the jackal *C.aureus*, 21 individuals (37.5%), 23 individuals of the wolf *C.lupus*, 5 individuals (21.7%), 42 individuals of the fox *V.vulpes*, 16 individuals (38.0%), and 38 individuals of the hare *L.tolai*, 14 individuals (36.8%) were infected with the *H.krepkogorski* tsestoda. In terms of the extensiveness of infection with the *H.krepkogorski* tsestoda, the highest level of infection was observed in foxes with *V.vulpes* at 38.0%, while in terms of infection intensity, the highest level of infection was observed in rabbits with *L.tolai* at 13-281 specimens.

Kirisiw. Parazitar kesellikler haywanat dúnyası hám insan salamatlıǵı ushın úlken áhmiyetke iye bolǵan biologiyalıq hám veterinariyalıq mashqalalardan biri bolıp esaplanadı. Tábiyiy biocenozlarda parazit hám xojayın ortasındaǵı qatnaslardı úyreniw parazitlerdiń tarqalıwı, tirishilik cikli hám de epizootologiyalıq ózgesheliklerin anıqlawda áhmiyetli orın tutadı. Ásirese, jabayı haywanlar túrli gelmintler ushın tábiyiy rezervuar wazıypasın atqarıp, parazitlerdiń saqlanıw qalıwı hám keń tarqalıwında úlken áhmiyetke iye [5:687].

Sońǵı jılları cestodalar klasına tiyisli parazitlerdiń jabayı haywanlar populyaciylarında tarqalıwın úyreniwge qızıǵıwshılıq artıp barmaqta. Bul parazitler arasında *Hydatigera krepkogorski* túri ayrıqsha áhmiyetke iye bolıp, ol tiykarınan úy hám jabayı jırtqısh sút emiziwshi haywanlardıń as sińiriw sistemalarında, tiykarınan jıńishke bólim isheklerinde parazitlik etip ómir súredi. Onıń lichinkalıq basqıshları bolsa qoyan tárizliler hám

kemiriwshilerdiń hár túrli wákillerinde rawajlanadı hám olardan aralıq xojayın sıpatında paydalanadı. Bunday jaǵdaylar bolsa parazittiń tábiyiy oshaqlarda úzliksiz aylanıwın támiyinleydi [5:687].

H.krepkogorski diń biologiyası, morfologiyası hám ekologiyası haqqında maǵlıwmatlar bar bolsa da, onıń jabayı haywanlar arasında tarqalıwı, xojayınlar spektri hám epizootologiyalıq áhmiyeti tolıq úyrenilmegen. Ásirese, Qaraqalpaqstan aymaqlarında bul parazittiń tábiyiy populyaciylarda ushırıswı, rawajlanıw ózgeshelikleri hám haywanlar organizmine tásiiri boyınsha izertlew jumislari jeterli emes [5:687].

Usı múnásibet penen *H.krepkogorski* diń jabayı haywanlarda parazitlik etiw qásiyetlerin úyreniw, onıń xojayın quramın anıqlaw, tarqalıw nızamlılıqların bahalaw hám tábiyiy oshaqlardaǵı áhmiyetin sáwlelendiriw áhmiyetli ilimiy wazıypalardan biri esaplanadı. Bul izertlew nátiyjeleri parazittiń biologiyası hám ekologiyası

haqqında bilimlerdi bayıtıw, sonday-aq, haywanlar arasında parazitär keselliklerdiñ tarqalıwın qadaǵalaw ilajların jetilistiriwge xızmet etedi.

Izertlewdiñ materialları hám usılları. Izertlew jumısları 2023-2026-jıllar dawamında Qaraqalpaqstannıñ tórt tábiyiy geografiyalıq aymaqlarında stacionar hám marshrutlı usıllar tiykarında alıp barıldı. Akademik K.I.Skryabinniñ [6:45] tolıq hám tolıq bolmaǵan gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı menen 159 nusqa jabayı sút emiziwshi haywanları tekseriledi (1-keste).

1-keste. Tekserilgen haywanlardıñ tır quramı hám sanı

№	Haywan túrleri	Tekserilgen sanı
I	Tiykargı xojayın	121
1	Saǵal – <i>Canis aureus</i>	56
2	Qasqır – <i>Canis lupus</i>	23
3	Túlki – <i>Vulpes vulpes</i>	42
II	Aralıq xojayın	38
4	Qum qoyanı - <i>Lepus tolai</i>	38

Anıqlanǵan cestoda klasına tiyisli gelmintler 70%, 96% spirte feksaciya etildi, etiketkalar jabıstırıldı. Jıynalǵan materiallardı analiz etiw olardıñ túrlerin anıqlaw jumısları Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı “Eksperimental biologiyalıq izertlewler” laboratoriyasında alıp barıldı [3:274; 6:45].

Anıqlanǵan gelmintlerdi, olardıñ máyek hám lichinkaların identifikaciyalawda bir qatar anıqlawshılar hám monografiyalardan paydalanıldı [1:232; 3:274].

Jabayı sút emiziwshi haywanlardıñ bul cestoda menen zıyanlanıwınıñ muǵdarlıq kórsetkishleri hám parazititiñ xojayın organizminde tarqalıwınıñ invaziya ekstensivligi (IE), invaziya intensivligi (II) hám muǵdar indeksi (MI) sıyaqlı parazitologiyalıq kórsetkishler tiykarında esaplandı [4:352].

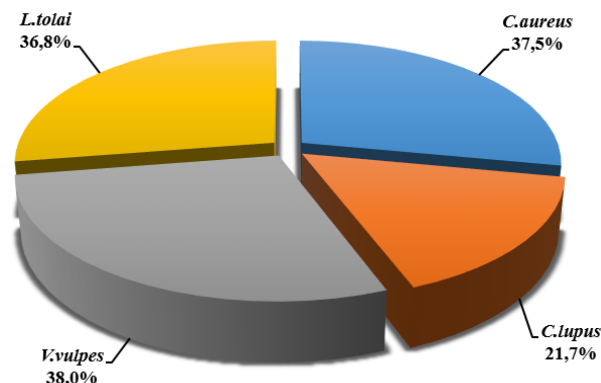
Izertlew nátiyjeleri. Izertlew nátiyjelerine kóre akademik K.I.Skryabinniñ (1928) tolıq hám tolıq bolmaǵan gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı menen tekserilgen 156 nusqa jabayı sút emiziwshi haywanlardan 56 nusqası (35,2%) *H.krepkogorski* cestodası menen zıyanlanganı anıqlandı. Sonnan 56 nusqa saǵallardan *C.aureus* 21 nusqası (37,5%), 23 nusqa qasqırlardan *C.lupus* 5 nusqası (21,7%), 42 nusqa túlkilerden *V.vulpes* 16 nusqası (38,0%) hám 38 nusqa qum qoyanlarınñ *L.tolai* 14 nusqası (36,8%) *H.krepkogorski* cestodası menen zıyanlanganlıǵı gúzetildi (2-keste).

2-keste. *H.krepkogorski* cestodası menen jabayı haywanlardıñ zıyanlanıwı

Haywan túrleri	Lokalizatsiyası	IE		II	
		nusqa	%	min-max	M±m
<i>C.aureus</i>	jıńishke bólim ishekler	21	37,5	4-27	15,5±1,4
<i>C.lupus</i>	jıńishke bólim ishekler	5	21,7	2-11	8,6±0,6
<i>V.vulpes</i>	jıńishke bólim ishekler	16	38,0	3-17	13,6±1,3
<i>L.tolai</i>	bawır hám qarın boslıǵındaǵı perdeler	14	36,8	13-281	52,3±3,7

1-keste maǵlıwmatlarına qaraǵada *H.krepkogorski* cestodası menen invaziya ekstensivlik kórsetkishleri

boyınsha joqarı dárejede zıyanlanıw túlkilerge *V.vulpes* 38,0% tuwrı kelgen bolsa, invaziya intensivlik kórsetkishleri boyınsha maksimal zıyanlanıw qum qoyanlarına *L.tolai* tuwrı keldi 13-281 nusqa (1-súwret). Túlkilerdiñ bul cestoda menen invaziya ekstensivlik kórsetkishleri boyınsha joqarı dárejede zıyanlanıwı, olardıñ azıq quramınıñ kópshilik bólimin kemiriwshilerdiñ hár túrli wákılleri atqarıwında bolıwı múmkin. *H.krepkogorski* cestodasınıñ rawajlanıw cikilinde aralıq xojayın wazıypasın qoyanlardan tısqarı kemiriwshilerdiñ de hár túrli wákılleri atqaradı.



1-súwret. *H.krepkogorski* cestodası menen úyrenilgen sút emiziwshilerdiñ zıyanlanıw kórsetkishleri %.

Qaraqalpaqstan sharayatında *H.krepkogorski* cestodası menen qoyanlardıñ invaziya intensivlik kórsetikishleri boyınsha joqarı dárejede bolıwı, bul aymaqta parazitlerdiñ rawajlanıwı ushın qolay sharayatlardıñ barlıǵı hám qum qoyanları populyaciýalarınñ kópligi bolıwı múmkin. *H.krepkogorski* cestodası biogelmint, tiykargı xojayınları úy hám jabayı jırtqısh sút emiziwshi haywanlar, aralıq xojayınleri bolsa qoyan tárizliler hám kemiriwshilerdiñ hár túrli wákılleri esaplanadı. Qaraqalpaqstan sharayatında *H.krepkogorski* cestodasınıñ rawajlanıw cikilinde qatnasatuǵın haywanlar dizimi [2:640] (3-keste).

3-keste. Qaraqalpaqstan sharayatında *H.krepkogorski* cestodasınıñ rawajlanıw cikilinde qatnasıwıshı sút emiziwshiler

Qoyan tárizliler toparı - Lagomorpha. Leporidae		
1	<i>Lepus tolai</i>	Qum qoyan*
2	<i>Oryctolagus cuniculus domesticus</i>	Úy qoyanı*
Kemiriwshiler toparı – Rodentia		
3	<i>Spermophilopsis leptodactylus</i>	Jıńishke barmaqlı balpaq
4	<i>Citellus pygmaeus</i>	Kishi balpaq
5	<i>Citellus fulvus</i>	Sarı balpaq
Qumtishqanlar - Gerbellidae		
6	<i>Meriones tamariscinus</i>	Jıńıl peschankası
7	<i>Meriones erythraurus</i>	Qızıl quyırqlı peschanka
8	<i>Meriones meridianus</i>	Yarım kún peschanka
9	<i>Rhombomys opimus</i>	Úlken peschanka
Tishqanlar - Muridae		
10	<i>Nesokia indica</i>	Jalpaq tisli krısa
11	<i>Mus musculus</i>	Úy tishqanı
Jırtqıshlar toparı – Garnivora. Canidae		

12	<i>Canis aureus</i>	Sağal*
13	<i>Canis lupus</i>	Qasqir*
14	<i>Vulpes corsac</i>	Qarsaq
15	<i>Vulpes vulpes</i>	Tülki*
16	<i>Canis lupus familiaris</i>	Úy iyti*
Susarlar - Mustelidae		
17	<i>Mellivora indica</i>	Balxor
18	<i>Meles meles</i>	Porsiq*
Pishiqlar - Felidae		
19	<i>Felis chaus</i>	Qamis pishiğı*
20	<i>Felis lybica</i>	Dala yamasa bórtpe tembil daqlı pıshıq*
21	<i>Felis margarita</i>	Qum pishiğı
22	<i>Felis manul</i>	Manul
23	<i>Felis caracal</i>	Qaraqulaq
24	<i>Felis domestica</i>	Úy pishiğı*

*Esletpe: - *H.krepkogorski* cestodası menen ziyanlangan sút emiziwshiler.

2-kestede izertlewlerimiz dawamında anıqlangan 10 túrdegi úy hám jabayı sút emiziwshi haywanlardın *H.krepkogorski* cestodası menen ziyanlanganı keltirip ótildi. Bul maqalamızda *H.krepkogorski* cestodasının jabayı iyt tárizliler hám qoyanlarda rawajlanıw ciklleri boyınsha jıynalğan mağlıwmatlardan paydalandıq.

Juwmaq. Izertlew jumislari nátiyjeleri sonı kórsetedi *H.krepkogorski* cestodası jabayı jırtqısh sút emiziwshiler hám kemiriwshi haywanlarda ushırasatúın gelmintlerden biri bolıp esaplanadı. Onıń tirishilik cikli aralıq hám tiykarğı xojayınler qatnasında bolıp, tábiyiy biocenozlarda parazit - xojayın qatnasıqlarınıń qalıplesiwinde úlken áhmiyetke iye. Jabayı iyt tárizliler hám qoyanlar usı parazitniń tarqalıwı, saqlanıp qalıwında tiykarğı epizootologiyalıq buwın wazıypasın atqaradı. Parazitniń biologiyalıq ózgeshelikleri hám tarqalıw nızamlıqların úyreniw, jabayı faunadağı parazitozlardı monitoring qılıwda, olardıń ekologiyalıq áhmiyetin bahalawda hám de epizootologiyalıq qáwiplerdiń aldın alıwda áhmiyetli ilimiy tiykar bolıp xızmet etedi.

Ádebiyatlar

1. Гвоздиев Е.В., Контримавичус В.Л., Рыжиков К.М., Шалдыбин Л.С. Определитель гельминтов зайцеобразных СССР. -Москва: «Наука»,1970.
2. Жуманов М.А., Асенов Г.А., Бекбергенова З.О., Қошанов Д.Е. Қарақалпақстанның хайўанат дўнясы. - Нөкис: «Қарақалпақстан», 2020.
3. Козлов Д.П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР. – Москва: 1977.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – Москва: 1990.
5. Матевосян Е.М. Дилепидоидеа-ленточные гельминты домашних и диких животных // «Основы цестодологии», Изд-во АН СССР. – Москва: 1963. Т. III.
6. Скрыбин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. - Москва: МГУ, 1928.

REGENERATIV ANOR YETISH TIRISHNING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

Ergasheva Farogʻat Sheraliyevna – doktorant

ergashevafaroxat24@gmail.com

Guliston davlat universiteti

Kushiyeв Habibjon Xojiboboyevich – biologiya fanlari doktori (DSc), professor

kushiev@mail.ru

Guliston davlat universiteti huzuridagi Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti

Xushmatov Shunqor Sadullayevich – bosh mutaxassis

Oʻzbekiston Respublikasi Oliy taʼlim, fan va innovatsiyalar vazirligi

Xudoynazarov Muxriddin Shuxrat oʻgʻli – biologiya fanlari boʻyicha falsafa doktori

Guliston davlat universiteti huzuridagi Agrobiotexnologiyalar va biokimyo ilmiy tadqiqot instituti

Nuriyeva Mahbuba Urinbayevna – kichik ilmiy xodimi

OʻzR FA QQB, Qoraqalpogʻ tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot instituti

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ГРАНАТА

Эргашева Фарогат Шералиевна – докторант

Гулистанский государственный университет

Кушиев Хабибжон Хожибобоевич – доктор биологических наук (DSc), профессор

Научно-исследовательский институт агrobiотехнологий и биохимии

при Гулистанском государственном университете

Хушматов Шункор Садуллаевич – главный специалист

Министерство высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

Худойназаров Мухриддин Шухрат угли – доктор философии по биологическим наукам (PhD)

Научно-исследовательский институт агrobiотехнологий и биохимии

при Гулистанском государственном университете

Нуриева Махбуба Уринбаевна – младший научный сотрудник

ККО АН РУз, Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

BIOCHEMICAL BASES OF REGENERATIVE POMEGRANATE CULTIVATION

Ergasheva Farogʻat Sheraliyevna – Doctoral Student (DSc)

Gulistan State University

Kushiyeв Habibjon Xojiboboyevich – Doctor of Biological Sciences (DSc), Professor

Research Institute of Agrobiotechnologies and Biochemistry under Gulistan State University

Xushmatov Shunqor Sadullayevich – Chief Specialist

Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan

Xudoynazarov Muxriddin Shuxrat oʻgʻli – Doctor of Philosophy in Biological Sciences

Research Institute of Agrobiotechnologies and Biochemistry under Gulistan State University

Nuriyeva Mahbuba Urinbayevna – Junior Researcher

Karakalpak Research Institute of Natural Sciences

Karakalpakstan Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Tayanch soʻzlar: anor doni, poʻsti, almashinmaydigan, almashinadigan aminokislotalar, limit aminokislotalar, regenerativ mahsulot yetishtirish, regenerativ qishloq xoʻjaligi.

Rezyume. Maqolada anor (*Punica granatum* L.) turiga mansub “Oq shirin” “Qizil anor” va “Qoraqayin” navlarining meva poʻsti, doni, barg hamda gulida aminokislotalar miqdori boʻyicha maʼlumotlar berilgan. Tadqiqot Guliston davlat universiteti Agrobiotexnologiya va biokimyo ilmiy tadqiqot institutida olib borilgan. Anor poʻstida Prolin 2.8, Lizin-2.95, Triamin-3.55 va Glitsin miqdori 9.2 g, donida tegishli ravishda: 8.0; 11.6; 32.3 va 43.8 g/100 teng ekanligi aniqlangan. Umumiy aminokislotalarning anor donida ulushi -72.6%, poʻstida -27.4% ni, almashinmaydigan aminokislotalar tegishli ravishda - 25.0 va 75.0% ga teng ekanligi qayd etilgan. Anor poʻstida almashinmaydigan aminokislotalar miqdori donga nisbatan 3-martagan koʻp ekanligi aniqlangan.

Ключевые слова: гранат (*Punica granatum* L.), семена граната, кожура плодов, незаменимые аминокислоты, заменимые аминокислоты, лимитирующие аминокислоты, производство регенеративной продукции, регенеративное сельское хозяйство.

Резюме. В статье представлены результаты исследования аминокислотного состава кожуры плодов, семян, листьев и цветков сортов граната (*Punica granatum* L.) «Ок ширин», «Кизил анор» и «Коракайин». Исследование проведено в Научно-исследовательском институте агrobiотехнологии и биохимии Гулистанского государственного университета. Установлено, что содержание пролина, лизина, треонина и глицина в кожуре плодов составило соответственно 2,8; 2,95; 3,55 и 9,2 г/100 г, тогда как в семенах эти показатели достигали 8,0; 11,6; 32,3 и 43,8 г/100 г соответственно. Определено, что доля общего содержания аминокислот в семенах составляет 72,6%, а в кожуре – 27,4%. Доля незаменимых аминокислот составила 25,0% в семенах и 75,0% в кожуре. Установлено, что содержание незаменимых аминокислот в кожуре граната примерно в три раза выше, чем в семенах.

Key words: pomegranate seeds, fruit peel, essential amino acids, non-essential amino acids, limiting amino acids, regenerative crop production, regenerative agriculture.

Summary. The article presents data on the amino acid composition of the fruit peel, seeds, leaves, and flowers of the pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars "Oq shirin," "Qizil anor," and "Qoraqayin." The study was conducted at the Research Institute of Agrobiotechnology and Biochemistry of Gulistan State University. The results showed that the contents of proline, lysine, threonine, and glycine in the pomegranate peel were 2.8, 2.95, 3.55, and 9.2 g/100 g, respectively, whereas in the seeds these values reached 8.0, 11.6, 32.3, and 43.8 g/100 g, respectively. It was established that the proportion of total amino acids accounted for 72.6% in the seeds and 27.4% in the peel. The proportion of essential amino acids was 25.0% in the seeds and 75.0% in the peel. The amount of essential amino acids in the pomegranate peel was found to be approximately three times higher than that in the seeds.

Kirish. Regenerativ qishloq xo'jaligi (*Regenerative agriculture* RA) o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratish, ularni muhitga moslashtirish, tuproq unumdorligini tiklash, ekologik toza mahsulot yetishtirish, ekosistemani barqarorligini ta'minlash bilan bog'liq bo'lgan qishloq xo'jaligi yondashuvi hisoblanadi [1]. Regenerativ muhsulot yetishtirish tuproqning fizik, kimyoviy va biologik ko'rsatkichlarini yaxshilash va undan samarali foydalanish imkoniyatiga ega bo'lgan ekin turlarini tanlashga ham bog'liq. Bu o'rinda anor (*Punica granatum* L.) o'simligi fiziologik, biokimyoviy xususiyatlari jihatidan regenerativ mahsulot yetishtirishda ahamiyatga ega. Uning mevasidan sharbat tayyorlansa, po'sti va donidan ishlab chiqarishda foydalaniladi [2]. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, dunyo bo'yicha yetishtirishga yalpi anor (8,1 mln tonna) qayta ishlashdan 0,75-1 mln tonna sharbat, 0,5-1,62 mln tonna ikkilamchi sanoat chiqindisi (po'st, urug') olingan [3]. Hindiston, Eron, Afg'oniston, AQSH, Turkiya, Isroil, Misr, Pokiston hamda O'zbekiston kabi davlatlar dunyo bo'yicha anor yetishtirishda yetakchi davlatlardan ekanligi e'tirof etilgan. Yetishtirilgan anorning 65,0 % oziq-ovqat sanoatida, 20% - kosmetikada, 15%- kulinariya sohasida qo'llanilgan, anor mevasining 36-75 % sharbat, 27-52 % po'st va 7-21 % dondan tashkil etganligi aniqlangan. Shu bilan birga anor donida moy kislotalarining ulushi 44,5-86,1% ga teng ekanligi aniqlanib ular antioksidantlik xususiyatiga ega ekanligi qayd etilgan [4]. Anor po'stidan biologik faoll moddalar ishlab chiqarish mumkinligi qayd etilgan [5]. Anor mevasida Mn, P, Mg, Si, Cr, Ca, Cu, S, V1, V2, V6, V15 makro va mikroelementlar aniqlangan [6, 7].

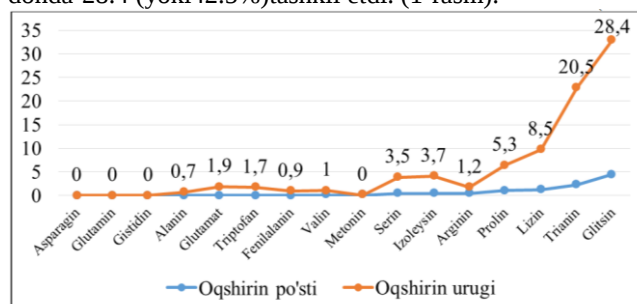
O'simlik mahsulotini biologik qiymatini belgilovchi ko'rsatkichlardan biri oqsil hisoblanadi. Ma'lumki, oqsil tarkibi almashinmaydigan: *lizin, valin, treonin, leysin, izoleysin, metionin, triptofan, fenilalanin, arginin, gistidin, tirozin va sistein* ham almashinadigan aminokislotalardan tashkil topgan. Ushbu aminokislotalar miqdori tuproq iqlim sharoiti va ekin turlariga bog'liq bo'lgan holda o'zgarganligi aniqlangan. Suriya sharoitida olib borilgan tadqiqotlarda anor navlarida 17 ta aminokislotalar aniqlanib ularning 8 tasi almashinmaydigan aminokislotalardan ekanligi qayd etilgan. Ushbu aminokislotalardan *triptofan, valin va lizin* limit aminokislotalardan ekanligi qayd etilgan [8; 9]. "Tuyatish" anor navining po'sti va donida oqsil miqdori boshqa navlarga nisbatan yuqori ekanligi aniqlangan [10; 11].

Umuman olganda, anor o'simligi iqtisodiy va tibbiy ahamiyatga ega. Bu anorning sho'rga chidamliligi [12], sho'rlangan tuproq sharoitida axoli daromadini oshirish hamda ovqat hazm qilish tizimi funksiyasini optimallashtirish, antikanserogen terapiyada foydalanish bilan bog'liq [13; 14]. Shundan kelib chiqib, regenerativ anor yetishtirishning fiziologik va biokimyoviy asoslarini o'rganish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Lekin

sug'oriladigan, sho'rlanishga moyil bo'lgan tuproq iqlim sharoitida regenerativ anor yetishtirishning biokimyoviy va fiziologik asoslari to'liq o'rganilmagan. Shundan kelib chiqib, mazkur tadqiqot olib borildi. Uni o'tkazishdan asosiy maqsad, anor mevasining po'sti, doni va gul hamda bargida aminokislotalar miqdorini aniqlashdan iborat.

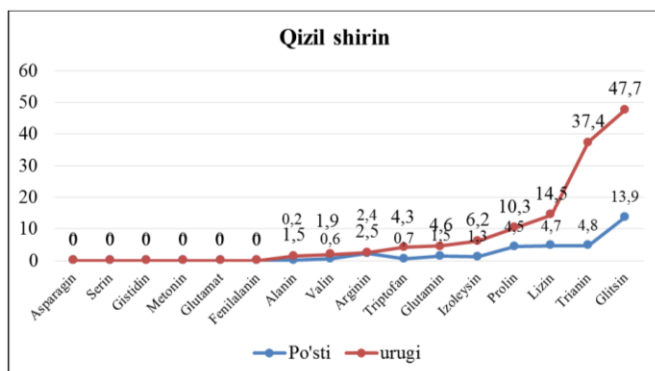
Tadqiqot obyekti sifatida Anor (*Punica granatum* L.) turiga mansub "Oqshirin" "Qizil anor" va "Qoraqayin" navlari olingan. Tadqiqot Guliston davlat universiteti qoshidagi Agrobiotexnologiya va biokimyoviy ilmiy tadqiqot instituti dala maydonida olib borildi. Anor mevasi tarkibidagi aminokislotalar Sigma Aldrich (Germaniya) dan keltirilgan standart namunalar asosida sifat va miqdor ko'rsatkichlarini Agilent Technologies, AQSh (Agilent) ishlab chiqarilgan YuSSX Agilent 1260 II Infinity qurilmasi Fluoresen (FLD) detektori yordamida aniqladi, qo'zg'almas faza Poroshel 120 EC-C-18 (150 mm × 4,6 mm × 4 mkm) AQSH kalonkadan, foydalanildi, Kolonnadan oldingi derivatizatsiya avtomatik dasturlashtirilgan rejimda amalga oshirildi, Aminokislotalar analizi amalga oshirishda ko'chma faza sifatida A - natriy digidrofosfat eritmasi (40 mM) pH 7,8 va mobil faza B - asetonitril: metanol: suv (45:45:10) o'zgaruvchan rejim asosida amalga oshirildi [12].

Natijalar. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, anor po'stida jami bo'lib 16 ta aminokislatlar borligi aniqlandi. Ushbu aminokislotalardan: Asparagin, Glutamin, Gistidin, Alanin, Glutamat, Triptofan, Fenilalanin meva po'stida aniqlanmagan bo'lsa Valin miqdori 0,1, Metonin - 0,1, Serin 0,4, Izoleysin 0,4, Arginin 0,5, Prolin 1,1, Lizin 1,2, Trianin 2,3 va Glitsin 4,5 ga teng ekanligi qayd etilgan. Umumiy aminokislotalardan (*almashinmaydigan va almashinadigan aminokislotalar*) Trianin va Glitsin boshqalarga nisbatan ko'p ekanligi aniqlanib ularning ulushi 21,7 va 42,5 % ni tashkil etdi. Mazkur navning donida ham aynan shunday natija kuzatildi. Umumiy aminokislotalarning yig'indisi donda 77,3gr ga teng bo'lgan bo'lsa po'stida 10,6gr ni tashkil etdi. Anor donida umumiy aminokislotalar ulushi 87,9 % ni, po'stida- 12,1 % ni tashkil etdi. Anor donida eng ko'p uchragan aminokislotalardan deb Glitsin e'tirof etildi. Uning miqdori donda-28,4 (yoki 42,5%) tashkil etdi. (1-rasm).



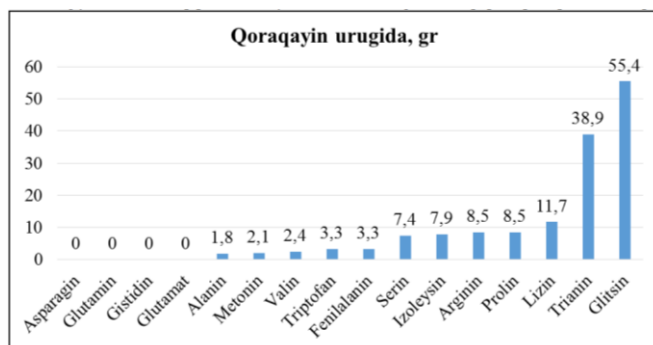
1-rasm. Anor po'sti va donida aminokislotalar miqdori (100g mahsulotda, gramm hisobida).

Anorning “Qizil shirin” navi po’stida umumiy aminokislatlar miqdori 34.6g/ga teng bo’lgan bo’lsa donida -130.9 gr ga teng bo’ldi. Ushbu ma’lumotlarni o’zaro solishtirganimizda mazkur navning po’stida aminokislotalarning ulushi 20.91 % ni donida 79.09 % ni tashkil etdi. Aminokislotalardan Prolin miqdori 4.5 grammga teng bo’lgan bo’lsa Lizin 4.7, Trianin 4.8 va izoleytsin 13.6 ga teng bo’lgan bo’lsa donida Prolin 10.3, Lizin 14.5, Trianin 37.4 va Glitsin 47.7 gr ga teng bo’ldi. Mazkur navda ham nisbatan ko’p uchragan aminokislotalardan Glitsin ekanligi aniqlandi uning ulushi meva po’stida 40.2 % ni donda 36.4 % ni tashkil etdi. (2-rasm)



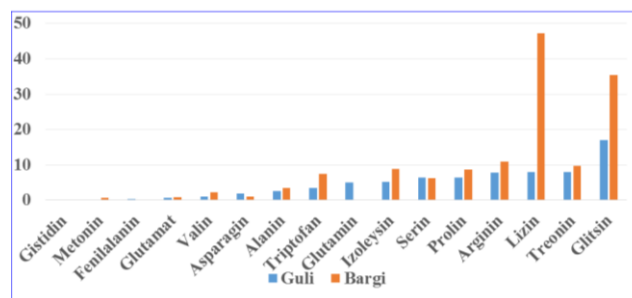
2-rasm. Qizil shirin anor po'sti va donida aminokislotlar miqdori (100gramm mahsulotda, gr hisobida).

“Qoraqayin” navida Lizin miqdori 11.7gr, Trianin 38.9 va Glitsin 55.4 gr ga teng bo’lib, ularning ulushi tegishli ravishda 7.7% , 25.7 va 36.6 % ni tashkil etdi. Yuqoridagi ma’lumotlarga asosanib, barcha anor navlari po’ssti va donida Glitsin ulushi bashqalarga nisbatan ko’p bo’ldi.



3-rasm. Qoraqayin anor po'sti va donida aminokislatlar miqdori (100g mahsulotda, g hisobida).

Shu bilan bir qatorda Aminokislotalar miqdori “Qoraqayin” anor navining gul va bargida ham aniqlandi (4-rasm). “Qoraqayin” anor navining gulida umumiy aminokislotalar miqdori 73.67gr ga teng bo’lgan bo’lsa bargida esa bu ko’rsatkich 142.31 gr ga teng bo’ldi. Bunda “Qoraqayin” anor navining gulida Serin miqdori 6.34 gr ga teng bo’lgan bo’lsa, bargida 6.15 gr ga teng bo’ldi. Prolin tegishli ravishda: 6.49 va 8.75; Arginin-7.75; va10.9; Lizin-7.89 va 47.26, Treonin 7.9 va 9.63 % hamda Glitsin 1,7.0 va 35.21 % ni tashkil etdi. Ushbu ma’lumtlardan, O’rganilgan aminokislotalardan glitsin gul va bargida ko’p ekanligi aniqlandi. Aynan bunday natija anor po’ssti va donida ham qayd etilgan edi.



4-rasm. Qoraqayin navining gul va bargida aminokislatlar miqdori (100g mahsulotda, g hisobida).

Umuman olganda, anor navlari aminokislatlar miqdori jihatidan bibr-biridan farq qildi. Anorning “Oq shirin” navida Asparagin, Glutamin, Gistidin, Alanin, Glutamat, Triptofan, Fenilalanin kabi aminokislatlar aniqlanmadi. Quyidagi aminokislotalardan: Valin miqdori 0.1 gr ga teng bo’lgan bo’lsa Metonin-0.1, Serin 0.4, Izoleytsin 0.4, Arginin 0.5 , Prolin 1.1, Lizin 1.2, Trianin 2.3 va Glitsin 4.5 gr ga teng ekanligi qayd etildi. Ushbu ma’lumotlardan Glitsin aminokislatasi mazkur nav meva po’stida boshqa aminokislatlarga nisbatan ko’p ekanligi (ulushi 42% ni tashkil etganligi) aniqlandi. Aynan shunday natija mazkur anor navining donida ham qayd etilib uning miqdori 42.5 g /100 (36.7 %) ni tashkil etdi.

“Qizil shirin” navining meva po’stida glitsin 40.2 % ni va donida 36.4 % ni tashkil etdi. “Qoraqayin” navi donida umumiy aminokislatlardan Trianin-38.9 (25.7%) va Glitsin-55.4 (36.6%) nisbatan ko’p ekanligi aniqlandi. “Qoraqayin” bargida umumiy aminokislatlarning ulushi 66.0% ni, gulida 34.0% ni tashkil etdi. Bunda Glitsin aminokislatasi miqdori gulda 17.0 g/100 va bargda 35.61 g /100 teng bo’lib umumiy aminokislatlarga nisbatan ulushi 23-24 % ni tashkil etganligi aniqlandi. Bu barcha anor navlari po’ssti, doni, gul va bargida Glitsin aminokislotasining ulushi yuqori ekanligini ko’rsatdi.

Almashinmaydigan aminokislotalardan Leysin meva po’stida va donida aniqlanmagan bo’lsa metionin miqdori don po’stida 0.7 va urug’ida -0.1 g/100, Valin tegishli ravishda 0.9; 0.4; Fenilalanin 1.1; 0.0; Triptofan 1.3; 0.4; Arginin 3.0; 1.5; Izoleytsin 3.0; 0.9; Lizin 4.7 va 3.0 Treonin 14.9 va 3.6 teng ekanligi qayd etildi. Almashinmaydigan aminokislotalar umumiy miqdori anor po’stida 29,6gr donida 9,9 gr ga teng bo’ldi. Bu anor po’stida almashinmaydigan aminokislatlar ulushi 75,0% ni, donida 25,0% ni tashkil etganligi ko’rsatdi. Bu almashinmaydigan aminokislotalar miqdori anor mevasining po’stida doniga nisbatan 3 barobarga ko’p ekanligini ko’rsatdi.

Ma’lumki, oqsilning biologik qiymati aminokislotali skor(AS%) ko’rsatkichi bilan baholanadi. Ushbu ko’rsatkich oziq-ovqat mahsulotlari uchun qo’llaniladi. Garchi anor po’ssti, doni oziq-ovqatda qo’llanilmasada aminokislotalarni baholashda ushbu ko’rsatkichdan foydalanildi. Ilmiy manbalarda o’simlik oqsillarida *lizin, triptofan va treonin* limit aminokislatlardan ekanligi e’tirof etilgan.

Tadqiqot natijalari shuni ko’rsatdiki, anorda lizim, treonin va triptofan kabi almashinmaydigan aminokislatlar faollashganligi aniqlandi. FAO ma’lumoti bo’yicha lizin miqdori 100g mahsulotda 5.5 g etib belgilangan bo’lsa anor po’stida uning miqdori 4.7g yoki etalonga nisbatan 85.5% ni donida- 3.0 (54.5%), gulda-7.9285.7%) va bargda

47.3(859.%) gr ga teng bo'ldi. Aynan shunday natija Treonin va Triptofan bo'yicha ham qayd etildi. Bu anor o'simlida lizim, treonin va triptofan nisbatan ko'p uchraydigan metionni va valin esa limit aminokislatlardan ekanligi e'tirof etildi. Yuqoridagi ma'lumotlar anor mevasining po'sti, doni, guli va bargida almashinmaydigan aminokislotalar faollashganligini regenerativ anor yetishtirish fiziologik, biokimyoviy asosga ega ekanligidan dalolat berdi.

Xulosa. Anor po'stida aminokislotalardan: Prolin-2.8, Lizin-2.95, Trianin-3.55 va Glitsin miqdori 9.2 g/100 teng

bo'lgan bo'lsa donida tegishli ravishda 8.0; 11.6; 2.3 va 43.8 g/100 teng ekanligi aniqlangan. Umumiy aminokislatlarning anor donida ulushi -72.6% ni uning po'stiga-27.4% ni tashkil etgan. Almashinmaydigan aminokislatlarning ulushi meva po'stida 75.0%, donida 25.0% ni tashkil etgan. Ushbu aminokislatlardan Lizin miqdori anor po'stida 4.7 donda 3.0, Treonin tegishli ravishda 14.9 va 3.6 gr/100 teng ekanligi qayd etilgan. Regenerativ anor yetishtirishda meva po'stidan almashinmaydigan aminokislotalar olishda foydalanish tavsiya etilgan.

Adabiyotlar

1. Schreefel L., Schulte R. P. O. (et al.) Regenerative Agriculture – The Soil is the Base // Global Food Security. 2020. Vol. 26. R. 100404.
2. <https://agriexpert.ru/articles/5286/regenerativnoe-selskoe-xoziaistvo-zdorovaia-pocva-zdorovaia-zizn>
3. Tan S.S. X., Kuebbing S.E. A Synthesis of the Effect of Regenerative Agriculture on Soil Carbon Sequestration in Southeast Asian Croplands // Agriculture, Ecosystems and Environment. 2023. Vol. 349. -P. 108450.
4. Buck H.J., Palumbo-Compton A. Soil Carbon Sequestration as a Climate Strategy: What Do Farmers Think? // Biogeochemistry. 2022. № 161. P. 59-70.3.
5. Elfalleh W, Ying M, Nasri N, Sheng-Hua H, Guasmi F, Ferchichi A. Fatty acids from Tunisian and Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) seeds. Int J Food Sci Nutr. 2011 May;62(3):200-6. doi: 10.3109/09637486.2010.526932. Epub 2010 Dec 1. PMID: 21118055.
6. Мамедов З.М. Факторы, влияющие на развитие граната в Восточно-Зангезурском экономическом районе // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №9. С. 83-94. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/94/09>
7. Pamela R Toledo-Merma et al., "Phenolic Compounds Recovery from Pomegranate (*Punica granatum* L.) By-Products of Pressurized Liquid Extraction" 2022, 1-9-b.
8. Буханова Ю.Н. Аминокислотный состав лекарственного растительного сбора «Лорполифит» для лечения заболевания верхних дыхательных путей. Химия растительного сырья. 2015. № 4. –С. 159–163. DOI: 10.14258/jcprm.201504820.
9. Ботрус Джорж Абдалла. Биохимическая характеристика сирийского граната и его комплексное промышленное использование: дис...канд.тех.наук: -Одесса 1987.
10. Isakov K., Askarov I.R., Turakhonov S.O. Determination the amount of protein in pomegranate peel and seed. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine. 2023, 2(2), 102–110. <https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol2.iss2.2023.176>
11. Мамедов З.М. Факторы, влияющие на развитие граната в Восточно-Зангезурском экономическом районе // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №9. С. 83-94. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/94/09>
12. Jámbor A, Molnár-Perl I, Amino acid analysis by high-performance liquid chromatography after derivatization with 9-fluorenylmethyloxycarbonyl chloride Literature overview and further study, J Chromatogr A, 2009 Apr 10;1216(15):3064-77, doi: 10.1016/j.chroma.2009.01.068, Epub 2009 Jan 29, PMID: 19215925,
13. Степура М.В., Хапрова Е.Н. Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. №4, 2010. Кубанский госуд. Техно. университет. –С. 34-35.
14. Karomatov I. Dz., Rakhmatova D.B. Chemical composition of pomegranate as a promising medicinal product. Электронный научный журнал "Биология и интегративная медицина" №2 – март-апрель (55) 2022, -С. 177-188.

UDC 665.117:639.34

**OPTIMIZING THE LIPID EXTRACTION PROCESS FROM
ARTEMIA CYSTS. A COMPARATIVE ANALYSIS**

Hajibayev Quvvat Ganievich – Senior Researcher

hajibayevquvvat@gmail.com

Berdimbetova Gulsara Esenovna – Head of the Bioorganic chemistry laboratory

Gulsara2@rambler.ru

Nuriyeva Mahbuba Urinbayevna – Junior Researcher

nmahbuba@internet.ru

Asemenova Nurjamol Yakupbaevna – doctoral student

nurjamalasemenova@gmail.com

Satimova Mohira Rashidovna – Independent researcher

Mohirasatimova620@gmail.com

Smetullaev Mukhammedali Juginisovich – Intern-researcher

smetullaevmukhammedali@gmail.com

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences

**ARTEMIA SISTALARIDAN LIPID EKSTRAKSIYASI JARAYONINI
OPTIMALLASHTIRISH: QIYOSIY TAHLIL**

Hajibayev Quvvat G'aniyevich – katta ilmiy xodim

Berdimbetova Gulsara Esenovna – Bioorganik kimyo laboratoriyasi rahbari

Nuriyeva Mahbuba Urinbayevna – kichik ilmiy xodim

Asemenova Nurjamol Yakupbaevna – tayanch doktorant

Satimova Mohira Rashidovna – mustaqil izlanuvchi

Smetullaev Muxammedali Juginis uli – stajyor tadqiqotchi

Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy tadqiqot instituti

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ЛИПИДОВ ИЗ ЦИСТ ARTEMIA:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Хажибаяев Кувват Ганиевич – старший научный сотрудник

Бердимбетова Гулсара Есеновна – заведующая лабораторией биоорганической химии

Нуриева Махбуба Уринбаевна – младший научный сотрудник

Асеменова Нуржамал Якупова – базовый докторант

Сатимова Мохира Рашидовна – самостоятельный соискатель

Сметуллаев Мухаммедали Жугинисович – стажер исследователь

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

Tayanch soʻzlar: artemia, sista, lipid ekstraksiyasi, Folch usuli, Bligh & Dyer, Soxhlet, akvakultura, optimallashtirish

Rezyume. Artemia (shoʻr suv qisqichbaqasi) sistalari akvakultura sohasida baliq va qisqichbaqasimonlar lichinkalari uchun asosiy jonli oziqa manbai boʻlib, ularning oziqaviy qiymati asosan lipid miqdori va yogʻ kislotalari tarkibi bilan belgilanadi. Lipidni toʻgʻri va toʻliq ajratib olish usuli ilmiy natijalarning aniqligiga bevosita taʼsir qiladi, biroq adabiyotda turli mualliflar turli ekstraksiya usullaridan (Folch, Bligh & Dyer, Soxhlet, sulfofosfovanillin) foydalanadi, bu esa natijalarni bir-biriga solishtirishni qiyinlashtiradi. Ushbu maqolada 1985–2019 yillar oraligʻida chop etilgan 11 ta ilmiy manbadan (turli geografik hudud, shtamm va rivojlanish bosqichlari boʻyicha jami 47 ta maʼlumot qatori) olingan umumiy lipid miqdori va ekstraksiya usullari qiyosiy tahlil qilindi. Natijalar shuni koʻrsatdiki, Folch usuli eng koʻp qoʻllanilgan va eng barqaror natija beruvchi oltin standart hisoblanadi, biroq quritilgan namunalar uchun Bligh & Dyer usuli lipidni toʻliq ajratib olishni (Soxhlet bilan solishtirilganda 30–45% past natija) aniqlandi. Shu asosda Artemia sistalaridan lipidlarni ajratib olishni optimallashtirish boʻyicha bosqichma-bosqich protokol taklif etildi.

Ключевые слова: артемия, циста, экстракция липидов, метод Фольча, Блай и Дайер, Сокслета, аквакультура, оптимизация

Резюме. Цисты артемии (артемии) являются основным источником живого корма для личинок рыб и ракообразных в аквакультуре, а их питательная ценность в основном определяется содержанием липидов и составом жирных кислот. Правильный и полный метод экстракции липидов напрямую влияет на точность научных результатов, но в литературе разные авторы используют разные методы экстракции (Фольча, Блай и Дайера, Сокслета, сульфосфосованилина), что затрудняет сравнение результатов между собой. В данной статье представлен сравнительный анализ общего содержания липидов и методов экстракции, полученных из 11 научных источников (всего 47 строк данных по различным географическим регионам, штаммам и стадиям развития), опубликованных в период с 1985 по 2019 год. Результаты показали, что метод Фольча является наиболее широко используемым и наиболее надежным «золотым стандартом», но для высушенных образцов метод Блай и Дайера оказался неполным в экстракции липидов (на 30–45% ниже, чем метод Сокслета). На этой основе был предложен пошаговый протокол оптимизации экстракции липидов из цист артемии.

Key words: artemia, cyst, lipid extraction, Folch method, Bligh & Dyer, Soxhlet, aquaculture, optimization.

Summary. *Artemia* (brine shrimp) cysts are the primary live-feed source in aquaculture for fish and crustacean larvae, and their nutritional value is largely determined by their lipid content and fatty-acid composition. The method used to extract lipids has a direct impact on the accuracy of scientific findings, yet different authors in the literature employ different extraction techniques (Folch, Bligh & Dyer, Soxhlet, sulfophosphovanillin), which complicates cross-study comparison. In this paper, the total lipid content and extraction methods reported in 11 scientific sources published between 1985 and 2019 (covering various geographic regions, strains, and developmental stages, totaling 47 data rows) were comparatively analyzed. The results showed that the Folch method is the most widely used and the most consistently reliable, functioning as a "gold standard," whereas the Bligh & Dyer method was found to fail to fully extract lipid from dried samples (yielding 30–45% lower results compared with Soxhlet cross-checks). On this basis, a step-by-step protocol is proposed for optimizing lipid extraction from *Artemia* cysts.

Introduction. Members of the genus *Artemia* (brine shrimp) are distributed across numerous saline water bodies worldwide, and their dried cysts serve as the primary means of feeding fish and crustacean larvae in the aquaculture industry. The nutritional value of cysts and the nauplii hatched from them depends first and foremost on their lipid content and, within it, the amount of highly unsaturated fatty acids (EPA, DHA). Accurate and complete extraction of *Artemia* lipids is therefore one of the key factors determining the quality of scientific research in this field. A review of the literature shows that different researchers use different methods to extract lipids - ranging from the classic Folch [12] chloroform:methanol extraction to Bligh & Dyer [13], Soxhlet extraction, and the sulfophosphovanillin colorimetric method. Each of these methods differs in operating principle, sensitivity, and efficiency depending on sample condition (fresh, frozen, or dried), meaning that sharply divergent lipid values can be obtained even for the same geographic region or strain. The aim of this paper is to combine the total lipid content and extraction methods reported for *Artemia* cyst samples (as well as nauplius, metanauplius, and decapsulated cyst samples) across 11 scientific sources published by various authors between 1985 and 2019 into a single unified table for comparative analysis, to identify the strengths and weaknesses of each method, and, on this basis, to develop scientifically grounded recommendations for optimizing lipid extraction from *Artemia* cysts.

Materials and methods. Source selection criteria. For the analysis, 11 peer-reviewed scientific papers were selected that quantitatively report the total lipid content of *Artemia* sp. cysts (as well as nauplius/metanauplius stages) and clearly describe the extraction method used. The sources covered geographically diverse regions (Spain, Algeria, the Aral Sea, Iran, Tunisia, the USA), which allowed for broader generalization of the findings.

Comparative analysis methodology. The following parameters were extracted from each source: author(s), year, journal, sample type/stage, total lipid content (mean $\pm$ standard deviation), and the extraction/determination method used. All data were entered into a single unified table (11 sources, 47 rows) (Section 3, Table 1). Extraction methods were grouped into four main categories: (1) Folch [12] chloroform: methanol; (2) Bligh & Dyer [13]; (3) Soxhlet extraction; (4) sulfophosphovanillin colorimetric method. For each method, the sample condition (moist/frozen/dried), frequency of use (number of papers employing it), and relative efficiency (where available – based on studies that directly compared several methods on the same sample, notably Liou & Simpson, [7] were compared. No statistical processing was applied – this is a primary (descriptive) meta-analysis, the purpose of which is

to qualitatively compare methods and identify directions for optimization.

Results. Summary table. Table 1 Presents all 47 data rows compiled from the 11 sources - total lipid content together with the method used to determine it.

Table 1. All information on total lipid levels and their determination from 11 sources.

Source (paper)	Sample / stage / strain	Total lipid content	Extraction / determination method	Year
Navarro, Amat, Sargent [1]	GSL – freshwater type (Great Salt Lake)	9.2 $\pm$ 0.2 % (dry weight)	Folch (1957) extraction + gravimetric	1993
Navarro, Amat, Sargent [1]	LMT – marine type (La Mata, Spain)	17.9 $\pm$ 0.4 % (dry weight)	Folch (1957) extraction + gravimetric	1993
Landau & Riehm [2]	San Francisco strain	2.05 $\pm$ 1.21 % (of body weight)	Sulfophosphovanillin method	1985
Landau & Riehm [2]	Colombia strain	1.04 $\pm$ 0.55 % (of body weight)	Sulfophosphovanillin method	1985
Landau & Riehm [2]	Australia strain	2.71 $\pm$ 0.96 % (of body weight)	Sulfophosphovanillin method	1985
Landau & Riehm [2]	Utah strain	7.03 $\pm$ 1.10 % (of body weight)	Sulfophosphovanillin method	1985
Navarro, Amat, Sargent [3]	Cyst	16.7 $\pm$ 0.3 %	Folch (1957), gravimetric + GC	1991
Navarro, Amat, Sargent [3]	Nauplius	22.1 $\pm$ 0.3 %	Folch (1957), gravimetric + GC	1991
Navarro, Amat, Sargent [3]	Metanauplius	20.3 $\pm$ 1.1 %	Folch (1957), gravimetric + GC	1991
Navarro, Amat, Sargent [3]	Decapsulated cyst	17.7 $\pm$ 0.1 %	Folch (1957), gravimetric + GC	1991
Navarro, Amat, Sargent [4]	12 Spanish populations (cysts)	9.5–17.85 % range	Presented graphically; exact method not specified	1992

Ama-rouayache et al. [5]	Chott Marouane	13.79 %	Folch (1957)	2017
Ama-rouayache et al. [5]	Sebkha Ez-Zemoul	18.23 %	Folch (1957)	2017
Ama-rouayache et al. [5]	El-Bahira	16.48 %	Folch (1957)	2017
Ama-rouayache et al. [5]	Sidi Bouziane (highest)	24.55 %	Folch (1957)	2017
Ama-rouayache et al. [5]	Bethioua (lowest)	7.78 %	Folch (1957)	2017
Navarro, Amat, Sargent [6]	Bonmati (coastal)	19.42 ± 0.14 %	Folch (1957), gravimetric	1992
Navarro, Amat, Sargent [6]	La Mata (coastal)	17.80 ± 0.52 %	Folch (1957), gravimetric	1992
Navarro, Amat, Sargent [6]	La Trinidad (coastal, lowest)	11.48 ± 0.68 %	Folch (1957), gravimetric	1992
Navarro, Amat, Sargent [6]	Los Hermanos (coastal)	15.57 ± 0.82 %	Folch (1957), gravimetric	1992
Navarro, Amat, Sargent [6]	Olmeda. Gerri (7 inland populat.)	9.52–16.70 % range	Folch (1957), gravimetric	1992
Liou & Simpson [7]	Freshly hatched nauplii (control)	179 ± 9 mg/g	Bligh & Dyer (1959)	1989
Liou & Simpson [7]	Freeze-dried	176 ± 8 mg/g	Bligh & Dyer (1959)	1989
Liou & Simpson [7]	Vacuum-dried	163 ± 5 mg/g	Bligh & Dyer (1959)	1989
Liou & Simpson [7]	Hot-air dried	134 ± 6 mg/g	Bligh & Dyer (1959)	1989
Liou & Simpson [7]	Freeze-hot-air dried (cross-check)	257–258 mg/g	Soxhlet extraction (supplementary method)	1989
Berdimbetova et al. [8]	Cyst – free lipid (FL)	11.30 % (moist) / 12.13 % 12.14 (dry)	Petroleum-ether Soxhlet extraction (24 h)	2019
Berdimbetova et al. [8]	Cyst - bound lipid (BL)	2.23 % (NL 0.65 + GL 0.34 + PL 1.24)	CHCl ₃ –MeOH extraction + silica-gel CC	2019
Berdimbetova et al. [8]	Total lipid (FL + BL)	14.36 %	Sum of both methods	2019

Peykaran Mana et al. [9]	Cyst - Meyghan Lake	7.67 ± 0.7 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Cyst - Maharlu Lake	6.62 ± 0.6 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Cyst - Urmia Lake	7.15 ± 0.6 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Instar I nauplius - Meyghan	12.42 ± 3.1 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9].	Instar I nauplius - Maharlu (highest)	18.60 ± 1.1 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Instar I nauplius - Urmia	12.38 ± 3.5 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Decapsulated cyst - Urmia (highest)	11.87 ± 2.1 %	Soxhlet method	2014
Peykaran Mana et al. [9]	Nauplius from decap. cyst - Maharlu	16.62 ± 2.1 %	Soxhlet method	2014
Ben Naceur et al. [10]	ZAR (lowest)	12.1 ± 0.4 %	Folch (1957)	2012
Ben Naceur et al. [10]	BK (highest)	20.2 ± 0.9 %	Folch (1957)	2012
Ben Naceur et al. [10]	11 populations	16.8–19.1 %	Folch (1957)	2012
Ben Naceur et al. [10]	(GSL, reference)	18.0 ± 0.9 %	Folch (1957)	2012
Ben Naceur et al. [11]	ADH 02 (2002, lowest)	16.2 ± 0.8 %	Folch (1957)	2010
Ben Naceur et al. [11]	ADH 03 (2003, highest)	18.3 ± 0.5 %	Folch (1957)	2010
Ben Naceur et al. [11]	ADH 04 (2004)	17.9 ± 1.2 %	Folch (1957)	2010
Ben Naceur et al. [11]	ADH 05 (2005)	17.7 ± 1.1 %	Folch (1957)	2010
Ben Naceur et al. [11]	ADH 06 (2006)	16.9 ± 0.5 %	Folch (1957)	2010
Ben Naceur et al. [11]	ADH 07 (2007)	17.4 ± 0.6 %	Folch (1957)	2010

Comparative efficiency of extraction methods. Table 2 summarizes the four main extraction methods – their frequency of use, suitable sample condition, relative efficiency, and main limitations.

Table 2. Comparative efficiency of extraction methods

Extraction method	No. of papers	Sample condition	Relative efficiency	Main limitation
Folch et al. chloroform: methanol (2:1)	8/11	Fresh/ frozen, decapsulated cyst	High, reproducible (gold standard)	Requires large volumes of toxic solvent, time-consuming
Bligh & Dyer	1/11	Dried biomass (various methods)	High in moist/fresh samples, underestimates in dried samples	Solvent penetration is hindered by tissue "shrinkage" during drying-30-45% lower yield compared with Soxhlet
Soxhlet extraction	3/11	Dried /powdered cyst, nauplius	Highest and Most complete (due to heat + prolonged contact)	High temperature may increase the risk of PUFA oxidation; time-consuming (hours)
Sulfophosphovanillin (colorimetric)	1/11	Dried/ freeze-dried cyst	Fast, requires little sample	Not directly gravimetric - depends on a cholesterol standard, sensitive to lipid-class composition, prone to error

Key findings. Total lipid content across all sources ranged from 1.0% (Colombia strain, Landau & Riehm, [2] to 24.6% (Sidi Bouziane, Amarouayache et al., [13]) – a difference attributable to geographic location, strain type, and, importantly, the extraction method used. In 8 of the 11 sources (73%), the Folch [12] method was used as the "gold standard. The direct comparison conducted by Liou & Simpson [5] yielded the most important methodological finding: in dried samples, the Bligh & Dyer [13] method gave 30-45% less lipid than Soxhlet extraction (134-176 mg/g versus 257-258 mg/g), which was attributed to the drying-induced "shrinkage" of cell tissue that prevents the solvent from fully penetrating. The sulfophosphovanillin colorimetric method (Landau & Riehm, [2]), while fast and requiring little sample, produced markedly lower absolute values (1.0-7.0%) than the other gravimetric/GC-based methods – likely related to the method's dependence on a cholesterol standard and its sensitivity to lipid-class composition. The two-stage approach (free + bound lipid) used by Berdimbetova et al. [8] yielded the most complete lipid profile, but this method is considerably longer and more complex, making it unsuitable for rapid screening.

Discussion. The findings once again confirm the absence of a single standardized protocol for extracting

lipids from *Artemia* cysts. This situation makes direct comparison of results across studies difficult and introduces uncertainty into quality control in aquaculture practice. Based on the analysis, the following directions for optimization are proposed:

Choosing a method according to sample condition. For fresh or freeze-dried cyst/nauplius samples, the Folch [12] or Bligh & Dyer [13] methods provide sufficiently complete extraction, since the cellular structure remains intact and the solvent can penetrate the tissue freely. Conversely, for hot-air-dried or long-stored dry samples, Soxhlet extraction (or an extended-contact-time Folch protocol) is recommended, since in such samples the cell membrane has "shrunk" and simple cold-extraction methods cannot fully release the lipid.

Proposed optimized step-by-step protocol.

Step 1 (sample preparation): hydrate cysts in seawater → decapsulate following the method of Bruggeman et al. (removal of the chorion layer) → rinse in distilled water and dry gently (avoid hot-air drying beyond 48 hours, since this can cause up to 25% lipid loss, Liou & Simpson, [7]).

Step 2 (extraction): extract using the Folch et al. [12] method in chloroform:methanol (2:1, v/v) with 0.01% BHT antioxidant added, under a nitrogen atmosphere (to prevent oxidation); if the sample has already been thoroughly dried, supplementing with a Soxhlet stage (or extending contact time to at least 6–8 hours) is recommended.

Step 3 (quantification): gravimetric weighing (on an analytical balance, ±0.1 mg precision) should be used as the primary method, while colorimetric methods such as sulfophosphovanillin should be used only for rapid screening, with subsequent gravimetric confirmation.

Step 4 (quality control): confirmation using at least two independent methods (e.g., Folch + Soxhlet) is recommended for each batch, especially when analyzing dried samples – as shown by Liou & Simpson [7], this allows methodological errors (of up to 30-45%) to be detected.

Step 5 (storage): store the extracted lipid at –20°C under a nitrogen atmosphere with BHT antioxidant in chloroform:methanol (2:1) solution – this prevents oxidation and quality degradation [1].

Limitations. This analysis relies on secondary (literature-based) data, and therefore the exact experimental conditions (temperature, time, sample mass) used in the original studies were not fully controlled for. Future studies that directly compare all four methods on the same *Artemia* batch (with statistical validation) would further refine the optimal protocol.

Conclusion. The comparative analysis conducted on the basis of 11 scientific sources shows that the Folch method remains the most reliable and widely used technique for extracting lipids from *Artemia* cysts, although it must be adapted to sample condition (moist versus dried). It was found that the Bligh & Dyer method yields significantly lower results for dried samples (30–45% lower compared with Soxhlet), demonstrating the critical effect of the drying process on extraction efficiency. The proposed five-step optimized protocol (preparation → adapted extraction → gravimetric confirmation → dual-method quality control → antioxidant-protected storage) can help improve the accuracy and reproducibility of results in *Artemia* lipid research, as well as improve the comparability of findings across different studies.

References

1. Navarro J.C., Amat F., Sargent J.R. The lipids of the cysts of freshwater- and marine-type *Artemia*. // *Aquaculture*. 1993. Vol. 109. - P. 327-336.
2. Landau M., Riehm J.P. The nutritional chemistry of the decapsulated cysts of four geographical strains of the brine shrimp *Artemia salina* (L.) // *Comp. Biochem. Physiol.* 1985. Vol. 81A(3). - P. 551-554.
3. Navarro J.C., Amat F., Sargent J.R. A study of the variations of lipid levels, lipid class composition and fatty acid composition in the first stages of *Artemia* sp. // *Marine Biology*. 1991. Vol. 111. - P. 461-465.
4. Navarro J.C., Amat F., Sargent J.R. Fatty acid composition of coastal and inland *Artemia* sp. populations from Spain // *Aquaculture*. 1992. Vol. 102. - P. 219-230.
5. Amarouayache M., Cakmak Y.S., Asan-Ozusaglam M., Amorouayeche A. Fatty acid composition of five Algerian bisexual and parthenogenetic strains of *Artemia* (Anostraca, Crustacea) and their antimicrobial activity // *Aquaculture International*. 2017. Vol. 25(3). - P. 1367-1383.
6. Navarro J.C., Amat F., Sargent J.R. Lipid composition of cysts of the brine shrimp *Artemia* sp. from Spanish populations // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1992. Vol. 155. - P. 123-131.
7. Liou S.-R., Simpson K.L. Lipid stability in the drying of *Artemia* by several methods. // *Aquacultural Engineering*. 1989. Vol. 8. - P. 293-305.
8. Berdimbetova G.E., Orazova Sh.Sh., Yuldasheva N.K., Khidoyatova Sh.K., Gusakova S.D., Sagdullaev Sh.Sh. Lipids from cysts of Aral Sea brine shrimp *Artemia parthenogenetica* // *Chemistry of Natural Compounds*. 2019. Vol. 55(5). - P. 802-805.
9. Peykaran Mana N., Vahabzadeh H., Seidgar M., Hafezieh M., Pourali H.R. Proximate composition and fatty acids profiles of *Artemia* cysts and nauplii from different geographical regions of Iran // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2014. Vol. 13(3). - P. 761-775.
10. Ben Naceur H., Ben Rejeb Jenhani A., Romdhane M.S. Quality characterization of cysts of the brine shrimp *Artemia salina* from Tunisia focusing on their potential use in aquaculture // *Journal of Biological Research-Thessaloniki*. 2012. Vol. 17. - P. 16-25.
11. Ben Naceur H., Ben Rejeb Jenhani A., Romdhane M.S. Variability of *Artemia salina* cysts from Sabkhet El Adhibet (southeast Tunisia) with special regard to their use in aquaculture // *Inland Water Biology*. 2010. Vol. 3(1). - P. 70-78.
12. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *Journal of Biological Chemistry*. 1957. Vol. 226. - P. 497-509.
13. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. // *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 1959. Vol. 37. - P. 911-917.
14. Barnes H., Blackstock J. Estimation of lipids in marine animals and tissues: detailed investigation of the sulphophosphovanillin method for 'total' lipids // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 1973. Vol. 12. - P. 103-118.

HARAKATLARNING BIOMEKANIK ASSIMETRIYASINI TAHLIL QILISH ASOSIDA O'RTA VA UZOQ MASOFALARGA YUGURUVCHILARDA JAROHATLANISHNING OLDINI OLISH**Nasirov Polatbay Isakovich** – *assistent o'qituvchi*nasirovpolatbay@gmail.com*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti***ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА У БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ АСИММЕТРИИ ДВИЖЕНИЙ****Насыров Полатбай Исакович** – *ассистент преподаватель**Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза***PREVENTION OF INJURIES IN MIDDLE AND LONG-DISTANCE RUNNERS BASED ON THE ANALYSIS OF BIOMECHANICAL ASYMMETRY OF MOVEMENTS****Nasirov Polatbay Isakovich** – *assistant teacher**Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz*

Tayanch so'zlar: chidamlilikka yugurish, ortiqcha yuklamali jarohatlar, harakatlar asimmetriyasi, biomekanik tahlil, jarohatlarning oldini olish, maxsus chidamlilik.

Rezyume. Ortiqcha yuklamali jarohatlanishlar o'rta va uzoq masofalarga yuguruvchilarda sport ish qobiliyatining pasayishi, mashg'ulotlarni o'tkazib yuborish va natijalar yomonlashishining asosiy sabablaridan biri bo'lib qolmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, harakatlarning biomekanik asimmetriyasi yugurish texnikasidagi jarohatli o'zgarishlarning muhim prediktori hisoblanadi. Ushbu maqolaning maqsadi harakatlar biomekanik asimmetriyasini tahlil qilish va moslashtirilgan tuzatish mashqlari asosida ortiqcha yuklamali jarohatlar oldini olish ilmiy asoslangan modelini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqotda 30 nafar malakali yuguruvchilar ishtirok etib, ularga texnikani video va kinematografik tahlil qilish, funksional testlash va asimmetriyani baholash o'tkazildi. Olingan ma'lumotlar shuni tasdiqlaydiki, biomekanik monitoring va texnikani maqsadli tuzatishni joriy etish jarohatlanish xavfini sezilarli darajada kamaytiradi va sport samaradorligini oshiradi.

Ключевые слова: бег на выносливость, перегрузочные травмы, асимметрия движений, биомеханический анализ, профилактика травм, специальная выносливость.

Резюме. Перегрузочные травмы остаются одной из ведущих причин снижения спортивной работоспособности, пропусков тренировок и ухудшения результатов у бегунов на средние и длинные дистанции. Современные исследования подтверждают, что биомеханическая асимметрия движений является важным предиктором травмоопасных изменений техники бега. Целью данной статьи является разработка научно-обоснованной модели профилактики перегрузочных травм на основе анализа биомеханической асимметрии движений и адаптированных коррекционных упражнений. В исследовании приняли участие 30 квалифицированных бегунов, которым были проведены видео- и кинематографический анализ техники, функциональное тестирование и оценка асимметрии. Полученные данные подтверждают, что внедрение биомеханического мониторинга и целевой коррекции техники значительно снижает риск травматизма и повышает спортивную результативность.

Key words: endurance running, overload injuries, movement asymmetry, biomechanical analysis, injury prevention, special endurance.

Summary. Overload injuries remain one of the leading causes of decreased athletic performance, missed training, and deterioration of results in middle and long-distance runners. Modern research confirms that biomechanical movement asymmetry is an important predictor of traumatic changes in running technique. The purpose of this article is to develop a scientifically based model for the prevention of overloaded injuries based on the analysis of biomechanical asymmetry of movements and adapted corrective exercises. 30 qualified runners participated in the study, who underwent video and cinematographic analysis of technique, functional testing, and assessment of asymmetry. The obtained data confirm that the implementation of biomechanical monitoring and targeted correction of technique significantly reduces the risk of injury and increases sports performance.

Kirish. O'rta va uzoq masofalarga yugurish harakatlarni yuqori samarali muvofiqlashtirishni, yurak-qon tomir tizimining barqaror ishlashini va organizmning energiya resurslarini optimal taqsimlashni talab qiladi. Biroq, takroriy siklik harakatlar, ayniqsa yuqori intensivlik va mashg'ulotlar hajmi bilan, haddan tashqari yuklamali jarohatlar xavfini sezilarli darajada oshiradi, bu Thomas J.R. (2019) va Sandbakk O., Holmberg H.C. (2017) tadqiqotlari bilan tasdiqlangan. Shikastlanishga moyillik tug'diruvchi omillar orasida harakatlarning biomekanik asimmetriyasi – tayanch-harakat apparatiga yuklamalar taqsimlanishiga ta'sir etuvchi tananing o'ng va chap tomonlari kinematikasi va kinetikasidagi farq alohida o'rin tutadi [8, 9].

Turli xil mashg'ulot dasturlari va jarohatlarning oldini olish mavjudligiga qaramay, sport tayyorgarligi amaliyotida harakatlar asimmetriyasini tashxislash va tuzatishga yetarlicha e'tibor berilmaydi.

Boshqa tomondan, zamonaviy videotahlil, stabilometriya va funksional testlash texnologiyalari texnikadagi yashirin og'ishlarni dastlabki bosqichlarda aniqlash imkonini beradi, bu esa jarohatlarning oldini olishni yanada ilmiy asoslaydi.

Sport tayyorgarligi me'yorlari va tadqiqotlariga sharhlar shuni ko'rsatadiki, qo'l jarohatlarining oldini olish sport tibbiyoti, biomekanika va mashg'ulot nazariyasini birlashtirishni talab qiladi [6]. Ushbu tadqiqot chidamlilik bo'yicha yuguruvchilarda jarohatlanishni kamaytirishga

yordam beradigan monitoring va tuzatish modelini ishlab chiqishga qaratilgan.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda 18-25 yoshdagi kamida 3 yillik muntazam mashg'ulot tajribasiga ega bo'lgan 30 nafar yuguruvchi ishtirok etdi [4, 5]. Sinaluvchilar ikki guruhga bo'lingan:

- nazorat (NG, n = 15) - standart tayyorgarlik;
- eksperimental (TG, n = 15) - biomexanik tahlil va texnikani tuzatishni joriy etish bilan.

Biomechanik asimetriya diagnostikasi

Yugurish yo'lakhasida frontal va sagittal proyeksiyalardagi texnikalarning video tahlili [1].

Qadam uzunligi, tos-son, tizza va to'piq bo'g'imlarida bukilish/yozilish burchaklarini baholash.

Tayanch simmetriyasi va yuk taqsimlanishini baholash uchun stabilometriya.

Asimetriya koeffitsiyenti chap va o'ng tomon parametrlarining umumiy o'rtacha qiymatga nisbatan farqi sifatida hisoblangan.

Funksional testlash.

VO₂max ni aniqlash (laboratoriya yoki dala testi);

Yuklamalargacha, yuklamalar paytida va yuklamalardan keyingi YUQS;

Laktat-test standart yuklamadan 3 daqiqa o'tgach.

Tuzatish dasturi.

Quyidagi mashqlardan foydalanildi:

- muvozanat va tenglik (platformalar, yalang to'plar);
- yugurish mashqlarini simmetrik bajarish;
- po'stloq va oyoq mushaklarini kuch bilan barqarorlashtirish.

Statistik ishlov berish.

Ma'lumotlarni qayta ishlash uchun Studentning t-mezoni qo'llanildi; farqlar $p < 0.05$ ahamiyatlilik darajasida ishonchli deb hisoblandi [2, 3].

Natijalar:

Harakatlar asimetriyasi.

Tajribadan oldin 80% ishtirokchilarda o'ng va chap oyoq o'rtasida $\geq 10\%$ darajasida tizza bo'g'imida bukilish burchaklarining yaqqol asimetriyasi aniqlandi. Korreksiyadan so'ng TGda ko'rsatkichlar 27,4% ga kamaydi ($p < 0,05$), NGda o'zgarishlar statistik ahamiyatga ega bo'lmadi.

Funksional ko'rsatkichlar

Ko'rsatkich	NG (oldin→keyin)	TG (oldin→keyin)	p
VO ₂ max (ml/kg/daqiqa)	60 → 61	61 → 66	<0.01
Laktat (mmol/l)	10,1 → 9,8	10,2 → 8,1	<0.01
YUQSmaks (zarba/daq)	190 → 188	191 → 184	<0.05

Sport natijalari

Masofa	NG yaxshilanishi (%)	TG yaxshilanishi (%)
1500 m. yugirish	+1.5	+5.1
5000 m. yugirish	+1.2	+4.3

TGda sezilarli yaxshilanishlar ($p < 0.05$) modelning samaradorligini tasdiqlaydi.

Muhokama. Olingan natijalar shuni tasdiqlaydiki, biomechanik asimetriya jarohat xavfi texnikasining dastlabki belgisi bo'lib xizmat qiladi va mashg'ulot ta'sirlari samaradorligining pasayishi bilan bog'liq (Sandbakk O., Holmberg H.C., 2017). Asimetriyani bartaraf etish aerob va anaerob ko'rsatkichlarning yaxshilanishiga, laktat miqdorining kamayishiga va harakatlar tejamkorligining oshishiga olib keladi.

VO₂max va sport natijalarida kuzatilgan yaxshilanishlar Joyner M.J., Coyle E.F. (2017) ma'lumotlariga mos keladi, bu yerda texnikani individual tahlil qilish va shaxsiylashtirilgan tuzatishlar chidamlilikni oshirishga yordam berdi.

Asimetriya monitoringiga asoslangan profilaktika dasturlari shikastlanish chastotasini 25-35% ga kamaytirishga qodir, bu Thomas J.R., Nelson J.K., Silverman S.J. (2019) natijalariga mos keladi.

Xulosa. Harakatlarning biomechanik asimetriyasi o'rta va uzoq masofalarga yuguruvchilarda ortiqcha yuklamali jarohatlar xavfining muhim omili hisoblanadi.

Asimetriya tahlili va korreksion dasturni joriy etish funksional va sport ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Tavsiya etilgan jarohatlar profilaktikasi modeli sport maktablari va terma jamoalarning mashg'ulot jarayonlariga samarali integratsiya qilinishi mumkin.

Adabiyotlar

- Алимов Ш.А. Биомеханический контроль техники бега. Монография. – Ташкент : UzSPTI, 2020.
- Бабушкин Г.Д. Педагогические исследования в спорте. Учебное пособие. – Москва: «Академия», 2018.
- Бектемиров А.К. Методика подготовки стайеров. Учебно-методическое пособие. – Нур-Султан : КазНУ, 2021.
- Каримов И.Ш. Функциональная диагностика в спорте. Монография. – Самарканд: СамГУ, 2020.
- Лаптев А.П. Методы математической статистики в спорте. Учебное пособие. – Москва: Физкультура и спорт, 2019.
- Heath B.H., Carter J.E.L. A Modified Somatotype Method. // American Journal of Physical Anthropology, 1967. Vol. 27. – P. 57-74.
- Joyner M.J., Coyle E.F. Endurance Exercise Performance: The Physiology of Champions. // Journal of Physiology, 2017. Vol. 586(1). – P. 35-44.
- Sandbakk Ø., Holmberg, H.C. A Reappraisal of Success Factors for Olympic Endurance Athletes. // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2017. Vol. 27. – P. 4-15.
- Thomas J.R., Nelson J.K., Silverman S.J. Research Methods in Physical Activity. 7th ed. – Champaign : Human Kinetics, 2019.

GEWEKSHAQLILAR (BOVIDAE) GELMINTLER FAUNASININ TROFIKALIQ-EKOLOGIYALIQ SÍPATLAMASI (QARAQALPAQSTAN MÍSAÍNDA)

Ubbiniyazova Jamila Komekbaevna – *biologiya ilimleri boyınsha filosofiya doktori, docent*

j.ubbiniyazova@ndpi.uz

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

ТРОФИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ПОЛОРОГИХ (BOVIDAE) (НА ПРИМЕРЕ КАРАКАЛПАКСТАНА)

Уббиниязова Жамила Комекбаевна – *доктор философии биологических наук, доцент*

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

TROPHIC AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HELMINTH FAUNA OF BOVIDAE: A CASE STUDY OF KARAKALPAKSTAN

Ubbiniyazova Zhamilya Komekbaevna – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, Associate Professor*

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch soʻzlar: gelmintlar, quvushshoxli hayvonlar, Qoraqalpogʻiston, trofik va ekologik omillar, parazitofauna, nematodalar, sestodlar, trematodalar.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpogʻiston hududida tarqalgan quvushshoxli hayvonlar (Bovidae) gelmintlar faunasining shakllanishiga taʼsir etuvchi trofik va ekologik omillar tahlil qilingan. Tadqiqotlar natijasida uy (*Ovis aries dom.*, *Capra hircus dom.*, *Bos taurus dom.*) va yovvoyi (*Saiga tatarica*, *Gazella subgutturosa*) quvushshoxli hayvonlarda uchraydigan 36 turdagi gelmintlar aniqlanib, ularning yuqish mexanizmlari boʻyicha tasnifi ishlab chiqildi. Gelmintlarning tur tarkibini tahlil qilish asosida, oxirgi xoʻjayin zararlanishida topik bogʻlanishlarning ustunligi aniqlandi. Oʻrganilgan parazitlarning hayot tsikllarida trofik aloqalarning yoʻqligi, quvushshoxli hayvonlar gelmintofaunasining yaylovlarda oziqlanishiga bogʻliq evolyutsion moslashganligidan dalolat beradi.

Ключевые слова: гельминты, полорогие животные, Каракалпакстан, трофические и экологические факторы, паразиты, нематоды, цестоды, трематоды.

Резюме. В статье рассматриваются трофико-экологические особенности гельминтофауны полорогих-Bovidae животных Каракалпакстана. В результате исследований выявлено 36 видов гельминтов, встречающихся у домашних (*Ovis aries dom.*, *Capra hircus dom.*, *Bos taurus dom.*) и диких (*Saiga tatarica*, *Gazella subgutturosa*) представителей полорогих животных, и разработана их классификация по механизмам передачи инвазии. На основе анализа видового состава гельминтов определена приоритетная роль топических связей в поражении окончательного хозяина. Отсутствие трофических связей в жизненных циклах исследуемых паразитов свидетельствует об эволюционной адаптации гельминтофауны полорогих животных к пастбищному типу питания.

Key words: helminths, bovids, Karakalpakstan, food and ecological factors, parasites, nematodes, cestodes, trematodes.

Summary. The article examines the trophic and ecological characteristics of the helminth fauna of bovidae in Karakalpakstan. As a result of the research, 36 species of helminths found in domestic (*Ovis aries dom.*, *Capra hircus dom.*, *Bos taurus dom.*) and wild (*Saiga tatarica*, *Gazella subgutturosa*) representatives of ungulate animals were identified, and their classification based on their transmission mechanisms was developed. Based on the analysis of helminth species composition, the priority role of topical connections in the destruction of the final host was determined. The absence of trophic links in the life cycles of the studied parasites indicates the evolutionary adaptation of the helminth fauna of hollow-horned animals to the pasture type of nutrition.

Kirisiw. Qaraqalpaqstannın qurǵaqshılıq hawa rayı, jaylawlardın máwsimlik ózgeriwı hám suw resurslarının sheklengenligi gelmintlerdın tarqalıwına sezilerli tásir etedi. Gewekshaqlılar (Bovidae) gelmintofaunası tábiyǵı ekosistemalardıń áhmiyetli komponenti bolıp esaplanadı. Olar xojayın organizm, parazit hám sırtqı ortalıq ortasındaǵı quramalı ekologiyalıq qatnaslardı sáwlelendiredi.

Úy haywanları (*Ovis aries dom.*, *Capra hircus dom.*, *Bos taurus dom.*) hám jabayı (*Saiga tatarica*, *Gazella subgutturosa*) túrler arasındaǵı ekologiyalıq baylanıslar parazitlerdın tábiyiy aylanısın támiyinleydi hám infekciya dereklerin keńeytedi.

Material hám metodlar. Izertlew jumısları 2020-2025-jıllar dawamında Qaraqalpaqstan Respublikasınıń túrli rayonlarındaǵı mal sharwashılıq xojalıqları hám tábiyiy ekosistemalarında ámelge asırıldı. Jumıstın maqseti úy hám jabayı gewekshaqlı haywanlar (Bovidae) tuqımlasına tiyisli túrlerdın gelmintofaunası quramı hám trofikalıq-ekologiyalıq ózgesheliklerin úyreniwden ibarat boldı.

Parazitologiyalıq tekseriwler gelmintologiyada uluwma qabil etilgen klassikalıq usıllar tiykarında alıp barıldı [2, 3, 4, 5, 8].

Dáslepki materiallar Qaraqalpaqstan Respublikasınıń Kegeyli, Bozataw, Taxtakópir, Qońırat, Moynaq, Ámiwdárya hám Tórtkúl rayonlarındaǵı mal soyıw punktlerinde jıynaldı. Invaziya dárejesi hám gelmintlerdın túrlerin anıqlawda eki túrli usıllardan paydalanıldı: K.I.Skryabin (1928) metodıkası boyınsha [9] tolıq gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı menen 37 bas qarakól násilli qoy, 35 bas jergilikli násilli eshki hám 19 bas hár qıylı násilli qaramallar tekseriwden ótkerildi hám tolıq bolmaǵan gelmintologiyalıq jarıp kóriw usılı: tańlanbanın reprezentativligin arttırıw maqsetinde 116 bas qaramal hám 250 bas mayda shaxlı haywanlardın ayırım aǵzalrı tekseriwden ótkerildi [9].

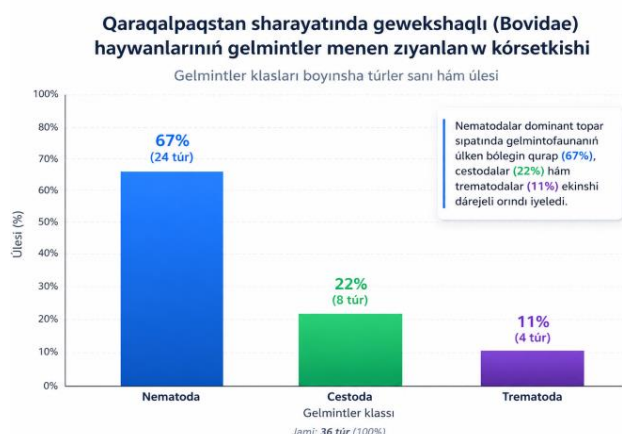
Jumis dawamında aymaqtın tábiyiy biotoplarında jasawshı jabayı túrlerdın parazitlik sistemaların monitoring etiwge ayırıqsha itibar qaratıldı. Dala izertlewleri sheńberinde 11 bas sayǵaq (*Saiga tatarica*) hám 13 bas

jeýran (*Gazella subgutturosa*) izertlendi. Bul túrlerdiń izertlewge tartılıwı jaýlawlardaǵı jabayı hám úy haywanları arasında invaziya almasıwın baqlaw imkaniyatın jarattı. Trofikalıq-ekologiyalıq qatnas tiykarında parazitler hám xojayınlar arasındaǵı azıq shıńır baylanısı úyrenildi.

Nátiyjeler hám talqılaw. Ótkerilgen parazitologiyalıq tekseriwler nátiyjeleri Qaraqalpaqstan Respublikası aymaǵındaǵı mal sharwashılıq hám jabayı tábiyat ekosistemalarında gelmintozlardıń tarqalıwı joqarı dárejede ekenligin kórsetti [1, 10, 11].

Izertlewler analizi sonı kórsetti, úy haywanlarınń gelmintler menen zıyanlanıwı túrlerge qarap hár qıylı kórinedi: qoylarda invaziya dárejesi 100% ti, eshkilerde 75% ti hám qara mallarda 70% ti quradı. Sonday-aq, jabayı túrler – sayǵaq (*Saiga tatarica*) hám jeýran (*Gazella subgutturosa*) populyaciýalarında da gelmintoz benen zıyanlanıw kórsetkishleri joqarı ekenligi atap ótili.

Tekserilip atırǵan gewekshaqlı haywanlardan jámi 36 túrdegi gelmintler anıqlandı. Taksonomiyalıq jaqtan analizlendenge, gewekshaqlı haywanlar (Bovidae) tuqımlasına tiyisli túrlerdiń gelmintler faunasında Nematoda klasına tiyisli gelmintler dominant topar sıpatında (24 túr; 67%). Bul jaǵday nematodalarınń túrli ekologiyalıq sharayatlardıń beyimlesiwsheńligi, rawajlanıw cikliniń hár túrliligi, aralıq hám tiykarǵı xojayınlar menen keń trofikalıq baylanıslardıń iye ekenligi menen túsindiriledi [12]. Cestoda hám Trematoda toparları bolsa sáykes túrde 22% hám 11% úlesti qurap, gelmintofauna quramında ekinshi dárejeli orındı iyeledi (1-súwret).



1-súwret. Qaraqalpaqstan sharayatında gewekshaqlı - Bovidae haywanlarınń gelmintler menen zıyanlanıw kórsetkishi

Zamanagóy parazitologiyada xojayın organizmlerdiń invaziya jolı parazit hám sırtqı ortalıq arasındaǵı ekologiyalıq baylanıs (trofik, topik hám forik) sıpatlarına qarap klassifikaciýalanadı. Usı klassifikaciýaǵa muwapıq [7], gelmintler menen zıyanlanıw jolları tórt toparǵa ajratıladı: (1) alimentar jol (aralıq yamasa rezervuar xojayınlar arqalı); (2) azıq-awqat hám suwdiń pataslanıwı; (3) perkutan jol (aktiv kirip bariw); (4) aralıq xojeyinler qatnasıwında juǵatıwın invaziýalar.

Uluwma biologiyalıq kózqarastan, birinshi topar mexanizmleri trofikalıq baylanıslardıń ámelge asırılıwın bildirse, ekinshi, úshinshi hám tórtinshi toparlar topik hám de ayırım forik óz ara tásirler menen baylanısı.

Aymaqtıǵı gewekshaqlılar (Bovidae) gelmintler faunasın tallaw nátiyjeleri trofikalıq shıńır arqalı cirkulyaciýalanıwshı gelmintlerdiń dominantlıq etpeytu-

ǵınlıǵın kórsetti. Haywanlardıń invaziýalanıwı tiykarınan topikalıq (ekologiyalıq) baylanıslar arqalı ámelge asadı. Bul jaǵday regiondaǵı epizootologiyalıq jaǵday birinshi gezekte sırtqı ortalıq faktorları – abiotikalıq sharayatlar (topıraq, suw dárekleri) hám haywanlardı saqlawdaǵı sanitariyalıq-gigienalıq jaǵday menen belgilenip, geogelmintozlardıń tarqalıwına tiykar jaratatuǵınlıǵınan derek beredi. Solay etip, gelmintlerdiń tarqalıwınıń topik mexanizmi regiondaǵı gewekshaqlılar gelmintofaunasınıń túrler quramı hám invaziya dinamikasın belgileytuǵın tiykarǵı faktor bolıp tabıladı (1-keste).

1-keste. Xojeyin organizmlerdiń invaziýalıq jolları

Xojeyinge juǵıw mexanizmleri	Túr sanı			
	Jámi	Cestoda	Trema toda	Nema- toda
Trofik baylanıslar				
Haywanlar - azıq-awqat obyektı sıpatında	-	-	-	-
Topik baylanıslar				
Máyek yamasa lichinkalardıń tosattan jutılıwı	27 (75%)	4 (11.1%)	3 (8.3%)	20 (55.6%)
Lichinkalardı aralıq xojeyinleri menen tosattan jutıw	6 (16.6%)	4 (11.1%)	-	2 (5.5%)
Lichinkalardıń teri arqalı aktiv kiriwi	1 (2.7%)	-	1 (2.7%)	-
Jánlikler arqalı juǵıw (shekiriw/azıqlanıw)	2 (5.5%)	-	-	2 (5.5%)

Ótkerilgen izertlewler nátiyjesinde gelmintler faunası quramında invaziyanıń tiykarǵı jolı sıpatında kontaminirlengen ortalıq arqalı juǵıw ústinlik etedi (shama menen 75%). Bul toparǵa 4 túr cestodalar (*Taenia hydatigena*, *Echinococcus granulosus*, *Multiceps multiceps*, *Taenia saginata*) – 11,1%, 3 túr trematodalar (*Fasciola gigantica*, *Cotylphoron calicophorum*, *Gastrothylax crumenifer*) – 8,3%, jáne 20 túr nematodalar (*Trichocephalus ovis*, *Trichocephalus skrjabini*, *Chabertia ovina*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Haemonchus contortus*, *Marshallagia marshalli*, *Marshallagia mongolica*, *Nematodirella longissimespiculata*, *Nematodirella cameli*, *Nematodirus helvetianus*, *Nematodirus oiratianus*, *Nematodirus gazellae*, *Ostertagia ostertagi*, *Teladorsagia circumcincta*, *Dictyocaulus filaria*, *Dictyocaulus eckerti*, *Dictyocaulus viviparus*, *Skrjabinema ovis*, *Skrjabinema caprae*) – 55,6 % kiredi.

Lichinkalardı aralıq xojeyinleri menen tosattan jutıw arqalı juǵatıwın gelmintler 16,6% ti quraydı. Bul toparǵa 4 túr cestodalar (*Moniezia expansa*, *Moniezia benedeni*, *Avitellina centripunctata*, *Thysaniezia giardi*) hám 2 túr nematodalar (*Gongylonema pulchrum*, *Paramphistomum skrjabini*) kiredi. Trematodalardan tek ǵana *Schistosoma*

turkestanicum (2,7%) wákılleri teri arqalı aktiv kirip keliw (perkutanoz) jolı menen juǵıwı anıqlanǵan.

Shıbın-shirkeyler shaǵıwı arqalı lichinkalardıń xojayıǵe juǵıwı yamasa onda azıqlanıwı jolı menen invaziya 2 túr nematoda (5,5%) da baqlanıp, olar mikrofilariyalar basqıshında qan sorıwshı eki qanatlı shıbın-shirkeyler arqalı juǵadı. Bul toparǵa *Setaria labiatopapillosa* hám *Skrjabinodera saiga* kiredi [6].

Alınǵan nátiyjeler sonı kórsetedi, izertlew aymaǵında gelmintozlardıń tarqalıwında antropogen hám ekologiyalıq faktorlar (kontaminirlengen ortalıq) sheshiwshı áhmiyetke iye. Bul jaǵday, ásirese, nematodalardıń joqarı procentte ushırıwı menen túsindiriliw, mal sharwashılıqta degelmin-tizaciya ilajların áyne usı toparǵa qarsı kúsheytıwdı talap etedi.

Juwmaq. Qaraqalpaqstan Respublikası aymaǵında gelmintofaunanıń qalıplesiwı Ámiwdárya deltasındaǵı ekologiyalıq transformaciya processleri menen tıǵız baylanıslı. Suw dárejesiniń ózgeriwı hám tábiyiy ekosistemalardıń degradaciyası jaylaw sıymılıǵınıń qısqartıwına, bul bolsa óz gezeginde sharwa mallarınıń

sheklengen aymaqlarda tıǵızlasıwına alıp keledi. Bul jaǵday invaziya derekleriniń oǵada joqarı dárejede pataslanıwına hám epizootiyalıq jaǵdaydıń keskinlesiwine sebep boladı. Úy hám jabayı gewekshaqlı (Bovidae) haywanlar gelmintleriniń faunistikalıq kompleksi anıq taksonomiyalıq hár túrlilik penen xarakterlenip, ol Cestoda, Trematoda hám Nematoda klassları wákıllerin óz ishine aladı. Parazito-tsenozdıń uluwma dúzilisi 36 túrdi quraydı, bul bolsa úyrenilgen ekosistemalarda invazion agentlerdiń cirkulya-ciyasına tiyisli ózine tán ózgesheliklerdi sáwlelendiredi.

Izertlew nátiyjeleri sonı kórsetedi, gewekshaqlılar gelmintofaunasınıń qalıplesiwinde topikalıq baylanıslar absolyut ústinlik etedi. Bul jaǵday haywanlardıń azıqlanıw racioni (fitofagiya) hám olar jasaytuǵın biotoptıń ózgeshelikleri menen tıǵız baylanıslı. Qaraqalpaqstan aymaǵınıń qurǵaq (arid) klimatında gelmintlerdiń sırtqı ortalıqta (topıraq hám otaqlarda) saqlanıw qalıwı quramalı biologiyalıq beyimlesiwlerdi talap etedi. Alınǵan nátiyjeler Qaraqalpaqstan aymaǵındaǵı jaylawlardı degelmin-tizaciya-law hám monitoring etiw ilajların islep shıǵıw ushın ilimiy tiykar bolıp xızmet etedi.

Ádebiyatlar

1. Азимов Д.А., Дадаев С.Д., Акрамова Ф.Д., Сапаров К.А. Гельминты жвачных животных Узбекистана. – Ташкент: «Фан», 2015.
2. Боев С.Н., Соколова И.Б., Панин В.Я. Гельминты копытных животных Казахстана. – Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1962. Т.1.
3. Ивашкин В.М., Мухамадиев С.А. Определитель гельминтов крупного рогатого скота. -Москва: «Наука», 1981.
4. Ивашкин В.М., Хромова Л.А. Нематоды сельскохозяйственных животных и их переносчики-двукрылые. // - Москва: «Наука», 1983.
5. Ивашкин В.М., Орипов А.О., Сонин М.Д. Определитель гельминтов мелкого рогатого скота. -Москва: «Наука», 1989.
6. Кабилов Т.К. Гельминты позвоночных животных Узбекистана, развивающиеся с участием насекомых. – Ташкент: Издательство Фан Узбекской ССР. 1983.
7. Контримавичус В.Л. Гельминтофауна кунных и пути ее формирования. -Москва: «Наука», 1969.
8. Котельников Г.А. Диагностика гельминтозов животных. – Москва: «Колос», 1976.
9. Скрябин К.И. Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. -М., Л.: Изд. МГУ, 1928.
10. Султанов М.А., Сарымсаков Ф.С., Муминов П. и др. Паразиты животных и человека низовьев Амударьи. – Ташкент: «Фан», 1969.
11. Султанов М.А., Азимов Д.А., Гехтин В.И., Муминов П.А. Гельминты домашних млекопитающих Узбекистана. – Ташкент: «Фан», 1975.
12. Anderson R.K. Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. – New York, CAB International. 2000.

**TOSHKENT SHAHRI ATMOSFERA HAVOSI IFLOSLANISHINING ANTROPOGEN OMILLARI
VA IFLOSLANTIRUVCHI MODDALAR TAHLILI (AZOT DIOKSIDI MISOLIDA)**

Zaripov Shaxboz Bozorboy o'g'li – *tayanch doktorant*
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti
shaxbozzaripov6@gmail.com

Ismatova Nilufar Ravshan qizi – *Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori*
Mirzo Ulug'bek nomidagi ixtisoslashtirilgan maktab
niluffarravshanovna.18@gmail.com

**АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА ТАШКЕНТА
И АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ ДИОКСИДА АЗОТА)**

Зарипов Шахбоз Базарбаевич – *базовый докторант*
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека
Исмадова Нилуфар Равшановна – *доктор философии по географическим наукам*
Специализированная школа имени Мирзо Улугбека

**ANTHROPOGENIC FACTORS OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN TASHKENT CITY
AND ANALYSIS OF POLLUTANTS (A CASE STUDY OF NITROGEN DIOXIDE)**

Zaripov Shakhboz Bozorboyevich – *doctoral student*
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek
Ismatova Nilufar Ravshanovna – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences*
Specialized school named after Mirzo Ulugbek

Tayanch so'zlar: urbanizatsiya, havo ifloslanishi, GIS, IDW, azot dioksidi (NO_2), havo sifati monitoringi.

Rezyume. Maqolada 2013-2023-yillar oralig'idagi davr davomida yoz faslida Toshkent shahri atmosfera havosining antropogen manbalardan chiquvchi azot dioksidi (NO_2) bilan ifloslanishi va konsentratsiyasining vaqt va hududlar bo'yicha yoz faslida o'zgarishlari tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi ifloslantiruvchi modda miqdoridagi uzoq muddatli tendensiyalarni aniqlash, uning hududiy taqsimlanish xaritalarini yaratish hamda atmosfera havosining azot dioksidi bilan ifloslanishiga ta'sir etuvchi asosiy manbalarni baholashdan iborat. Tadqiqot uchun ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati tomonidan boshqariladigan atmosfera havosini kuzatish stansiyalaridan olindi. Ifloslantiruvchi moddalarning hududiy taqsimlanishini aniqlash maqsadida geografik axborot tizimlari (GIS) texnologiyalaridan foydalanildi va ArcGIS Pro dasturida Teskari Masofa Og'irligi (Inverse Distance Weighting – IDW) interpolatsiya usuli qo'llanildi. Har bir kuzatilgan davr uchun besh yillik kesimlarda yoz faslida mavsumiy taqsimlanish xaritalari tuzildi. Shuningdek, ifloslantiruvchi modda konsentratsiyalarining vaqt bo'yicha o'zgarishlarini baholash uchun tavsifiy statistik usullar hamda grafik tahlil metodlari qo'llanildi. Natijalar azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasi yoz faslida 2023-yilda eng yuqori darajada kuzatilganligini ko'rsatdi.

Ключевые слова: урбанизация, загрязнение атмосферного воздуха, географические информационные системы (ГИС), Inverse Distance Weighting (IDW), диоксид азота (NO_2), мониторинг качества воздуха.

Резюме. В статье проанализированы пространственные и временные изменения концентрации диоксида азота (NO_2), поступающего в атмосферный воздух города Ташкента из антропогенных источников, в летний период 2013-2023 годов. Основной целью исследования являлось выявление долгосрочных тенденций изменения концентрации загрязняющего вещества, построение карт его пространственного распределения, а также оценка основных антропогенных источников загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота. В качестве исходных данных использованы материалы наблюдений сети станций мониторинга атмосферного воздуха Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан. Для анализа пространственного распределения концентраций NO_2 применены технологии географических информационных систем (ГИС), а в программном обеспечении ArcGIS Pro использован метод интерполяции Inverse Distance Weighting (IDW). Для каждого исследуемого периода с пятилетним интервалом были составлены карты сезонного распределения концентрации NO_2 в летний период. Кроме того, для оценки временной динамики концентраций загрязняющего вещества использованы методы описательной статистики и графического анализа. Полученные результаты показали, что максимальная концентрация диоксида азота (NO_2) в летний период была зарегистрирована в 2023 году.

Key words: urbanization, air pollution, Geographic Information System (GIS), Inverse Distance Weighting (IDW), nitrogen dioxide (NO_2), air quality monitoring.

Summary. The study investigates the spatial and temporal variations in atmospheric nitrogen dioxide (NO_2) concentrations originating from anthropogenic sources in Tashkent during the summer seasons of 2013-2023. The primary objective of the research was to identify long-term trends in NO_2 concentrations, produce spatial distribution maps, and assess the principal anthropogenic sources contributing to atmospheric pollution. The research was based on data obtained from air quality monitoring stations operated by the Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan. Geographic Information System (GIS) technologies were employed to analyze the spatial distribution of nitrogen dioxide, while the Inverse Distance Weighting (IDW) interpolation method implemented in ArcGIS Pro was used to generate spatial distribution maps. Seasonal distribution maps for the summer period were produced at five-year intervals throughout the study period. In addition, descriptive statistical methods and graphical analyses were applied to evaluate temporal changes in pollutant concentrations. The results indicate that the highest nitrogen dioxide (NO_2) concentrations during the summer season were recorded in 2023.

Kirish. Shahar muhitida atmosfera havosining ifloslanishi bugungi kunda global miqyosdagi eng dolzarb ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, avtotransport vositalari sonining keskin ortishi, sanoatning kengayishi hamda energiya iste'molining oshishi natijasida karbonat angidrid (CO_2), uglerod oksidi (CO), oltinugurt dioksidi (SO_2), azot oksidlari (NO_x), ozon (O_3), PM zarrachalari kabi atmosferani ifloslantiruvchi moddalarning emissiyasi sezilarli darajada ortib bormoqda [5, 6, 16].

Mazkur ifloslantiruvchi moddalar atmosferada to'planishi nafaqat global iqlim o'zgarishlari va kislotali yog'ingarchiliklarning shakllanishiga [8], balki birlamchi va ikkilamchi ifloslantiruvchi moddalar o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuz beradigan fotokimyoviy jarayonlarning jadallashuviga ham sabab bo'ladi [11, 19, 22]. Bundan tashqari, ushbu moddalar inson salomatligiga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatib, nafas olish, yurak-qon tomir hamda boshqa turli kasalliklarning rivojlanish xavfini oshiradi [3, 4, 14, 15].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. So'nggi yillarda xalqaro miqyosda SO_2 , NO_x , CO , CO_2 , $\text{PM}_{2.5}$ va PM kabi asosiy atmosfera ifloslantiruvchi moddalarining konsentratsiyasini baholash hamda ularning hududiy taqsimlanishini geografik axborot tizimlari (GIS) texnologiyalari yordamida kartalashtirishga bag'ishlangan ko'plab ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Shahar atmosfera havosi sifatini monitoring qilish va uni yaxshilash bugungi kunda global ekologik muammolarning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi [7].

Ushbu tadqiqotlar umumiy holda GIS texnologiyalarini statistik tahlil usullari bilan uyg'unlashtirish atmosfera ifloslantiruvchi moddalarining hududiy va vaqt bo'yicha o'zgarishlarini aniq aks ettirish hamda ekologik jarayonlarni chuqurroq tushunishda muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatadi [1,16,]. O'zbekistonda, xususan Toshkent shahrida atmosfera havosining ifloslanishini o'rganishga oid tadqiqotlar o'tgan asrning 1970-yillaridan boshlangan. 1989-yilda X. Tursunov o'z monografiyasida Toshkent shahrining ekologik holatini yaxshilash masalalariga alohida e'tibor qaratgan. Azizov va Beketov (2024) esa shaharning asosiy avtomobil yo'llaridagi transport oqimlarini tahlil qilib, ularning $\text{PM}_{2.5}$ va NO_2 emissiyalariga qo'shayotgan hissasini baholaganlar [2]. Shunga qaramasdan, Toshkent shahrida asosiy atmosfera ifloslantiruvchi moddalarining uzoq yillik o'zgarish dinamikasi va hududiy taqsimlanishini kompleks ravishda o'rganuvchi tadqiqotlar hanuzgacha yetarli darajada emas.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotda 2013-2023-yillar oralig'ida Toshkent shahri atmosfera havosidagi azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasining yoz faslida vaqt va makon bo'yicha o'zgarishlari tahlil qilindi. Tadqiqot metodologiyasi bir necha asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi: dastlab zarur ma'lumotlarni yig'ish va ularni dastlabki qayta ishlash, geografik axborot tizimlari (GIS) yordamida fazoviy tahlilni amalga oshirish, Inverse Distance Weighting (IDW) interpolatsiya usuli asosida mavzuli xaritalarni yaratish hamda statistik tahlillarni bajarish.

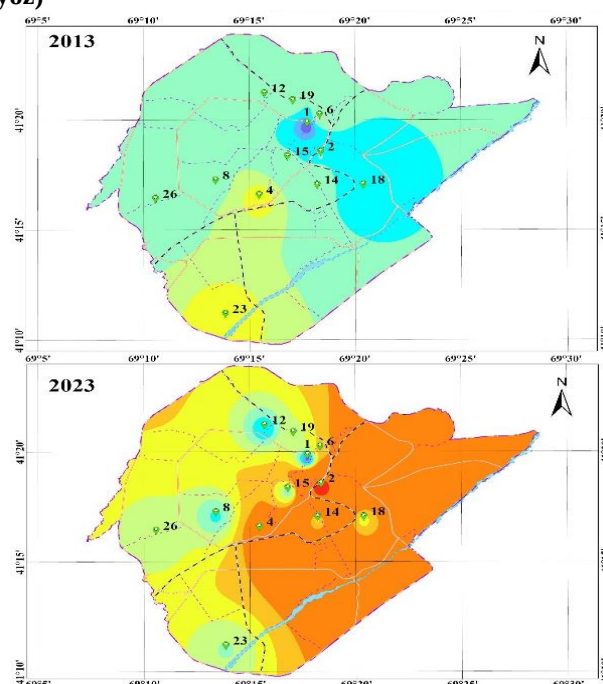
Geografik axborot tizimlari (GIS) fazoviy ma'lumotlarni yig'ish, integratsiyalash, tahlil qilish va vizuallashtirish uchun qulay hamda samarali platforma hisoblanadi [10,18,20]. Mazkur tadqiqotda dastlab barcha ma'lumotlar Microsoft Excel dasturida kuzatuv stansiyasi nomi, kuzatuv sanasi, NO_2 konsentratsiyasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) hamda

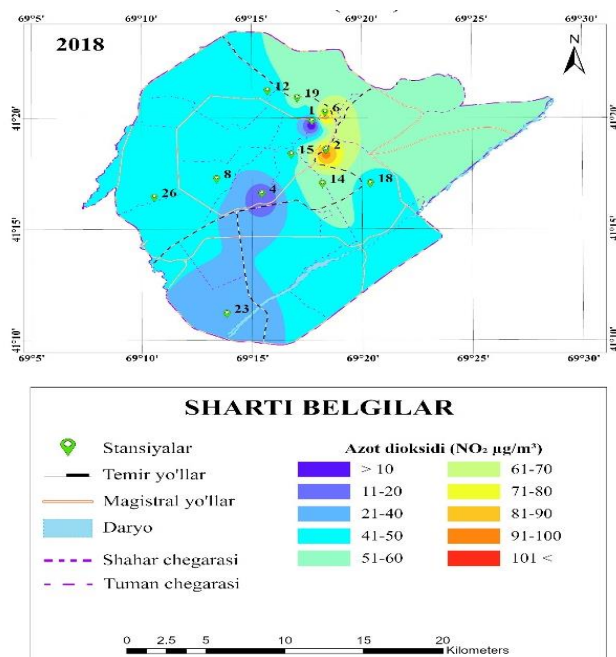
X va Y koordinatalari bo'yicha tartiblashtirildi. Excel jadvali ArcGIS Pro dasturiga import qilinib, geofazoviy tahlil uchun tayyorlandi. Buning uchun Conversion Tools → Excel to Table vositasi yordamida ma'lumotlar geoma'lumotlar bazasiga (Geodatabase) yuklandi. Keyingi bosqichda XY Table to Point funksiyasi orqali nuqtaviy (Point) shapefile yaratildi.

Toshkent shahri hududida NO_2 konsentratsiyasining fazoviy taqsimlanishini aniqlash maqsadida IDW interpolatsiya usuli qo'llanildi. IDW-ekologik tadqiqotlarda keng qo'llaniladigan deterministik interpolatsiya usullaridan biri bo'lib, kuzatuv ma'lumotlari mavjud bo'lmagan nuqtalardagi qiymatlarni ularga yaqin joylashgan kuzatuv nuqtalari asosida baholash imkonini beradi [19]. Xaritalarni yaratishda WGS 84 UTM Zone 42N koordinatalar tizimidan foydalanildi. Tayyor xaritalar 300 dpi aniqlikda PNG formatida eksport qilindi. Tadqiqot natijasida 2013–2023-yillar oralig'idagi davrni besh yillik intervallar asosida aks ettiruvchi mavzuli xaritalar yaratildi.

Tahlil va natijalar. Tadqiqot davri davomida Toshkent shahri atmosfera havosida azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasining yoz faslidagi eng yuqori qiymatlari 2003-yilda qayd etildi. Yoz faslida Toshkent shahri atmosfera havosidagi azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasi 2013-yildan 2003-yilgacha izchil ortib borgan, 2013–2018-yillar oralig'ida esa pasayish tendensiyasi kuzatilgan. Yoz mavsumida NO_2 ning eng yuqori konsentratsiyalari 2023-yillarda qayd etilgan bo'lib, ayrim atmosfera monitoring stansiyalarida ushbu ko'rsatkich $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan oshgan. 2023-yilda NO_2 konsentratsiyasi oshgan va shaharning sharqiy hududlarida o'rtacha konsentratsiya $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan yuqori qiymatlarga yetgan (1-rasm). Xaritalar va diagrammalar tahlili natijalariga ko'ra, 2013-2003-yillar oralig'ida Toshkent shahri atmosfera havosida azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasi keskin ortganligi aniqlandi. Umuman olganda, tadqiqot davri davomida NO_2 konsentratsiyasi so'nggi yillarda ortishi kuzatildi. Atmosfera havosini ifloslantiruvchi moddalar tabiiy va antropogen manbalardan hosil bo'ladi [22,23].

Toshkent shahrida azot dioksidi bilan ifloslanish (yoz)





1-rasm. Toshkent shahri atmosfera havosiga chiqarilgan azot dioksidi miqdorining 2013-2023-yillarda yoz faslida o'zgarishi

Toshkent shahrida urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, aholi sonining ortishi hamda sanoat va unga bog'liq iqtisodiy tarmoqlarning rivojlanishi natijasida avtotransport vositalari soni sezilarli darajada ko'paydi. Atmosferaga chiqarilayotgan azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasining asosiy manbalari transport vositalari, sanoat korxonalari va elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonlari hisoblanadi. NO_2 emissiyasining asosiy qismi dizel yoqilg'isida ishlovchi transport vositalari faoliyati natijasida hosil bo'ladi. Bunday transport vositalariga yuk avtomobillari (KamAZ, MAZ, MAN, Volvo, Scania, Isuzu, Hyundai HD, JAC hamda sovutkichli yuk mashinalari), shahar va shaharlararo avtobuslar hamda mikroavtobuslar (Yutong, Isuzu, MAN, Neoplan, Mercedes-Benz, Volvo, GAZelle, Sprinter va Iveco Daily), shuningdek ekskavatorlar, buldozerlar, avtokranlar va boshqa og'ir qurilish hamda yuk ko'tarish texnikalari kiradi. Ushbu transport vositalarida dizel yoqilg'isining yuqori haroratda yonishi natijasida atmosfera havosiga katta miqdorda azot oksidlari, xususan NO_2 ajralib chiqadi. Turli yoqilg'i turlari

orasida dizel yoqilg'isining yonishi NO_2 emissiyasining eng katta ulushini hosil qiladi. 2023-yil 1-yanvar holatiga ko'ra, Toshkent shahrida 638,8 mingga yaqin yengil avtomobil ro'yxatdan o'tgan. Shu bilan birga, har kuni shaharda o'rtacha 1,1 millionga yaqin transport vositasi harakatlanadi. Ularning 850 mingga yaqini Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tgan bo'lsa, yana qariyb 250 mingta transport vositasi qo'shni viloyatlardan kirib keladi. Shaxsiy avtomobillar sonining jadal ortishi ekologik vaziyatning yomonlashishiga, yo'l-transport hodisalari sonining ko'payishiga hamda tirbandlik vaqtida transport vositalarining o'rtacha harakat tezligi 9-11 km/soatgacha pasayishiga olib kelmoqda. Azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasining mavsumiy o'zgarishlarini aks ettiruvchi mavzuli xaritalarning fazoviy tahlili shuni ko'rsatdiki, 2013-2023-yillar oralig'ida yoz faslida, atmosfera havosidagi NO_2 konsentratsiyasi so'nggi yillarda oshgan. Mazkur holat ushbu davrda dizel yoqilg'isida ishlovchi transport vositalari sonining ortishi, sanoat va qurilish faoliyatining jadallashuvi hamda yoz mavsumiga xos meteorologik sharoitlar bilan izohlanishi mumkin.

Xulosa. Mazkur tadqiqotda 2013-2023-yillar oralig'ida Toshkent shahri atmosfera havosidagi azot dioksidi (NO_2) konsentratsiyasining mavsumiy va uzoq muddatli o'zgarish dinamikasi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, tadqiqot davri davomida NO_2 ning eng yuqori konsentratsiyasi 2023-yilda qayd etildi. Tahlil natijalari Toshkent shahrida atmosfera havosining ifloslanishida sanoat korxonalari, qurilish ishlari va transport sektori asosiy antropogen manbalar ekanligini ko'rsatdi. So'nggi yillarda shaharning markaziy qismida joylashgan va atmosfera havosini ko'proq ifloslantiruvchi ayrim yirik sanoat korxonalari shahar chekka hududlariga ko'chirilgan. Shu bilan birga, koks va neftni qayta ishlash, rezina va plastmassa buyumlari ishlab chiqarish, kimyo sanoati hamda metall buyumlari ishlab chiqarish korxonalarining ulushi kamaygan bo'lsa, metallurgiya sanoati faoliyati kengaygan.

Bundan tashqari, qurilish ishlari hajmining keskin ortishi shahar yashil hududlari maydonining qisqarishi bilan birga kuzatilmoqda. Avtotransport vositalari sonining ko'payishi hamda foydalanilayotgan yoqilg'i turlarining xilma-xilligi ham Toshkent shahri atmosfera havosiga chiqarilayotgan ifloslantiruvchi moddalar miqdorining shakllanishida muhim omillardan biri ekanligi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. Alkabbani H., Ramadan A., Zhu Q., & Elkamel A. An improved air quality index machine learning-based forecasting with multivariate data imputation approach. *Atmosphere*, 13(7), 2022. 1144. <https://doi.org/10.3390/atmos13071144>
2. Azizov Q., & Beketov, A. Traffic flow characteristics and their impact on air pollution in urban streets: A case study of Tashkent. *Engineer International Scientific Journal*, 2(4). 2024. ISSN 3030-3893
3. Bell L. The use of ambient air quality modeling to estimate individual and population exposure for human health research: A case study of ozone in the Northern Georgia Region of the United States. *Environment International*, 32, 586–593. 2006.
4. Bhat T., Jiawen G., & Farzaneh H. (2021). Air Pollution Health Risk Assessment (AP-HRA), principles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1935. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041935>
5. Bollen J., & Brink C. Air pollution policy in Europe: Quantifying the interaction with greenhouse gases and climate change policies. *Energy Economics*, 46, 202–215. 2014.
6. Cheng F., Zheng J., Wei C., Mu Q., Zheng B., Wang B., Gao M., Zhang Q., & He B. Reactive nitrogen chemistry in aerosol water as a source of sulfate during haze events in China. *Science Advances*, 2. 2016.
7. Chen D., Xu T., Li, Y., Zhou Y., Lang J., Liu X., & Shi H. A hybrid approach to forecast air quality during high-PM concentration pollution period. *Aerosol and Air Quality Research*, 15, 1325–1337. 2015.

8. Christoph S., David M., Keywan R., Jan M., Elmar, K., Detlef, V., Jessica, J., Carmenza, R., Edgar, H., Massimo, T., Sevastianos, M., Oliver, L., Joyashree, R., Yacob M., Navroz D., Johannes B., Diana V., & Ottmar E. Integrating global climate change mitigation goals with other sustainability objectives: A synthesis. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 363–394. 2015.
9. Diao Y., Zuo Q., & Ma J. Urbanization, water use level and their coupled coordination in the Yellow River Basin. *Journal of Beijing Normal University (Natural Science)*. 2020.
10. Dobesch H., Dumolard P., & Dyras I. Spatial interpolation for climate data: The use of GIS in climatology and meteorology (2nd ed.). 2013. Wiley. <https://books.google.iq/books?isbn=1118614992>
11. Derwent R., Jenkin M., Saunders S., Pilling M., Simmonds P., Passant, N., Dollard, G., Dumitrean, P., & Kent, A. (2003). Photochemical ozone formation in northwest Europe and its control. *Atmospheric Environment*, 37, 1983–1991.
12. Duggan S. Carbon monoxide exposure inside UK road vehicles: A pilot study. *Environment International*. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109070>
13. Eslami A., & Ghasemi S.M. (2018). Determination of the best interpolation method in estimating the concentration of environmental air pollutants in Tehran city in 2015. *Journal of Air Pollution and Health*, 3(4), 187–198. <https://doi.org/10.18502/japh.v3i4.402>
14. Fajar W., Nusrat E., Rabiya N., Waqas A., Muhammad, K., Laila S., Aqil T., Hira A., & Qamar Z. Geo-spatial distribution of air pollutants in urban area and its potential health risk analysis solutions. *Urban Climate*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102380>
15. Gao H., Sun L., Wu H., Chen J., Cheng Y., & Zhang Y. The predictive value of neutrophil-lymphocyte ratio at presentation for delayed neurological sequelae in carbon monoxide poisoning. *Inhalation Toxicology*, 33(4), 121–127. 2021. <https://doi.org/10.1080/08958378.2021.1887410>
16. Han S., Bian H., Feng Y., Liu A., Li X., Zeng F., & Zhang X. Analysis of the relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China. *Aerosol and Air Quality Research*, 11, 128–139. 2011.
17. Jumaah H., Mohammed H., Bahareh K., Mojaddadi, R., & Sarah J. (2019). Air quality index prediction using IDW geostatistical technique and OLS-based GIS technique in Kuala Lumpur, Malaysia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 2185–2199. <https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1683084>
18. Jung M., Yuexiong D., Vincent G., Changqing L., & Zhiwei W. Spatiotemporal prediction of PM_{2.5} concentrations at different time granularities using IDW-BLSTM. *IEEE Access Journal*, 7. 2019.
19. Kuttler W., & Strassburger A. Air quality measurements in urban green areas: A case study. *Atmospheric Environment*, 33, 4101–4108. 1999.
20. Khan J., Kakosimos K., Raaschou-Nielsen, O., Brandt J., Jensen S. S., Ellermann T., et al. Development and performance evaluation of new AirGIS—a GIS-based air pollution and human exposure modelling system. *Atmospheric Environment*, 198, 102–121. 2019.
21. Li R., Cui L., Li J., Zhao A., Fu H., Wu Y., Zhang L., Kong L., & Chen J. Spatial and temporal variation of particulate matter and gaseous pollutants in China during 2014–2016. *Atmospheric Environment*, 161, 235–246. 2017.
22. Li R., Wang Z., Cui L., Fu H., Zhang Z., Kong L., Chen W., & Ch. J. Air pollution characteristics in China during 2015–2016: Spatiotemporal variations and key meteorological factors. *Science of the Total Environment*. 2018.
23. Li X., & Xu H. The energy-conservation and emission-reduction paths of industrial sectors: Evidence from China's 35 industrial sectors. *Energy Economics*, 86, 104628. 2020.

UDK: 911.3

**TOSHKENT IQTISODIY RAYONIDAGI ERKIN IQTISODIY ZONALAR JOYLASHUVINING
IQTISODIY-GEOGRAFIK XUSUSIYATLARI****Amanov Allabergan Kutlimuratovich** – katta o'qituvchiamanov1975@gmail.com*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti***ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ
СВОБОДНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН В ТАШКЕНТСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ****Аманов Аллаберган Кутлимуратович** – старший преподаватель*Ургенчский государственный университет имени Абу Райхона Беруни***ECONOMIC AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE LOCATION
OF FREE ECONOMIC ZONES IN THE TASHKENT ECONOMIC REGION****Amanov Allabergan Kutlimuratovich** – Senior teacher*Urgench State University named after Abu Rayhon Beruni*

Tayanch so'zlar: baliqchilik erkin iqtisodiy zonasi, diversifikatsiya, eksport, erkin iqtisodiy zona, farmatsevtika erkin iqtisodiy zonasi, import, iqtisodiy rayon, logistika markazi, modernizatsiya, sanoat rayoni, sport erkin iqtisodiy zonasi, texnopark, turizm erkin iqtisodiy zonasi, turizm zonasi.

Rezyume. Maqolada Toshkent iqtisodiy rayonidagi erkin iqtisodiy zona(keyingi o'rinlarda EIZ)lari shakllanishi va ularning mintaq bo'ylab joylashuvining iqtisodiy-geografik xususiyatlari haqida fikr yuritiladi. Mintaqadagi EIZ joylashuvidagi iqtisodiy-geografik xususiyatlarni ochib berishda iqtisodiy geografik tahlil, kartografik, statistik ma'lumotlar bilan ishlash kabi bir qator tadqiqot usullaridan foydalanildi. Ilmiy tahlillar natijasida mavzuga doir taklif tavsiyalar berib o'tildi.

Ключевые слова: свободная экономическая зона рыболовства, диверсификация, экспорт, свободная экономическая зона, свободная экономическая зона фармацевтики, импорт, экономический район, логистический центр, модернизация, промышленный район, свободная экономическая зона спорта, технопарк, свободная экономическая зона туризма, туристическая зона.

Резюме. В статье рассматривается формирование свободных экономических зон (далее – СЭЗ) в Ташкентском экономическом регионе и экономико-географические особенности их размещения в регионе. Для выявления экономико-географических особенностей размещения СЭЗ в регионе использован ряд методов исследования, включая экономико-географический анализ, картографические и статистические данные. По результатам научного анализа были сформулированы предложения и рекомендации по данной теме.

Key words: fishery free economic zone, diversification, export, free economic zone, pharmaceutical free economic zone, import, economic region, logistics center, modernization, industrial area, sports free economic zone, technology park, tourism free economic zone, tourism zone.

Summary. The article discusses the formation of free economic zones (hereinafter referred to as FEZs) in the Tashkent economic region and the economic and geographical features of their location throughout the region. A number of research methods were used to reveal the economic and geographical features of the location of FEZs in the region, including economic geographical analysis, cartographic, and statistical data. As a result of scientific analysis, proposals and recommendations on the topic were made.

Kirish. Mamlakatimizda iqtisodiy rayonlashtirish iqtisodiyotini samarali boshqarish, ma'muriy birliklar o'rtasidagi iqtisodiy aloqalarni rivojlantirish, aniqrog'i mintaqalarning iqtisodiy salohiyatidan samarali foydalanish, ishlab chiqarish tarmoqlarini oqilona joylashtirish hamda hududlarni kompleks rivojlantirish maqsadida amalga oshiriladi.

Iqtisodiy rayon – bu mamlakat hududining ma'muriy chegaralari ustma-ust tushuvchi bevosita bir biri bilan chegaradosh 2 yoki undan ortiq (ba'zi mamlakatlarda bitta) ma'muriy birliklarning iqtisodiyot sohalari bir xil ixtisoslashuvga ega qismidir.

Har bir iqtisodiy rayon o'zining tabiiy boyliklari, ixtisoslashgan xo'jalik tarmoqlari va iqtisodiy rivojlanish xususiyatlari bilan boshqa rayonlardan farq qiladi. Ilmiy adabiyotlarda mamlakatimiz hududi 6 ta (**Toshkent, Farg'ona, Mirzacho'l, Zarafshon, Janubiy va Quyi Amudaryo**) iqtisodiy rayonga ajratiladi.

Mamlakatimizning iqtisodiy rivojlanish darajasi bo'yicha yetakchi hisoblangan **Toshkent iqtisodiy rayoni** tarkibiga ma'muriy jihatdan Toshkent viloyati va poytaxt Toshkent shahri kiradi.

O'zbekistonning iqtisodiy rayonlari sanoat salohiyati va ixtisoslashuvi bilan o'zaro farq qiladi. Jumladan, Toshkent iqtisodiy rayoni sanoat salohiyati jihatidan respublikada alohida ajralib turadi. Yoqilg'i sanoatidan tashqari, sanoatning barcha tarmoqlar shu rayon uchun ixtisoslashgan tarmoqlar qatoriga kiradi [4:156].

Iqtisodiy rayonning qulay transport infratuzilmasi, xalqaro avtomobil va temir yo'llari, hamda zamonaviy logistika markazlari mavjudligibu yerda bir qator EIZlari tashkil qilishga imkoniyat yaratgan.

Xo'sh, EIZning o'zi nima – investitsiyalarni jalb etish va ishlab chiqarishni rivojlantirish maqsadida tashkil etilgan maxsus hudud bo'lib, unda faoliyat yurutuvchi rezidentlarga ma'lum tartiblar asosida soliq va bojxona

imtiyozlari beriladi. Bunday zonalarida import o'rnini bosuvchi, eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarishga e'tobor qaratiladi, asosiysi yangi ish o'rinlari yaratiladi va mintaqalar iqtisodiyotini rivojlanadi.

Erkin iqtisodiy zonalar (EIZ) – mamlakat hududining maxsus ajratilgan qismi bo'lib, unda investitsiyalarni jalb etish, eksport hajmini oshirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy qilish hamda ishlab chiqarishni rivojlantirish maqsadida alohida iqtisodiy va huquqiy tartiblar amal qiladi.

Erkin iqtisodiy hududlar ularni tashkil qiluvchilar tomonidan ochiq iqtisodiyot tamoyillarini amalga oshirishdagi muhim bosqich sifatida ko'riladi. Ularning faoliyat ko'rsatishi tashqi iqtisodiy faoliyatni faollashtirish va erkinlashtirish bilan bog'liq [2:200].

Mamlakat iqtisodiyotining barqaror rivojlanishini ta'minlashda hududlarning iqtisodiy salohiyatidan samarali foydalanish muhim, bunda EIZlar investitsiyalarni jalb qilish, eksport salohiyatini oshirish, yangi ish o'rinlarini yaratish hamda zamonaviy sanoat tarmoqlarini rivojlantirishning samarali vositasi hisoblanadi. Shu sababli O'zbekistonda, xususan Toshkent iqtisodiy rayonida so'nggi yillarda EIZni tashkil etish va ularning faoliyatini takomillashtirish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirildi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Bugungi kunda jahon iqtisodiyotida EIZlar hududiy rivojlanishning eng samarali mexanizmlaridan biri sifatida e'tirof etiladi. Ular nafaqat ishlab chiqarishni rivojlantirish, balki yangi texnologiyalarni joriy etish, innovatsion faoliyatni rag'batlantirish, logistika tizimini takomillashtirish hamda xalqaro iqtisodiy hamkorlikni kengaytirishga xizmat qiladi.

Rossiyalik iqtisodchilardan A.Kuznetsov hamda S.A.Ribakov va N.A.Orlovalar ning keltirishicha, EIZ – bu xorijiy tovarlar hech qanday bojxona to'lovlarisiz saqlanishi, sotilishi yoki xarid qilinishi mumkin bo'lgan hudud. O'zbekistonlik A.V.Vaxabov, Sh.X.Xajibakiev, N.G.Muminov va Rossiyalik T.P.Danko, Z.M.Okrut, N.V.Igoshin kabi mualliflar bir ovozdan, – “Erkin iqtisodiy zona – bu mahalliy hamda xorijiy tadbirkorlar faoliyat yuritishi uchun maxsus imtiyozli iqtisodiyot amal qiladigan chegaralangan hudud” – degan xulosaga kelishgan [3:331].

EIZlar bo'yicha xorijiy olimlar, jumladan Paul Krugman, Michael Porter va Peter Hall kabi o'nlab olimlar o'z ilmiy tadqiqotlarida ularning investitsiyalarni jalb etish, eksport salohiyatini oshirish, innovatsion ishlab chiqarishni rivojlantirish hamda hududlarning raqobatbardoshligini kuchaytirishdagi o'rni yoritilgan.

Rus olimlaridan O.Kuznetsova, V.Maslixina, T.Oruch hamda S.Sosnovskikh tomonidan EIZlarning investitsion jozibadorligi, hududiy rivojlanishi va ularning samaradorligi nuqtai nazaridan ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

EIZlarning samarali faoliyat yuritishi, ularning faoliyati tahlili, ishlab chiqarish hajmining prognoz darajalari, EIZ yaratilish maqsadlari, turlari, huquqiy asoslari haqida mamlakatimizning bir qator iqtisodchi olimlari N.To'xliyev, A.V.Vaxabov, A.U.Akramov, S.S.Nazirova, D.Y.Xujamkulov, EIZlar samaradorligini mutlaq va nisbiy miqdor ko'rsatkichlari bo'yicha baholash tizimi Sh.A.Qoraboyev, G.A.Inomova, S.I.Alabayev tadqiqotlarida o'z aksini topgan [5, 7].

Quyidagilar “Navoiy”, “Angren” va “Jizzax” erkin iqtisodiy zonalar (keyingi o'rinda – erkin iqtisodiy zonalar)

faoliyatini yanada rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari etib belgilansin:

xorijiy investorlarga mamlakatimiz iqtisodiyotining real sektorlariga investitsiya kiritishi uchun yanada qulay sharoitlar yaratish maqsadida erkin iqtisodiy zonalar uchun yagona huquqiy rejimni belgilash, soliq va bojxona imtiyozlari, preferensiyalarni bixillashtirish;

mahalliy mineral-xom ashyo resurslarini chuqur qayta ishlaydigan va yuqori qo'shimcha qiymatga ega raqobatdosh mahsulotlar ishlab chiqaradigan yuqori texnologiyali va mahalliyashtiriladigan zamonaviy korxonalarni tashkil qilish uchun to'g'ridan-to'g'ri investitsiyalarni, avvalambor, xorijiy investitsiyalarni faol jalb etish, erkin iqtisodiy zonalarining muayyan sohaga ixtisoslashuvini qo'llab-quvvatlash va ularda sanoat kooperatsiyasini rivojlantirish;

erkin iqtisodiy zonalarida “yagona darcha” tamoyili asosida barcha turdagi davlat xizmatlarini ko'rsatishga, jumladan, ruxsat berish tartib-taomillariga bosqichma-bosqich o'tish;

ishlab chiqarish, muhandislik-kommunikatsiya, yo'l-transport va ijtimoiy infratuzilmani jadal rivojlantirish, shuningdek, sifatli logistika xizmatlari ko'rsatish bo'yicha zamonaviy infratuzilmani shakllantirish;

oliy, o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi muassasalarida erkin iqtisodiy zonalarining soha kadrlariga bo'lgan hozirgi va istiqboldagi ehtiyojlaridan kelib chiqib, ularning erkin iqtisodiy zonalarida joylashgan korxonalarida ishlab chiqarish amaliyotini o'tashini nazarda tutgan holda, yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashni tashkil etish [1].

Mamlakatimizda tashkil qilingan, yuqori texnologik EIZlar haqidagi mavjud ma'lumotlarni taqqoslash, tizimli tahlil va kartografik tadqiqot usullari yordamida chuqur o'rganildi [7:66].

Tadqiqot metodlari sifatida qiyosiy-geografik, statistik, tahliliy, kartografik va tizimli yondashuv usullaridan foydalanildi. Tadqiqot davomida ilmiy adabiyotlar, me'yoriy-huquqiy hujjatlar, statistik ma'lumotlar hamda mahalliy va xalqaro tashkilotlarning tahliliy hisobotlari o'rganildi

Mazkur tadqiqot usullari yordamida Toshkent iqtisodiy rayonida EIZlarni yanada rivojlantirish, investitsiya muhitini yaxshilash, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda hududning iqtisodiy raqobatbardoshligini kuchaytirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Muhokama. Iqtisodiy rayon shimolda va shimoli-sharqda Qozog'iston Respublikasi, sharqda Qirg'iziston Respublikasi, janubi-sharqda Namangan viloyati, janubda Tojikiston Respublikasi, g'arbda esa Sirdaryo viloyati bilan chegaradosh. Bunday qulay iqtisodiy-geografik o'rin hududning tashqi iqtisodiy aloqalari, transport-kommunikatsiya tizimi va xalqaro savdo munosabatlarining rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekistonning EIZlar xarita-sxemasida ko'rinib turibdiki, mamlakatimizning har bir ma'muriy birligida yuqori texnologik EIZlar tashkil qilingan, shu jumladan Toshkent viloyatida ham Angren EIZsi tashkil qilingan (*1-rasmga qaramg*).

Hudud foydali qazilmalarga boy hisoblanadi, xususan Olmaliq-Angren havzasida mis, oltin va kumushning, shuningdek qo'ng'ir ko'mirning yirik konlari joylashgan bo'lib, ular mamlakat rangli metallurgiya hamda energetika tizimining muhim xomashyo bazasini tashkil etadi. Ushbu

tabiiy resurslar hududda sanoat korxonalarini joylashtirish va EIZlarni rivojlantirish uchun mustahkam asos yaratadi. Darhaqiqat Angren-Olmaliq sanoat rayonidagi yuqorida soʻz yuritilgan qulayliklar, xususan yuqori kuchlanishli elektr tizimi, boy xomashyo bazasi, shakllangan inrfatuzilma va yetarlicha malakali kadrlar, hamda arzon ishchi kuchi bu hudud jozibadorligining asosiy mezonini sanaladi.



1-rasm. Oʻzbekistonning yuqori texnologik EIZlari xarita-sxemasini Xarita-sxema muallif tomonidan tayyorlangan.

Iqtisodiy rayon iqlimi keskin kontinental boʻlib, yozi issiq va quruq, qishi esa nisbatan yumshoq kechadi. Bunday tabiiy-iqlim sharoiti sanoat ishlab chiqarishi va qishloq xoʻjaligining deyarli barcha tarmoqlarini rivojlantirish imkonini beradi. Hududning tabiiy-geografik salohiyati erkin EIZlar faoliyatini samarali tashkil etishda muhim omillardan biri hisoblanadi. Ushbu imkoniyatlardan foydalanib iqtisodiy rayonda quyidagi EIZlar va texnoparklar tashkil qilindi.

Iqtisodiy rayonning EIZlar va texnoparklar tashkil qilishdagi asosiy ustunliklari quyidagilardan iborat:

- rivojlangan sanoat tarmoqlari;
- yirik isteʼmol bozori mavjudligi;
- malakali ishchi kuchining koʻpligi;
- ilmiy tadqiqot institutlari va oliy taʼlim muassasalarining jamlanganligi;
- logistika markazlarining rivojlanganligi.

Ushbu ustunliklar iqtisodiy rayonning boshqa mintaqalarga nisbatan kuchli tomonini koʻrsatadi.

1-jadval. Toshkent iqtisodiy rayonida tashkil qilingan EIZlar va texnoparklar

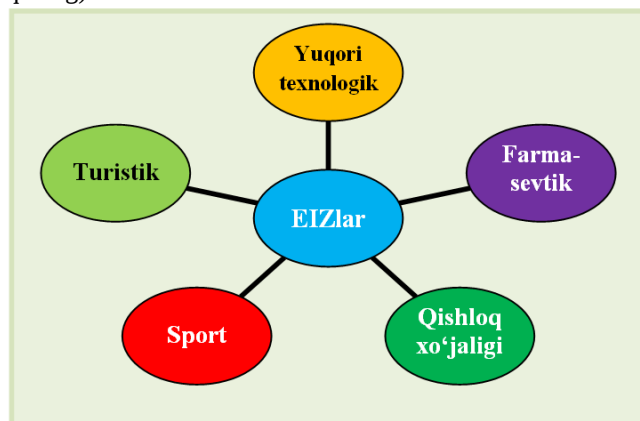
EIZ nomi	Tashkil etilgan yili	Manzili
EIZlar		
Angren EIZ	2017-yil 3-may	Jizzax viloyati Zomin tumani Mustaqillik koʻchasi 32 uy
“Boʻstonliq farm”	2017-yil 3-may	Toshkent viloyati Boʻstonliq tumani “Kichiksoy” MFY Sharq koʻchasi
“Parkent farm”	2017-yil 3-may	Toshkent viloyati Parkent tumani “Markaziy” MFY Muruvvat koʻchasi
“Chorvoq” erkin turistik zonasi	2017-yil 5-dekabr	Toshkent viloyati Boʻstonliq tumani

Toshkent “Sport” EIZ	2018-yil 6-mart	Toshkent shahri Shayxontohur tumani
Quyi Chirchiq “Baliq ishlab chiqaruvchi” EIZ	2018-yil 7-aprel	Toshkent viloyati, Quyi Chirchiq tumani, Baliqchi mahallasi
Texnoparklar*		
Yashnobod innovatsiya texnoparki	2017-yil 5-iyun	Toshkent shahri, Yashnobod tumani
Olmazor texnoparki	2020-yil 12-avgust	Toshkent shahri, Olmazor tumani, Talabalar shaharchasi
Chirchiq texnoparki	2022-yil 3-fevral	Toshkent viloyati Chirchiq shahri
“Ohangaron Tech industrial” texnoparki	2023-yil 14-avgust	Toshkent viloyati Ohangaron shahri
Oʻzbekiston-Boshqirdiston texnoparki	2026-yil 24-fevral	Toshkent viloyati Bekobod shahri

Izoh: *Texnoparklar EIZlarga tenglashtiriladi. Jadval internet saytlaridan olingan maʼlumotlar asosida muallif tomonidan tuzildi.

Jadvaldan shuni koʻrish mumkin-ki, keyingi yillarda EIZlar tenglashtirilgan texnoparklar koʻp tashkil qilinayotgani eʼtiborli tomoni hisoblanadi, negaki texnoparklar kichik hududlarda mehnat resurslari, ayniqsa malakali kadrlar yetarlicha boʻlgan joylarda bunyod qilinadi.

Aynan shu omillar hududda EIZlarni tashkil etish va ularning samarali faoliyat yuritishida asosiy iqtisodiy-geografik omillar sifatida namoyon boʻlmoqda, hamda turli sohalarga xos EIZlar bunyod qilinmoqda (1-rasmga qarang).



1-rasm. Toshkent iqtisodiy rayonida tashkil qilingan EIZlarining turlari. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

Soʻnggi yillarda hududdagi EIZlar va texnoparklardagi xorijiy investitsiyalar ishtirokidagi korxonalar soni ortib bormoqda. Zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqarishning yoʻlga qoʻyilishi mahsulot sifati va raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qilmoqda. EIZlarda amalga oshirilayotgan investitsiya loyihalari yangi ish oʻrinlari yaratish, eksport hajmini kengaytirish va hududning iqtisodiy salohiyatini yanada mustahkamlashga yordam bermoqda. Xorijiy va mahalliy investitsiyalarni koʻplab jalb qilinishi EIZlarda ishlab chiqarishni modernizatsiyalash va diverfikatsiyalash imkonini bermoqda.

Tahlil va natijalar. Tahlillar shuni ko'rsatadi-ki, Toshkent iqtisodiy rayonidagi EIZlar joylashuvi bir qator iqtisodiy-geografik ustunliklarga ega.

-Birinchidan, hudud respublikaning eng yirik transport tuguni hisoblanadi. Toshkent xalqaro aeroporti, xalqaro avtomobil magistrallari va temir yo'l tarmoqlari eksport-import operatsiyalarini tez va samarali amalga oshirish imkonini beradi.

-Ikkinchidan, hudud malakali mehnat resurslari bilan yaxshi ta'minlangan. Iqtisodiy rayonda faoliyat yuritayotgan oliy ta'lim muassasalari va ilmiy markazlar sanoat korxonalarini yuqori malakali mutaxassislar bilan ta'minlaydi.

-Uchinchidan, elektr energiyasi, gaz va suv ta'minotining nisbatan barqarorligi ishlab chiqarishning uzluksiz faoliyat ko'rsatishiga xizmat qiladi. Toshkent, Angren va Yangi Angren IESlari, Chirchiq-Bo'zsuv GESlari kaskadi va boshqa energetika obyektlari sanoat korxonalarining energiya ehtiyojini qondirishda muhim rol o'ynaydi.

-To'rtinchidan, hududning yirik iste'mol bozori mavjudligi ishlab chiqarilgan mahsulotlarni tez realizatsiya qilish imkonini beradi. Toshkent shahri nafaqat O'zbekistonning eng katta shahri, balki Markaziy Osiyodagi muhim iqtisodiy markazlardan biri hisoblanadi.

-Beshinchidan, davlat tomonidan yaratilayotgan qulay investitsiya muhiti, soliq va bojxona imtiyozlari xorijiy investorlarning qiziqishini oshirmoqda. Natijada erkin iqtisodiy zonalarda yangi investitsiya loyihalari soni ortib, ishlab chiqarish hajmi va eksport salohiyati yildan-yilga kengayib bormoqda.



3-rasm. 2019 kelib O'zbekistondagi EIZlar xarita sxemasi. *Muallif tomonidan tayyorlangan [6:4].*

Qisqa muddatda 2016-yildan 2019yilgacha bo'lgan oraliqda 20ga yaqin EIZlar tashkil qilingan (3-rasmga qarang).

Mintaqadagi EIZlar faoliyatida sezilarli yutuqlarga erishilgan bo'lsa-da, ayrim muammolar ularning rivojlanish

sur'atiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda, jumladan ayrim sanoat hududlarida muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasining yetarli darajada rivojlanmaganligi, yuqori malakali muhandislik va texnik mutaxassislar yetishmasligi va xalqaro bozorlarda raqobatning ortib borayotgani eksport qilinayotgan mahsulotlarning sifati va standartlariga nisbatan yuqori talablarni oshishi yangi investitsiya loyihalarini amalga oshirishni murakkablashtirmoqda.

Xulosa. Tahlillar asosida Toshkent itisodiy rayonidagi EIZlar transport-logistika infratuzilmasini rivojlantirish, oliy ta'lim muassasalari va sanoat korxonalari hamkorligini kuchaytirish, ekologik xavfsiz ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llash hamda investitsiya muhitini yanada yaxshilash bir so'z bilan aytganda EIZlar samaradorligini yanada oshirish maqsadida bir qator ilmiy-amaliy takliflarni ilgari surish mumkin:

-transport va logistika infratuzilmasini yanada modernizatsiya qilish zarur. Zamonaviy logistika markazlari, multimodal transport tizimlari va raqamli bojxona xizmatlarini rivojlantirish mahsulotlarni tashish xarajatlarini kamaytiradi hamda eksport hajmini oshirishga xizmat qiladi;

-investorlarga yaratilayotgan qulay sharoitlarni yanada kengaytirish maqsadga muvofiq. Soliq va bojxona imtiyozlarini takomillashtirish, ruxsat berish tartib-taomillarini soddalashtirish hamda davlat xizmatlarini to'liq raqamlashtirish investitsiya muhitining jozibadorligini oshiradi;

-oliy ta'lim muassasalari, ilmiy-tadqiqot institutlari va sanoat korxonalari o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish zarur. Innovatsion ishlanmalarni ishlab chiqarishga tatbiq etish, ilmiy loyihalarni qo'llab-quvvatlash hamda amaliyotga yo'naltirilgan mutaxassislarni tayyorlash sanoatning texnologik rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi;

-ekologik barqarorlikni ta'minlash maqsadida ishlab chiqarishda energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash, chiqindilarni qayta ishlash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish lozim;

-eksport geografiyasini kengaytirish, yangi tashqi bozorlarni o'zlashtirish hamda xalqaro ko'rgazmalar va biznes-forumlarda faol ishtirok etish orqali Toshkent iqtisodiy rayonidagi EIZlar mahsulotlarining raqobatbardoshligini yanada oshirish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, Toshkent iqtisodiy rayonida EIZlarni ilmiy asosda joylashtirish va ularning faoliyatini doimiy takomillashtirish O'zbekistonning uzoq muddatli iqtisodiy rivojlanish strategiyasida muhim ahamiyat kasb etadi.

Mintaqada EIZlarning oqilona joylashtirilishi va samarali faoliyati nafaqat hudud iqtisodiyoti, balki butun O'zbekiston iqtisodiyotining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentning 2016-yil 26-oktabrdagi PF-4853-sonli "Erkin iqtisodiy zonalar faoliyatini faollashtirish va kengaytirishga doir qo'shimcha chora tadbirlar to'g'rida"gi Farmoni.
2. Soliyev A va boshqalar. Iqtisodiy va ijtimoiy geografiya. – Toshkent: Universitet, 2019.
3. Shadieva G.M. va boshqalar. Mintaqaviy iqtisodiyot. [Matn]: darslik / Samarqand iqtisodiyot va servis institute. – Samarqand: «FAN BULOG'I» nashriyoti, 2023.
4. Qurbonov Sh.B., Fedorko V.N. O'zbekiston geografiyasi (II qism. O'zbekiston iqtisodiy va ijtimoiy geografiyasi). – Toshkent: Yangi Chirchiq prints, 2024.
5. Nurboyev J.M. Maxsus iqtisodiy zonalarini tashkil etish va ularning samaradorligini oshirish. Iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent: 2024.
6. Amanov A. K. et al. Free economic zones established in Central Asian countries. // Экономика и социум. 2021. №. 6-1 (85). – С. 39-47.
7. Amanov A. High-tech free economic zones of Uzbekistan. // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. December 2023-12. Issn 2181-9750.

**FARG'ONA IQTISODIY RAYONI SHAHARLARINING FUNKSIONAL TIPOLOGIYASI
VA KLASSIFIKATSIYASI**

Ne'matova Madinabonu Abdusattor qizi – *tayanch doktorant*

madinabonunematova17@gmail.com

Namangan davlat universiteti

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТИПОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДОВ
ФЕРГАНСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА**

Неъматова Мадинабону Абдусатторовна – *базовый докторант*

Наманганский государственный университет

**FUNCTIONAL TYPOLOGY AND CLASSIFICATION OF CITIES
IN THE FERGANA ECONOMIC REGION**

Ne'matova Madinabonu Abdusattorovna – *Doctoral student*

Namangan State University

Tayanch so'zlar: shaharlashuv, shaharlar klassifikatsiyasi, funksional tipologiya, genetik klassifikatsiya, demografik salohiyat, shaharlar tizimi, shaharlar ierarxiyasi, hududiy rivojlanish, qulaylik indeksi.

Rezyume. Maqola Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarining shakllanishi, funksiyasi, demografik rivojlanish xususiyatlari tahlil qilingan. Shaharlarning mintaqaviy shaharlar tizimidagi o'rni, ierarxik tuzilishi, demografik salohiyati baholanib, aholi soniga ko'ra guruhlashtirildi va klassifikatsiyasi ishlab chiqildi. Olingan natijalar shaharlar rivojlanishini ilmiy baholash, hududiy rejalashtirish, shaharlar yashash muhitining qulaylik indeksini aniqlash va baholashda muhim metodik asos bo'lib xizmat qiladi.

Ключевые слова: урбанизация, классификация городов, функциональная типология, генетическая классификация, демографический потенциал, система городов, иерархия городов, территориальное развитие, индекс комфортности.

Резюме. В статье проанализированы особенности формирования, функциональной структуры и демографического развития городов Ферганского экономического района. Оценены место городов в региональной системе расселения, их иерархическая структура и демографический потенциал, а также разработана авторская классификация на основе численности населения. Полученные результаты служат важной методической основой для научной оценки развития городов, территориального планирования, а также определения и оценки индекса комфортности городской среды.

Key words: urbanization, city classification, functional typology, genetic classification, demographic potential, urban system, urban hierarchy, territorial development, livability index.

Summary. The article analyzes the formation, functional structure, and demographic development characteristics of the cities of the Fergana Economic Region. The study assesses the position of cities within the regional urban system, their hierarchical structure, and demographic potential, and develops an authorial classification based on population size. The findings provide an important methodological basis for the scientific assessment of urban development, territorial planning, as well as the determination and evaluation of the urban livability index.

Kirish. Farg'ona iqtisodiy rayoni O'zbekiston Respublikasining urbanizatsiya darajasi yuqori bo'lgan hududlardan biri hisoblanadi. Mintaqa aholi zichligining yuqoriligi, tabiiy-geografik sharoitlarining qulayligi, qadimiy sug'orma dehqonchilik an'alarining shakllanganligi, rivojlangan transport-kommunikatsiya tarmoqlari hamda sanoat va xizmat ko'rsatish sohaslarining yuqori darajada taraqqiy etganligi bilan ajralib turadi. Ushbu omillar mintaqada shaharlar tarmog'ining shakllanishi va rivojlanishi uchun mustahkam iqtisodiy-geografik asos yaratgan.

Mintaqadagi shaharlar tarixiy shakllanish jarayoni, iqtisodiy-geografik o'rni, xo'jalik ixtisoslashuvi, demografik salohiyati va bajaradigan funksiyalariga ko'ra o'zaro farqlanadi. Ayrim shaharlar yirik sanoat va xizmat ko'rsatish markazlari sifatida rivojlangan bo'lsa, boshqalari transport tugunlari, agroindustrial markazlar yoki mahalliy ahamiyatdagi ma'muriy va servis markazlari vazifasini bajaradi. Shu sababli Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlari funksional tarkibi va ierarxik mavqeiga ko'ra murakkab hamda ko'p pog'onali urbanistik tizimni tashkil etadi.

Mazkur maqolaning **maqsadi** Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarini tarixiy shakllanish omillari, iqtisodiy geografik

funksiyalari va xo'jalik ixtisoslashuvi asosida genetik tipologiyalash hamda aholi soniga ko'ra klassifikatsiyalashdan iborat.

Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi **vazifalar** belgilandi:

- Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlari shakllanishining tarixiy-geografik omillari hamda ularning rivojlanishiga ta'sir etuvchi tabiiy, iqtisodiy va ijtimoiy omillarni aniqlash va tahlil qilish;

- mintaqa shaharlari iqtisodiy-geografik o'rni, funksiyalari va xo'jalik ixtisoslashuvining o'ziga xos xususiyatlarini o'rganish;

- Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarini genezisiga tipologik klassifikatsiyalash hamda aholi soniga ko'ra shaharlar ierarxiyasini aniqlash;

Mavzuning o'rganilishi. Shaharlar tipologiyasi va klassifikatsiyasi masalalari jahonda, shuningdek, MDH geourbanistika maktabida keng o'rganilgan. Shaharlarning iqtisodiy-geografik o'rni va hududiy funksiyalarini ilmiy asoslashda N.N.Baranskiy muhim o'rin tutadi [9]. U shaharlarning rivojlanishida iqtisodiy-geografik o'rin hal qiluvchi omillardan biri ekanligini ta'kidlagan. G.M.Lappo-ning "География городов" asarida shaharlarni iqtisodiy

funksiyasi va hududiy ta'sir doirasiga ko'ra klassifikatsiyalash masalasi chuqur tadqiq qilingan bo'lib shaharlar geografiyasini o'rganishda muhim ilmiy manba hisoblanadi [5]. Shuningdek, shaharlarning funksiyasi, genezisi, ixtisoslashuvi, hududiy differensiallashuv masalalarini chuqur tahlil qilgan E.N.Pertsik [7], Y.G.Saushkin [9], O.A.Davidovich [4] kabi olimlarning hissasi katta. Germaniyada "Markaziy o'rin" nazariyasi shaharlarning xizmat ko'rsatish funksiyasi hamda urban ierarxiyasini tushuntirishda muhim metodologik asosi V.Kristaller tomonidan ishlab chiqilgan [10].

O'zbekistonda geourbanistik tadqiqotlar XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab rivojlana boshladi. Farg'ona vodiysi shaharlari bo'yicha ilmiy izlanishlarning dastlabkisi N.G.Smirnov tomonidan 1962-yilda yozilgan "Farg'ona vodiysi shaharlari" nomli asar hisoblanadi. Shuningdek shaharlar rivojlanishiga hissa qo'shgan urbanologlardan Z.Akramov, T.Raimov, O.Ata-Mirzayev, A.Soliyev, E.Ahmedov, A.Qayumov, T.Mallabayev, S.Tashtayeva, M.Egamberdiyeva, P.Qurbonov va boshqalarni keltirish mumkin. Shaharlarni zamonaviy qulaylik indeksini baholash avvalo, shaharlar kelib chiqishi, bajaradigan funksiyasi, demografik salohiyati, ixtisoslashuvi va infratuzilmalarning shakllanishi bilan bog'liq [6]. Farg'ona iqtisodiy rayonining yirik shaharlarini aholi yashashi uchun yaratilgan qulay muhit, shaharlardagi xizmatlar sifati, ekologik holat, transport qulayligi, ijtimoiy infratuzilma va hayot farovonligi kabi ko'rsatkichlar orqali kompleks baholash masalalari yetarli darajada tadqiq etilmagan. Shu jihatdan, mazkur tadqiqot vodiya shaharlarining genezisi, funksiyalari va hududiy rivojlanish xususiyatlarini nazariy asos sifatida qabul qilgan holda, ularni zamonaviy qulaylik indeksi mezonlari orqali baholashga qaratilganligi bilan ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi [6].

Tadqiqot metodlari. Tadqiqot jarayonida iqtisodiy-geografik tahlil, tarixiy-taqqoslama, statistik guruhlash, tipologik klassifikatsiya metodlaridan foydalanildi. Shaharlarning shakllanish omillari, iqtisodiy ixtisoslashuvi va hududiy funksiyalari asosida quyidagi genetik guruhlar ajratildi: Qadimiy savdo-hunarmandchilik shaharlari; sanoatlashuv asosida shakllangan shaharlar; transport-geografik o'rin ta'sirida rivojlangan shaharlar; agroindustrial markazlar; rekreatsiya va tog'oldi hududlarida joylashgan shaharlar.

Shuningdek, shaharlarning funksional tarkibini baholashda ularning sanoat, xizmat ko'rsatish, transport, savdo, ma'muriy boshqaruv, rekreatsiya funksiyalari tahlil qilindi. Aholisi soniga ko'ra klassifikatsiyasi ishlab chiqiladi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Farg'ona iqtisodiy rayoni O'zbekistonning qadimiy urbanizatsiyalashgan hududlaridan biri bo'lib, Namangan, Andijon, Farg'ona viloyatlarini o'z ichiga oladi. Maydoni 18,5 ming kv.km ni tashkil etib, mamlakat hududining 4,2 % qismini egallaydi. Aholisi 10 740,5 ming kishi (2025), mamlakat aholisining 30 foizini tashkil qiladi. Urbanizatsiya darajasi 58 foiz. Respublikadagi shaharlarning 23,3 foizi (120 tadan 28 tasi) Farg'ona iqtisodiy rayoni hissasiga to'g'ri keladi. Ularning 11 tasi Andijon, 8 tasi Namangan, 9 tasi Farg'ona viloyatlarida joylashgan. Mazkur ko'rsatkichlar Farg'ona iqtisodiy rayonining nafaqat demografik salohiyati, balki urbanistik rivojlanish darajasi jihatidan ham mamlakatning yetakchi hududlaridan biri ekanligini ko'rsatadi. Hududning nisbatan kichik maydonda katta aholi va shaharlar

tarmog'ini mujassamlashtirgani, bu yerda urbanizatsiya jarayonlarining uzoq tarixiy davrlar davomida shakllanganligini hamda shaharlar rivojlanishiga ta'sir etuvchi omillarning murakkab va ko'p qirrali ekanligini anglatadi. Ayniqsa, tabiiy-geografik sharoitlarning qulayligi, sug'orma dehqonchilikning qadimiy markazi sifatida shakllanganligi, transport-kommunikatsiya tarmoqlarining rivojlanganligi, aholi zichligining yuqoriligi hamda hududiy mehnat taqsimotining chuqurlashuvi mintaqada turli funksional yo'nalishga ega bo'lgan shaharlarning vujudga kelishiga zamin yaratgan.

Shu bois iqtisodiy rayon shaharlarini faqat ularning hozirgi ijtimoiy-iqtisodiy holati nuqtai nazaridan emas, balki shakllanish omillari, rivojlanish bosqichlari va hududiy funksiyalari asosida tadqiq etish muhim. Chunki shaharlarning bugungi iqtisodiy qiyofasi va hududiy mavqei ko'p jihatdan ularning tarixiy genezisi hamda shakllanishiga ta'sir ko'rsatgan omillar bilan belgilanadi. Mintaqa shaharlarini genetik jihatdan guruhlash esa ularning hududiy rivojlanish qonuniyatlarini aniqlash, urbanizatsiya jarayonlarining xususiyatlarini baholash hamda istiqboldagi rivojlanish yo'nalishlarini asoslash imkonini beradi. Iqtisodiy rayon shaharlarini shakllanish omillarini o'rganish davomida quyidagi guruhlar ajratildi:

1. *Qadimiy savdo-hunarmandchilik shaharlari* – ushbu guruhga Buyuk ipak yo'li yo'nalishlarida savdo, hunarmandchilik, xizmat ko'rsatish faoliyati ustun bo'lgan *Andijon, Qo'qon, Marg'ilon, Namangan, Chust, Quva, Rishton* kabi shaharlar kiritildi. Mazkur shaharlarning genezisi Farg'ona vodiysida qadimdan mavjud bo'lgan sug'orma dehqonchilik vohalari, Buyuk Ipak yo'li tarmoqlari hamda xalqaro va mintaqaviy savdo aloqalari bilan chambarchas bog'liq. Ular dastlab karvon yo'llari bo'yida savdo manzillari, hunarmandchilik markazlari va mahalliy bozorlar sifatida shakllanib, keyinchalik siyosiy-ma'muriy hamda madaniy markazlarga aylangan. Ushbu shaharlar urbanizatsiya jarayonining eng qadimiy qatlamini tashkil etib, ko'p asrlik tarixiy rivojlanish bosqichlarini bosib o'tganligi bilan ajralib turadi [12].

2. *Sanoatlashuv asosida shakllangan shaharlar* – *Asaka, Farg'ona* va *Quvasoy* shaharlari ushbu guruhga mansub. Mazkur shaharlarning shakllanishi va o'sishi XIX asr oxiri – XX asr davomida mintaqa sanoat ishlab chiqarishning rivojlanishi, tabiiy resurslarni o'zlashtirish hamda yangi ishlab chiqarish majmualarining barpo etilishi bilan bog'liq. Xususan, Farg'ona shahri Turkiston o'lkasida Rossiya imperiyasi davrida yangi ma'muriy va harbiy tayanch punkt sifatida vujudga kelib, keyinchalik neftni qayta ishlash va kimyo sanoati markaziga aylangan [8]. Quvasoy shahri mahalliy mineral xomashyo resurslari negizida qurilish materiallari sanoati rivojlanishi bilan shakllangan bo'lsa, Asaka shahri sanoatlashtirish siyosati va avtomobilsozlik tarmoqlarining rivojlanishi natijasida yirik sanoat markazi sifatida taraqqiy etgan [10]. Ushbu shaharlarning genezisi ishlab chiqarish kuchlarini hududiy joylashtirish jarayonlari bilan belgilanadi.

3. *Transport geografik o'rin ta'sirida rivojlangan shaharlar* – *Poytug', Qo'rg'ontepa, Qorasuv, Xo'jaobod, Pop, Xonobod, To'raqo'rg'on, Uchqo'rg'on*. Mazkur shaharlarning vujudga kelishida transport yo'llari kesishgan nuqtalarda joylashganligi, temir yo'l stansiyalari, avtomobil yo'llari, chegaraoldi hududlar va tranzit aloqalarning rivojlanishi asosiy omil bo'lgan. Ular dastlab transport

bekatlari, savdo almashuv punktlari yoki yo‘lbo‘yi aholi punktlari sifatida shakllanib, keyinchalik urbanistik markazlarga aylangan. Shuning uchun ushbu guruh shaharlarining kelib chiqishi transport-kommunikatsiya tizimlarining rivojlanishi bilan uzviy bog‘liqdir.

4. *Agroindustrial markazlar – Paxtaobod, Jalaquduq, Marhamat, Beshariq, Shahrison, Yaypan, Tinchlik, Xaqqulobod*, kabi shaharlarda agroservis, oziq-ovqat sanoati, paxtachilik, bog‘dorchilik mahsulotlarini qayta ishlash asosida vujudga kelgan. Ushbu shaharlarning shakllanishida sug‘orma dehqonchilikning rivojlanishi, yangi yerlarning o‘zlashtirilishi, qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirish va qayta ishlashga ixtisoslashgan xo‘jaliklarning tashkil etilishi muhim rol o‘ynagan. Dastlab yirik qishloq xo‘jaligi rayonlarining xizmat ko‘rsatish markazlari sifatida vujudga kelib, keyinchalik sanoat va servis funksiyalarining rivojlanishi natijasida shahar maqomini olgan. Mazkur shaharlarning vujudga kelishi agrar iqtisodiyot va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi bilan bog‘liq.

5. *Rekreatsiya va tog‘oldi hududlarida shakllangan Chortoq va Kosonsoy* shaharlari ushbu guruhga kiritildi. Ularning vujudga kelishi va rivojlanishi tog‘oldi tabiiy landshaftlari, mineral suv manbalari, qulay iqlim sharoiti hamda davolash-sog‘lomlashtirish resurslaridan foydalanish bilan bog‘liq. Mazkur hududlar dastlab aholi dam olish va davanish maskanlari sifatida rivojlanib, keyinchalik doimiy aholi yashaydigan joy hamda shahar tipidagi aholi punktlariga aylangan. Shu bois ushbu shaharlarning genezisi tabiiy-rekreatsion resurslarni o‘zlashtirish jarayonlari bilan izohlanadi.

Ta’kidlash joizki, Farg‘ona iqtisodiy rayoni shaharlarning aksariyati polifunksional xususiyatga ega bo‘lib, shaharlarning rivojlanishida bir nechta omillar birgalikda ishtirok etadi. Biroq yuqorida keltirilgan genetik klassifikatsiyada shaharlarning bugungi funksiyalari emas, balki, dastlabki shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynagan yetakchi omillar asos qilib olindi. Shaharlar tizimining hozirgi holatini to‘liq baholash uchun faqat shakllanish omillari bilan cheklanib bo‘lmaydi. Shu sababli genetik klassifikatsiyalashdan keyingi bosqichda shaharlarning demografik salohiyati va urbanistik ierarxiyadagi o‘mini aniqlash maqsadida ularni aholi soniga ko‘ra klassifikatsiya qilish zarur hisoblanadi.

1-jadval. Farg‘ona iqtisodiy rayoni shaharlarining aholi soniga ko‘ra so‘ngi o‘n yillik o‘zgarishi

Shaharlar toifasi	Shaharlar aholisi soni	Nomlanishi	FIR shaharlari aholisi soni (ming kishi)			
			Shaharlar 2016-yil		Shaharlar 2025-yil	
I	1 million va undan ortiq	Eng yirik "millioner"	-	-	-	-
II	250 mingdan 1 milliongacha	Yirik shaharlar	Namangan	493,3	Namangan	713,4
			Andijon	416,3	Andijon	492,4
			Farg‘ona	271,0	Farg‘ona	328,4
					Qo‘qon	313,6
					Marg‘ilon	257,9

III	100 mingdan 250 minggacha	Katta shaharlar	Qo‘qon	236,8	Quvasoy	103,1
			Marg‘ilon	218,9		
IV	50 mingdan 100 minggacha	O‘rtacha shaharlar	Quvasoy	96,9	Shahrixon	89,7
			Shahrixon	71,4	Chust	85,2
			Chust	69,1	Asaka	80,5
			Asaka	62,2	Chortoq	64,2
			Chortoq	53,4	Kosonsoy	62,8
			Kosonsoy	50,9	Quva	55,5
V	50 ming kishigacha	Kichik shaharlar	Quva	46,4	Uchqo‘rg‘on	47,3
			Xonobod	44,0	Xonobod	46,5
			Uchqo‘rg‘on	40,7	Rishton	42,1
			Rishton	34,8	Qorasuv	41,0
			Paxtaobod	34,4	Paxtaobod	40,3
			Qorasuv	33,0	Qo‘rg‘ontepa	38,1
			To‘raqo‘rg‘on	30,3	To‘raqo‘rg‘on	36,9
			Pop	28,0	Xaqqulobod	33,1
			Xaqqulobod	27,5	Poytug‘	32,5
			Poytug‘	26,0	Pop	31,8
			Qo‘rg‘ontepa	25,8	Jalaquduq	28,1
			Beshariq	25,2	Beshariq	27,0
			Jalaquduq	24,0	Yaypan	27,0
			Yaypan	22,1	Xo‘jaobod	24,9
			Xo‘jaobod	20,2	Marhamat	18,6
			Marhamat	16,4	Tinchlik	17,9
			Tinchlik	15,8		
Jami			28 ta		28 ta	

Izoh: Jadval muallif tomonidan Milliy statistika qo‘mitasi ma’lumotlari asosida tuzildi.

O‘zbekiston Respublikasi Shaharsozlik kodeksida belgilangan mezonlar asosida Farg‘ona iqtisodiy rayoni shaharlar tizimining aholi soni bo‘yicha murakkab va ko‘p pog‘onali ierarxiya tuzilishga ega ekanligini ko‘rish mumkin. Iqtisodiy rayon shaharlari orasida aholisi 1 million kishidan ortiq bo‘lgan eng yirik ("millioner") shaharlar shakllanmagan. Mazkur holat mintaqada urbanizatsiya jarayonlari klassik monotsentrik model asosida emas, balki bir nechta yirik va o‘rta shaharlar o‘rtasida funksional vazifalar taqsimlangan politsentrik (ko‘p markazli) urbanistik tizim shaklida rivojlanganligini anglatadi. Bu jihat Farg‘ona iqtisodiy rayonini respublikaning boshqa hududlaridan ajratib turuvchi muhim geourbanistik xususiyatlardan biri hisoblanadi.

Shaharlar ierarxiyasining vaqt mobaynidagi transformatsiyasini aniqlash maqsadida 2016 va 2025-yillar ma’lumotlari qiyosiy tahlil qilindi (1-jadval). Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, o‘n yillikka yaqin davr mobaynida mintaq shaharlar tizimida miqdoriy o‘zgarishlar bilan bir qatorda sifat jihatidan ham muhim siljishlar yuz bergan. Xususan, 2016-yilda II toifadagi yirik shaharlar guruhiga faqat Andijon, Namangan va Farg‘ona shaharlari mansub bo‘lgan bo‘lsa, 2025-yilga kelib ushbu toifa tarkibi Qo‘qon va Marg‘ilon shaharlari hisobiga kengaydi. Natijada yirik shaharlar soni 3 tadan 5 taga yetdi. Mazkur o‘zgarish mintaqadagi urbanizatsiya jarayonlarining yangi bosqichga o‘tganligini aks ettiradi. Chunki shaharlarning yuqori toifaga o‘tishi faqat aholi sonining ortishi bilan emas, iqtisodiy-geografik mavqei, hududiy

ishlab chiqarish, xizmat ko'rsatish salohiyati va funksional ahamiyatini ortishi bilan bog'liq. Qo'qon shahri tarixan Farg'ona vodiysining yirik siyosiy, madaniy va savdo markazlaridan biri sifatida shakllangan bo'lib, hozirgi davrda ham mintaqaning g'arbiy qismida transport-kommunikatsiya tuguni, sanoat va xizmat ko'rsatish markazi vazifasini bajarmoqda. Shaharning Toshkent–Farg'ona transport yo'lagi bo'ylab joylashganligi, aholining yuqori zichligi hamda ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohalarining rivojlanganligi uning urbanistik salohiyatini oshirishga xizmat qilgan. Marg'ilon shahrining yirik shaharlar toifasiga o'tishi esa, avvalo, uning Farg'ona–Marg'ilon aglomeratsiyasi tarkibidagi o'rni bilan izohlanadi. Marg'ilon tarixiy jihatdan hunarmandchilik va ipakchilik markazi sifatida tanilgan, so'nggi yillarda sanoat, xizmat ko'rsatish va tadbirkorlik faoliyatining rivojlanishi natijasida iqtisodiy funksiyalari kengaydi. Shuningdek, Farg'ona shahri bilan hududiy yaqinlik va transport aloqalarining kuchliligi ushbu shaharning demografik va iqtisodiy o'sishini jadallashtiruvchi omillardan biri bo'ldi.

Katta shaharlar (100–250 ming kishi) toifasida esa aksincha qisqarish kuzatildi. 2016-yilda ushbu guruhga Qo'qon va Marg'ilon shaharlari kirgan bo'lsa, 2025-yilda ularning yuqori toifaga o'tishi natijasida mazkur guruhda faqat Quvasoy shahri qolgan. Bu holat mintaqada o'rta va katta shaharlarning yirik shaharlarga transformatsiyalanish jarayoni kuchayib borayotganini anglatadi.

O'rtacha shaharlar guruhida ham muayyan tarkibiy o'zgarishlar kuzatildi. 2016-yilda Quvasoy, Shahrixon, Chust, Asaka, Chortoq va Kosonsoy shaharlari ushbu toifaga mansub bo'lgan bo'lsa, 2025-yilda Quvasoyning katta shaharlar guruhiga o'tishi hisobiga uning o'rnini Quva shahri egalladi. Shahrixon (89,7 ming kishi), Chust (85,2 ming kishi) va Asaka (80,5 ming kishi) shaharlari mazkur guruhning yetakchi markazlariga aylandi. Ushbu shaharlar aholisi sonining ortishi ularning tuman markazi sifatidagi ma'muriy mavqei, sanoat va xizmat ko'rsatish funksiyalarining rivojlanishi hamda ichki migratsiya oqimlarini jalb etish qobiliyati bilan izohlanadi.

Kichik shaharlar guruhi son jihatdan ustun mavqei saqlab qolmoqda. 2025-yilda Farg'ona iqtisodiy rayonidagi 28 shaharning 16 tasi yoki 57,1 foizi ushbu toifaga mansub bo'ldi. Biroq ularning aksariyatida aholi sonining nisbatan sekin o'sishi kuzatilmoqda. Ayniqsa, Marhamat (18,6 ming kishi), Tinchlik (17,9 ming kishi), Xo'jaobod (24,9 ming kishi), Yaypan (27,0 ming kishi) va Beshariq (27,0 ming kishi) kabi shaharlar hali ham kichik urban markazlar sifatida shakllanib qolmoqda. Bu esa urbanizatsiya jarayonining hududiy jihatdan notekis kechayotganligini ko'rsatadi. Kichik shaharlarning aksariyati tuman markazlari, agroindustrial punktlar yoki mahalliy xizmat ko'rsatish markazlari sifatida faoliyat yuritadi. Ular hududiy mehnat taqsimotida qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash, savdo, logistika va aholiga kundalik xizmatlar ko'rsatish orqali muhim vazifalarni bajaradi. Shu sababli kichik shaharlarning son jihatdan ustunligi urbanizatsiyaning sustligini emas, balki mintaqaning zich joylashgan aholi va tarixan shakllangan aholi punktlari bilan bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

2016–2025-yillar davomida Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlari tizimida demografik konsentratsiyaning kuchayishi, yirik shaharlar sonining ortishi va urban ierarxiyaning murakkablashuvi kuzatildi. Natijada mintaqaning shaharlar tayanch tizimi Namangan – Andijon – Farg'ona – Qo'qon – Marg'ilon kabi yirik markazlar atrofida shakllandi.

Mazkur shaharlar iqtisodiy o'sish, mehnat bozori, ta'lim, xizmatlar va innovatsion rivojlanishning asosiy tayanch nuqtalariga aylanmoqda. Bu esa Farg'ona iqtisodiy rayonida polisentrik shahar tizimining shakllanayotganligini hamda urbanizatsiya jarayonining sifat jihatdan yangi bosqichga o'tayotganligini ko'rsatadi.

2-jadval. Shaharlar kattaligiga ko'ra klassifikatsiyasining xalqaro va mahalliy ilmiy yondashuv asosidagi qiyosiy jadvali (ming kishi)

Shaharlar kategoriyalari	Xalqaro yondashuv		MDH geourbanistika maktabi olimlari				Mahalliy yondashuv	
	Rossiya	Germaniya	V.P.Semyonov-Tyanshanskiy	V.G.Davidovich	G.M.Lappo	E.N.Pertsik	O'zbekiston	A.A.Soliyev va D.E.To'xtaboyeva
*"Millioner shahar"	-	-	-	1000+	1000+	1000+	1000+	1000+
Juda yirik	500+	-	-	-	500-1000	500-1000	-	500-1000
Yirik	250-500	100+	100-1000	250-1000	250-500	250-500	250-1000	250-500
Katta	100-250	-	40-1000	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
O'rta	50-100	20-100	10-40	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
Yarim o'rta	-	-	-	20-50	20-50	20-50	-	20-50
Kichik	50 gacha	5-20	5-10	10-20	10-20	10-20	50 gacha	10-20
Juda kichik	-	-	1-5	10 gacha	10 gacha	10 gacha	-	10 gacha

Izoh: Jadval muallif tomonidan [1], [3], [10], adabiyotlar asosida tuzildi.

Shaharlarni aholi soniga ko'ra klassifikatsiya qilishda turli mamlakatlar va geourbanist olimlarning ilmiy yondashuvlari o'rtasida umumiy bog'liqlik mavjud. Biroq ayrim mezonlari bir biridan farq qiladi (2-jadval). Barcha yondashuvlarda yirik va katta shaharlar alohida guruh sifatida ajratilgan bo'lib, bu shaharlarning hududiy rivojlanishdagi o'rni muhim ahamiyatga ega ekani bilan izohlanadi. Germaniya shaharsozlik maktabi boshqa yondashuvlardan keskin farq qiladi. Unda aholisi 100 ming kishidan ortiq bo'lgan barcha shaharlar yirik shaharlar qatoriga kiritilgan. Rossiya, O'zbekiston hamda MDH geourbanistika maktabi vakillari bo'lgan V.G.Davidovich, G.M.Lappo va E.N.Pertsik klassifikatsiyalarida esa yirik shaharlar uchun

minimal chegara 250 ming kishi deb belgilangan. Bu holat Germaniyada urbanizatsiya darajasining yuqoriligi hamda shaharlar tarmog'ining rivojlanganligini anglatadi.

MDH geourbanistika maktabi olimlari tomonidan ishlab chiqilgan klassifikatsiyalar o'zaro yaqinligi bilan ajralib turadi. Xususan, V.G.Davidovich, G.M.Lappo, E.N.Pertsik hamda A.A.Soliyev va D.E.To'xtaboyeva [11] tomonidan taklif etilgan klassifikatsiyalarda yirik, katta va o'rta shaharlar uchun deyarli bir xil aholi soni mezonlari qo'llangan. Bu esa mazkur yondashuvlarning yagona geourbanistik maktab asosida shakllanganligini ko'rsatadi. Shuningdek, ushbu klassifikatsiyalarda 20-50 ming kishilik aholi punktlari alohida "yarim o'rta shaharlar" guruhi sifatida ajratilgan. O'zbekiston Respublikasi Shaharsozlik kodeksi va Rossiya shaharsozlik amaliyotida esa bunday shaharlar kichik shaharlar tarkibida baholanadi. Natijada 20-50 ming kishilik shaharlarning urbanistik salohiyati va hududiy funksiyalarini alohida baholash imkoniyati cheklanadi. V.P.Semyonov-Tyanshanskiy klassifikatsiyasi esa eng qadimgi yondashuvlardan biri bo'lib, unda shaharlar nisbatan kichik aholi soni diapazonlari asosida guruhlashtirilgan. Masalan, 1-5 ming kishilik aholi punktlari ham alohida shahar kategoriyasi sifatida ko'rsatilgan. Bu holat XX asr boshlarida urbanizatsiya darajasi hozirgiga nisbatan ancha past bo'lganligini aks ettiradi.

Zamonaviy geourbanistik tadqiqotlar uchun V.G.Davidovich, G.M.Lappo, E.N.Pertsik hamda A.A.Soliyev va D.E.To'xtaboyeva klassifikatsiyalari nisbatan mukammal hisoblanadi. Biroq Farg'ona vodiysi shaharlarini urban tizimdagi o'rni aniq namoyon qilish imkonini bermaydi. Shu bois Farg'ona mintaqasi shaharlarini alohida o'rganish uchun yuqorida keltirilgan manbaalar asosida klassifikatsiya ishlab chiqildi.

3-jadval.Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarining aholi soni bo'yicha klassifikatsiyasi (2025)

Shahar toifasi	Aholi soni (ming kishi)	Shahar kategoriyasi	Shaharlar funksional tavsifi	Farg'ona mintaqasi shaharlari	Aholisi (ming kishi)	Shaharlar aholisi tarkibidagi ulushi (%)
I	500 dan ortiq	Juda yirik	Mintaqada aholi soni tez o'sadigan, ishlab chiqarish, xizmat ko'rsatish rivojlangan.	Namangan Andijon	1 231,6	36,5
II	250-500	Yirik	Mintaqa miqyosidagi boshqaruv, iqtisodiy va xizmat ko'rsatish funksiyalari mujassamlashgan yirik urban markazlar	Farg'ona Qo'qon Marg'ilon	916,6	27,4

III	100-250	Katta	Sanoat, savdo va transport funksiyalari rivojlangan markazlar	Quvasoy	104,8	3,9
IV	40-100	O'rta	Tumanlararo xizmat ko'rsatish va ishlab chiqarish markazlari	Shahrixon Chust Kosonsoy Chortoq Asaka Xonobod Uchqo'rg'on Qorasuv Paxtaobod Quva Rishton	696,2	21,1
V	20-40	Kichik	Mahalliy Iqtisodiy faoliyat va aholi xizmatlari markazlari	Pop To'raqo'rg'on Xaqqulobo Jalaquduq Poytug' Qo'rg'on-tepa Xo'jaobod Tinchlik Beshariq Yaypan	304,2	9,7
VI	20 ming-dan kam	Juda kichik	Mahalliy ahamiyatga ega urban punktlar	Marhamat	19,0	1,4
Jami				28	3 272,4	100

Izoh: Jadval muallif tomonidan shakllantirildi.

Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlari uchun ishlab chiqilgan klassifikatsiya mavjud xalqaro va milliy yondashuvlardan farqli ravishda mintaqaning o'ziga xos demografik va urbanistik xususiyatlari hisobga olindi. Mazkur klassifikatsiyaning asosiy farqi shundaki, shaharlar faqat aholi soni bo'yicha emas, balki ularning hududiy funksiyasi, xizmat ko'rsatish darajasi, iqtisodiy salohiyati va urban tizimdagi o'rni ham inobatga olingan.

Mazkur klassifikatsiyasiga ko'ra, iqtisodiy rayonda aholi hududlar bo'yicha notekis taqsimlangan. Aholi asosan yirik va juda yirik shaharlarda konsentratsiyalashgan. Jumladan, juda yirik shaharlar toifasiga kiruvchi Namangan va Andijon shaharlari mintaqa shaharlari aholisi umumiy sonining 36,5 foizini o'zida mujassamlashtirgan. Mazkur shaharlar iqtisodiy rayonning asosiy demografik, sanoat, transport va xizmat ko'rsatish markazlari sifatida ajralib turadi. Ayniqsa, Namangan shahri aholi soni bo'yicha mintaqaning eng yirik urban markazi bo'lib, uning ta'sir zonasi viloyat chegaralaridan tashqariga ham chiqmoqda.

Ikkinchi toifaga mansub Farg'ona, Qo'qon va Marg'ilon shaharlari jami shahar aholisining 27,4 foizini tashkil etadi. Natijada I va II toifadagi beshta yirik shahar hissasiga mintaqa shahar aholisining 63,9 foizi to'g'ri kelmoqda. Bu ko'rsatkich urbanizatsiya jarayonining yuqori darajada markazlashganligini hamda mintaqaning urban rivojlanishi bir necha tayanch markazlar atrofida shakllanayotganligini anglatadi.

Katta shaharlar toifasida faqat Quvasoy shahrining mavjudligi mintaqa shaharlar tizimida o'ziga xos «demo-

grafik bo'shliq» shakllanganligini ko'rsatadi. Ya'ni, aholi soni bo'yicha 100 – 250 ming kishilik shaharlar sonining kamligi urban ierarxiyaning muvozanatli rivojlanmaganligini anglatadi. Bunday holat yirik markazlar bilan o'rta shaharlar o'rtasidagi funksional va demografik tafovutlarning ortishiga sabab bo'lishi mumkin.

O'rta shaharlar guruhi (21,1%) mintaqaning hududiy tayanch tizimida muhim o'rin egallaydi. Shahrixon, Chust, Asaka, Chortoq, Kosonsoy, Quva, Rishton, Paxtaobod, Qorasuv, Uchqo'rg'on va Xonobod kabi shaharlar tumanlararo xizmat ko'rsatish, sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish, savdo va transport aloqalarini tashkil etuvchi markazlar sifatida faoliyat yuritadi.

Kichik va juda kichik shaharlar hissasiga mos ravishda 9,7 va 1,4 foiz shahar aholisi to'g'ri kelmoqda. Son jihatdan ular mintaqadagi barcha shaharlarning qariyb 40 foizini tashkil etsa-da, aholi salmog'i bo'yicha ulushi atigi 11,1 foizni tashkil etadi. Bu holat urban tizimda aholi va iqtisodiy faoliyatning yuqori darajada konsentratsiyalashganligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, mazkur shaharlar qishloq va shahar hududlari o'rtasidagi funksional bog'lovchi bo'g'in vazifasini bajarib, aholiga kundalik xizmatlar ko'rsatish, mahalliy mehnat bozorini shakllantirish va hududiy ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Tadqiqot doirasida Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarining kelib chiqishi, shakllanish omillari, funksional vazifalari, xo'jalik ixtisoslashuvi, demografik salohiyati hamda mintaqaviy shaharlar tizimidagi o'rni kompleks tahlil qilindi. Olib borilgan tahlillar Farg'ona iqtisodiy rayoni O'zbekistonning qadimiy urbanizatsiyalashgan, aholi zich joylashgan va ko'p markazli shaharlar tizimiga ega hududlaridan biri ekanligini ko'rsatdi.

Birinchidan, mintaqa shaharlari shakllanishining genetik asoslari aniqlanib, ularning mualliflik genetik klassi-

fikatsiyasi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlari rivojlanishida qadimiy savdo-hunarmandchilik an'analari, sanoatlashuv jarayonlari, transport-geografik o'rin, agroindustrial faoliyat hamda rekreatsion resurslar asosiy omillar sifatida namoyon bo'lgan.

Ikkinchidan, shaharlarning funksional tarkibi va xo'jalik ixtisoslashuvi tahlili ularning aksariyati polifunksional xususiyatga ega ekanligi aniqlandi. Namangan, Andijon, Farg'ona, Qo'qon va Marg'ilon shaharlari mintaqaning iqtisodiy, ma'muriy, sanoat va xizmat ko'rsatish markazlari sifatida shakllangan bo'lsa, o'rta va kichik shaharlar asosan tumanlararo xizmat ko'rsatish, mahalliy sanoat va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash funksiyalariga ixtisoslashgan.

Uchinchidan, xalqaro va milliy geourbanistik yondashuvlar hamda Farg'ona iqtisodiy rayonining demografik xususiyatlari asosida shaharlarning aholi soni bo'yicha klassifikatsiyasi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, mintaqada 2 ta juda yirik, 3 ta yirik, 1 ta katta, 11 ta o'rta, 10 ta kichik va 1 ta juda kichik shahar mavjudligi aniqlandi. Shu bilan birga, juda yirik va yirik shaharlar hissasiga jami shahar aholisining 63,9 foizi to'g'ri kelishi shahar aholisi va iqtisodiy salohiyatning yirik markazlarda yuqori darajada konsentratsiyalashganligini ko'rsatdi.

Ishlab chiqilgan genetik, funksional va demografik klassifikatsiyalar Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarining nafaqat aholi soni bo'yicha farqlanishini, balki ularning mintaqaviy urbanistik tizimdagi funksional mavqei va rivojlanish salohiyatini ham ochib beradi. Mazkur yondashuv hududiy rivojlanishni ilmiy asosda rejalashtirish, shaharlar ierarxiyasini baholash hamda Farg'ona iqtisodiy rayoni yirik shaharlarida yashash muhitining qulaylik indeksini aniqlash uchun muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi. Shaharsozlik kodeksi. O'RQ-675-son, 2021-yil 22-fevral. – Toshkent: 2021.
2. Ата-Мирзаев О., Гентшке В., Муртазаева Р., Солиев А. Историко-демографические очерки урбанизации Узбекистана. – Ташкент: Университет, 2002. –С. 108.
3. Белова А.В. Роль полусредних городов в развитии эксклавного региона России – Калининградской области: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Калининград: 2015.
4. Давидович В.Г. Планировка городов и районов: инженерно-экономические основы. 2-е изд., перераб. – Москва: 1964. –С. 326.
5. Лаппо Г.М. География городов: учебное пособие для географических факультетов вузов. – Москва: «Владос», 1997. –С. 480. ISBN 5-691-00047-0.
6. Ne'matova M.A, Jumaxanov Sh. Z, *Urban environmental management: ecological and economic aspects of creating green infrastructure*, "Экономика и социум" №3(130)-2 2025, -Р. 139-149.
7. Персик Е.Н. География городов (геоурбанистика): учебное пособие для географических специальностей вузов. – Москва: «Высшая школа», 1991. ISBN 5-06-000602-6.
8. Qurbonov P.R. Janubiy O'zbekistonda urbanizatsiya jarayonlarining hududiy tarkibini takomillashtirish: Geografiya fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent: 2025.
9. Саушкин Ю.Г. История и методология географической науки: курс лекций. – Москва: Издательство Московского университета, 1975.
10. Soliyev A.S., Tashtayeva S.K., Egamberdiyeva M.M. Shaharlar geografiyasi: o'quv qo'llanma. – Toshkent: Innovatsiya Ziyo, 2020.
11. To'xtaboyeva D.E. Farg'ona vodiysi viloyatlaridagi kichik va o'rta shaharlarning rivojlanishi: o'zgarishlar va muammolar (1991-2016 yy.): 07.00.01 – O'zbekiston tarixi ixtisosligi bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. – Toshkent: 2019. 157-b.
12. Юсупов И., Мирзаалиев Э. Наманган шахри тарихидан лавҳалар. – Наманган: Наманган вилоят ўлкани ўрганиш музейи, 2010. 114-б.

**QARAQALPAQSTAN AYMAĞINDA TOPÍRAQ QATLAMLARÍNÍN TÁBIYIY STRUKTURASÍNÍN
ÖZGERIWINE ANTROPOGEN FAKTORLARDÍN TÁSIRI**

Nurlanov Abdijan Sagindikovich – úlken oqıtıwshı

nurlanovabdijan65@gmail.com

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СТРУКТУРЫ
ПОЧВЕННЫХ СЛОЕВ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАКАЛПАКСТАНА**

Нурланов Абдижан Сагинди́кович – старший преподаватель

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

**THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE CHANGE IN THE NATURAL STRUCTURE
OF SOIL LAYERS IN THE TERRITORY OF KARAKALPAKSTAN**

Nurlanov Abdijan Sagindikovich – senior teacher

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so‘zlar: Qaraqalpaqstan topıraqları, antropogen skelet, texno-gorizontlar, topıraq degradaciyası, shorlanıw, Aral teńizi, ekologiyalıq yadro, texnogen qatlamlar, melioraciya, jer resursları.

Rezyume. Maqalada regiondaǵı suwǵarmalı diyqanshılıqtıń meliorativlik jumısları, sanaat, turmıshlıq shıǵındılar hám Aral teńizi krizisi nátiyjesinde topıraq qatlamında júzege kelgen texnogen ózgerisler haqqında bayan etilgen. Texno-gorizontlardıń topıraqtıń biologiyalıq aktivligi hám ekologiyalıq turaqlılıǵına tásiri bahalanadı.

Ключевые слова: почвы Каракалпакстана, антропогенный скелет, техно-горизонты, деградация почв, засоление, Аральское море, экологическое ядро, техногенные слои, мелиорация, земельные ресурсы.

Резюме. В статье рассматриваются вопросы о техногенных изменениях почвенных слоев региона в результате мелиоративных работ орошаемых земледелия, промышленных и бытовых отходов, а также кризиса Аральского моря. Оценивается влияние техно-горизонтов на биологическую активность и экологическую устойчивость почв.

Key words: soils of Karakalpakstan, anthropogenic skeleton, technogenic horizons, soil degradation, salinization, Aral Sea, ecological core, technogenic layers, land reclamation, land resources.

Summary. The article examines the technological changes in the region's soil layers resulting from irrigated agriculture, industrial and household waste, as well as the Aral Sea crisis. The impact of technogenic horizons is being assessed on soil biological activity and ecological stability.

Kirisiw. Tábiyiy ortalıq XXI ásirdeń sońǵı jıllarında ilimiy texnikalıq progress jetiskenlikleri menen qurallanǵan óndiris kúshleriniń hám adamlardıń tásiri nátiyjesinde úlken ózgerislerge ushırmaqta. Xalıq sanınıń tez pát penen ósip barıwı hám olardıń kúndelikli talaplarına sáykes sanaat hám awıl xojalıǵı ónimleri menen támiynleniwde óndiristegi progrestiń artıp barıwı, tábiyiy ortalıqtaǵı atmosferanıń, suwlardıń hám topıraq qatlamlarınıń pataslanıwına, ósimlik hám haywanat dúnyasınıń kemeyiwine, hátteki birneshe mıń jıllar dawamında buzılmay kiyatırǵan tábiyat baylanıslarınıń belgili dárejede ózgeriwine sebepti bolmaqta.

Bul aymaqtıń tábiyiy-klimat sharayatlarınıń ózgeriwı, Ámiwdárya deltası menen baylanıslı geomorfologiyalıq ózgeshelikleri hám Aral teńizi krizisi menen ótip atırǵan ekologiyalıq processler topıraq qatlamınıń qalıplesiwı hám rawajlanıwına kúshli tásir etpekte.

Qaraqalpaqstan aymaǵında shól sharayatında suwǵarmalı diyqanshılıqtıń rawajlanıwı, meliorativlik ilajlardıń uzaq jıllar dawamında ámelge asırılıwı, sanaat hám transport infrastrukturasınıń rawajlanıwı nátiyjesinde topıraqlardıń tábiyiy evolyuciya jolı sezilerli dárejede ózgeriske ushırǵan. Nátiyjede topıraq profilinde insan iskerligi tásirinde qalıplesken jasalma qatlamlar, yaǵnıy texno-gorizontlar payda bolıp, olar topıraqtıń antropogen skeletin quramaqta. Bul skelet topıraqtıń fizikalıq-ximiyalıq, biologiyalıq hám ekologiyalıq qásiyetlerine tikkeley tásir kórsetip, onıń ónimdarlıǵın hám turaqlılıǵın tómenletiwshi tiykarǵı faktorlardan birine aylanǵan.

Tiykarǵı bólim. 1960-80-jıllarda Oraylıq Aziya respublikaları ekonomikasınıń agrar tarawındaǵı paxta

shiyki zatın jetistiriwde egislik jerlerdiń shekten tıs ashılıwına baylanıslı neshshe ásirlerden beri teńizdi suw menen támiynlep kelgen Ámiwdárya hám Sırdáryanıń suw resurslarınan racionallı paydalanıwı nátiyjesinde Aral teńiziniń qurıwı menen ekologiyalıq krizis jaǵdaylarınıń payda bolıwına alıp keldi. Maydanı 68 mıń km² bolǵan Oraylıq Aziyadaǵı eń iri kóllerdiń biri bolǵan Aral teńizi keyingi 45-50 jıl ishinde teńizdiń qáddi 53 absalyut metrden 8,7 metrge tómenlep, suw maydanı 3500-3800 km² ge qısqardı, al suwınıń dúziligi bolsa túslik Araldıń batis bóliminde 120-180 g/l ge kóterilip, teńizdiń suwdan qurǵaǵan maydanı 4,8 mln gektardan asıp ketti.

Aral teńizi suw beti kóleminiń qısqarıwı nátiyjesinde teńiz átirapındaǵı jerlerden 800 mıń gektarǵa shamalas qamıslar quwrıp qaldı, 1,3 mln ga toǵaylıqlar ıǵallıqtıń jetispewi nátiyjesinde joq bolıp ketiw qáwipi bar. Tábiyiy jaylawlardıń zúraátliligi 5 mln centner ot jem birligine tómenlep, 100 ge jaqın iri hám mayda kóller quwrıp olardıń ornında shorlaqlar payda boldı [1].

Házirgi dáwirde jer resurslarınan paydalanıw procesinde antropogen faktordıń kúsheyip barıwı topıraq qaplamınıń tábiyiy dúzilisi hám funktsional ózgesheliklerine sezilerli tásir kórsetpekte. Ásirese, qurǵaqshıl hám yarım qurǵaqshıl aymaqlarda jaylasqan regionlarda topıraq degradaciya processleri tezlesip, ekologiyalıq turaqlılıqtıń buzılıwı global mashqalalar qatarına kirip barmaqta.

Keyingi jıllarda Aral teńizi jaǵalawlarında hawa rayınıń klimatlıq sharáyatlarınıń belgili dárejede ózgeriwı sezilmekte. Jawın-shashınlardıń ortasha muǵdarı máwsimler boyınsha tómenledi, teńiz suwınıń qaytıwı menen qurǵaq territoriyalardıń maydanı kóbeyip, jer

betinen ortasha suwdıń parlanıwı jılına 1700 mm ge jetti, al, hawańnı ıǵallıǵı 10 % ke kemeydi. Hawanıń temperaturası qısta tómenlep jazda 3-5 gradusqa kóterildi. Jaz máwsiminde hawa rayınıń temperaturası ayırım kúnlerde +50 S⁰ shekem jetti.

2020-jıl izertlew maǵlıwmatlarına qaraǵanda eger jer júzinde globallasıw házirgi muǵdarda dawam etse yarım ásir ishinde jer júzi xalqınıń 3,5 milliard adamı jaramsız hawa rayı sharayatında jasawı múmkin. Jıllıq ortasha temperatura +29 S dan asatuǵın jer qurǵaqlıǵınıń (Saxara shóline usaǵan) ulıwma maydanı 0,8 procentinen 19 procentke kóteriledi. Jerdegi ortasha jıllıq temperaturanıń hár bir qosımsha dárejege kóteriliwi milliardqa jaqın adamlardı jasawı ushın jaramsız hawa rayı sharayatlarında qalıwı múmkin [2].

Aral teńiziniń qurıwı menen baylanıslı ekologiyalıq krizis Qaraqalpaqstan topıraqlarınıń jaǵdayın jáne de qıyınlastırdı. Teńiz túbinen kóterilip atırǵan duz hám shań aerózolları topıraq betinde texnogen qatlamlar payda etip, shorlanıw hám shólleniw processlerin kúsheyip barmaqta. Bul jaǵday topıraqtıń ekologiyalıq yadrosın hálisiretip, tábiyǵıy ózin-ózi tiklew mexanizmlerin izden shıǵarmaqta [3]. Sol sebepli aymaq topıraqlarında qalıplesken antropogen skelet hám texno-gorizontlardıń kelip shıǵıwı, rawajlanıw basqıshları hám ekologiyalıq aqıbetlerin tereń ilimiy tiykarda úyreniw bul global masshtabta insanlar keleshegi aldında turǵan eń áhmiyetli máselelerdiń biri bolıp qalmaqta.

Insanlar tárepinen tábiyatqa bolǵan qatnasındaǵı ózgerisler házirgi dáwirde sonday úlken masshtabta boldı, olar tábiyattıń rawajlanıwında júz beretuǵın teń salmaqıqtıń buzılıwına qáwip tuwdırmaqta. Uzaq waqıtlar dawamında tábiyat adamlar ushın zárúr bolǵan materiallıq baylıqlardı tawsılmaıtuǵın derek sıpatında qarap kelgen. Tawsılatuǵın resurslar óz náwbetinde qayta tiklenetuǵın hám qayta tiklenbeytuǵın bolıp bólinedi. Qayta tiklenbeytuǵın resurslar paydalanǵan waqıtqa qaraǵanda 100 márte áste qayta tiklenetuǵın yamasa qayta tiklenbeytuǵın resurslardı óz ishine aladı. Tábiyat resursları hár qıylı tezlikte tiklenedi: haywanlar – bir neshshe jıldı, toǵaylar 60-80 jıldı ónimdarlıǵın joǵaltqan topıraqlar – bir neshshe mın jıllarda qayta tiklenedi. Paydalanıw teziliǵi qayta tikleniw dárejesinen asıp ketse onda pútkilley joq bolıp ketiwine alıp keledi.

Ótkerilgen ilimiy tallawlar sonı kórsetedi, Qaraqalpaqstan aymaǵında topıraq qaplamasınıń házirgi jaǵdayı uzaq jıllar dawamında ótken intensiv antropogen tásirlerdiń quramalı nátiyjesi bolıp tabıladı. İnsan xojalıq iskerligi topıraqtıń tábiyiy evolyuciyaq rawajlanıw procesin tezlestirip, kóp jaǵdaylarda onıń ekologiyalıq turaqlılıǵın izden shıǵarǵan. Antropogen skelettıń qalıplesiwi topıraq profilide jańa texno-gorizontlardıń payda bolıwına alıp kelip, tábiyiy gorizontlar menen óz ara quramalı baylanıstı júzege keltirgen.

Qaraqalpaqstan topıraqlarında antropogen skelet hám texno-gorizontlardıń qalıplesiwi processlerin ilimiy jaqtan bahalawda bir qatar ilimpazlardıń kózqarasları áhmiyetli teoriyalıq tiykar bolıp xızmet etedi. Atap aytqanda, ózbek topıraqtanıwshısı A..Abdullaevtiń atap ótiwinshe, suwǵarılauǵın aymaqlarda topıraqtıń tábiyǵıy morfologiyalıq dúzilisi insan iskerligi nátiyjesinde ózgerip, jańa antropogen qatlamlar qalıplesedi hám bul process topıraq evolyuciyasınıń jasalma tezlesken basqıshı sıpatında

kórinedi. Onıń pikirinshe, bunday aymaqlarda topıraq ónimdarlıǵın saqlaw ushın biologiyalıq belsendi qatlamdı qorǵaw birinshi gezektegi wazıypa esaplanadı[4].

Melioraciya tarawındaǵı izertlewleri menen tanılǵan N.Tursunov suwǵarıw sistemalarınń nadurıs basqarılıwı topıraqtıń ekilemshi shorlanıwına alıp ketetuǵın ayırıqsha atap ótedi. Ilimpazdıń pikirinshe, jer astı suwları qáddiniń kóteriliwi hám minerallastırılǵan suwlardıń kapıllıy kóteriliwi nátiyjesinde topıraq profilinde shorlı texno-gorizontlar qalıplesedi hám bul process agroekosistema turaqlılıǵına úlken qáwip tuwdıradı [5].

Egislik jerlerdiń shorlanıwı nátiyjesinde topıraqtıń ónimdarlıǵın támiynleytuǵın gumus shirindileri tómenlep topıraq bonitetine keri tásirin tiygizbekte. Mısalı 2008- jıldı Qaraqalpaqstanda awıl xojalıǵı ónimlerin jetistiriwdiń kólemi 1980 jılǵa salıstırǵanda paxta jetistiriw 41,7 % ke, ǵálle jetistiriw 57,7 % ke, salı jetistiriw 5,8 % ke tómenlep ketken.

Aralboyı aymaqlarınıń ekologiyalıq mashqalaların úyrengen R.Xojaniyazov bolsa Aral teńizi ultanınan tarqalǵan duz hám shań aerózolları Qaraqalpaqstan topıraqlarınıń joqarı qatlamında jańa texnogen qaplam payda etkenin atap ótedi. Onıń ilimiy juwmaqlarına bola, bul aerózol qatlamlar topıraqtıń fizikalıq qásiyetlerin jamanlastırıp, biologiyalıq aktivligin keskin tómenletedi hám shólleniw procesin tezlestiredi [6]. Suwǵarıw nátiyjesinde payda bolǵan texno-gorizontlar aymaqta topıraq degradaciyasınıń tiykarǵı faktorlarınan biri bolıp, olar suw-hawa rejiminiń buzılıwı, mexanikalıq tıǵızlanıw hám ekilemshi shorlanıw processleri menen tıǵız baylanıslı. Bul jaǵday topıraqtıń biologiyalıq aktivligin tómenletip, mikroorganizmler hám topıraq biotası jumısınıń shekleliwine alıp keledi. Nátiyjede topıraqtıń ekologiyalıq yadrosı hálisirep, onıń ózin-ózi tiklew imkanıyatları keskin azayadı. Shorlı hám shorlaqlı texno-gorizontlar bolsa bul processti jáne de tereńlestirip, ósimlikler ushın fiziologiyalıq stresti kúsheyetuǵın ortalıqtı qalıplestiredi.

Óndirislik kárxanalar menen transporttıń atmosfera quramına shıǵarıp atırǵan záhárli gazleriniń tásirinde jer júzinde klimat sharayatlarınń ózgeriwine shól maydanlarınń artıp barıwı menen suw resurslarınıń kemeywi, awıl xojalıq egislik jerlerdiń ónimdarlıǵınıń páseyiwi, sheklenbegen túrde ximiyalıq tóginler pesticidlerdi paydalanıwdıń artıwı nátiyjesinde hár jılı 4,0-4,7 million gekardan aslam jer resursları xojalıq aylanısınan shıǵıp, tábiyiy ortalıqtıń ekologiyalıq digradaciyaǵa ushırawı artpaқта.

Sanaat hám turmıslıq shıǵındılar tásirinde qalıplesken texnogen qatlamlar aymaqta salıstırmalı kishi maydanlardı iyelegen bolsa da, olardıń ekologiyalıq qáwiplilik dárejesi joqarılıǵı menen ajırılıp turadı. Bunday qatlamlar quramında ushırasatuǵın awır metallar hám basqa da zıyanlı birikpeler topıraq arqalı azıq shınjırına kirip barıw qáwpın payda etedi. Bul bolsa topıraqtıń tek ǵana awıl xojalıǵı áhmiyetin emes, al onıń sanitariyalıq-gigienalıq funkciyaların da sezilerli dárejede shekleydi. Aral teńizi ultanınan tarqalǵan aerózol qatlamlar bolsa topıraq betin qaplap, samal eroziyasın kúsheytedi hám shólleniw procesiniń jedellesiwine sebep boladı.

Aral teńizi qurǵaǵan ultanınan kóterilgen 80-100 mın tonna duzlı, qumlı shańlar teńizden 500 km aralıqlarda maksimal tarqalıp awıl xojalıq egislik jerleriniń kushli shorlanıwına sebepshi bolmaqta. Qaraqalpaqstan

Respublikası boyınsha ulıwma egislik maydanlarınń 26,2 procenti halsız shorlangan, 37,2 procenti orta shorlangan, 35,2 procenti kúshli shorlangan, 1,2 procenti júdá kúshli shorlangan topıraqlar qatarına kiredi.

Antropogen skelet qansha kúsheyse, topıraqtń biologiyalıq belsendi hám ónimdarlıq bólegi sonsha qısqaradı. Bul jaǵday aymaqtı agroekosistemalardıń turaqlılıǵına úlken qawıp tuwdırıp, awıl xojalıǵı ónimdarlıǵın tómendetedi hám ekologiyalıq qawipsizlikti támiyinlew máselesin qıyınlastıradı. Sol sebepli texno-gorizontlardı tek ǵana topıraqtń buzılǵan qatlamları sıpatında emes, al aymaqtı ulıwma ekologiyalıq sistemanıń áhmiyetli indikatorları sıpatında bahalaw zárúr.

Topıraq degradaciyası hám shólleniw proceslerin izertlegen B.Ortiqov qurǵaqshıl aymaqlarda antropogen júk artıwı nátiyjesinde topıraqtń ekologiyalıq yadrosı qısqarıwın atap ótedi. Onıń pikirinshe, texno-gorizontlardıń keńeyiwı topıraqtń ózin-ózi tiklew qábiletin tómendetedi hám bul process uzaq múddette jer resurslarınń turaqlılıǵına unamsız tásir kórsetedi [7]. Sonday-aq, S.Karimov antropogen ózgergen topıraqlardı bahalawda olardıń ximiyalıq quramı menen bir qatarda biologiyalıq kórsetkishlerin de esapqa alıw zárúrligin atap ótedi. Ilimpazdıń pikirinshe, topıraqtń ekologiyalıq jaǵdayın tolıq

bahalaw ushın gumus muǵdarı, mikrobiologiyalıq belsendilik hám duz rejimi kompleksli túrde úyreniliwi kerek.

Juwmaq. Qaraqalpaqstan topıraqlarınıń antropogen skeleti hám texno-gorizontlarınń geografiyalıq evolyuciyası aymaqtı júz berip atırǵan ekologiyalıq hám xojalıq processleriniń tikkeley kórinisi bolıp tabıladı. Izertlewler sonı kórsetedi, suwǵarılatuǵın diyqansılıqtıń keńeyiwı, meliorativlik sistemalardıń uzaq múddetli tási, sanaat hám turmıslıq shıǵındılar jáne Aral teńizi krizisi nátiyjesinde topıraq qaplamasınıń tábiyǵıy strukturası sezilerli dárejede ózgergen. Nátiyjede topıraq profilinde túrli kelip shıǵıwǵa iye bolǵan texno-gorizontlar qalıplesip, olar topıraqtń ekologiyalıq yadrosın halsiretken.

Texno-gorizontlardıń tipologiyalıq analizi olardıń kelip shıǵıwı hám ekologiyalıq aqıbetlerin tereńirek ańlaw imkaniyatın berdi. Suwǵarıw hám shorlanıw menen baylanıslı texno-gorizontlar aymaqtı eń keń tarqalǵan bolıp, topıraqtń ónimdarlıǵınıń tómenlewine tiykarǵı rol atqaradı. Sanaat hám texnogen qatlamlar bolsa ekologiyalıq qawıp dáregi sıpatında ayrıqsha itibardı talap etedi. Aral ultanınan tarqalǵan aerosol qatlamları topıraq degradaciyası hám shólleniw processlerin kúsheytıp, aymaqtı ekologiyalıq turaqlılıǵına úlken qawıp tuwdırmaqta.

Ádebiyatlar

1. Бахиев Е.С., Ешанов Г. «Дәуиримиздің экологиялық машқалалары». –Нөкіс: «Билим», 2001.
2. Бушуев М. «Климат к 2070 году: жара грозит миллиардам». –Москва: 2020.
3. Yusupov Q.Q. Aralboyı aymaǵında shólleniw processleri hám olardıń aldın alıw. - Nókis: Qaraqalpaq mámleketlik universiteti baspası, 2018. 176- b.
4. Abdullaev A.A. Tuproqshunoslik asoslari. - Tashkent: «O‘qituvchi», 2016.
5. Tursunov N., Qodirov M. Suwǵorıladigan tuproqlarning meliorativ holati. - Tashkent: «Fan va texnologiya», 2018. 198-b.
6. Xojaniyazov R., Jumaniyazov S. Ekologicheskiye problemı regiona Priaralya. - Nókis: Qaraqalpaq mámleketlik baspası, 2019. 184-b.
7. Ortiqov B.B. Qurǵaqshıl aymaqlarda topıraq degradaciyası hám shólleniw processleri. - Tashkent: «Fan», 2017.

**GLOBAL IQLIM O'ZGARISHINING O'ZBEKISTON TABIIY LANDSHAFTLARIGA
TA'SIRI VA UNING OQIBATLARI**

Ochilov Sanjar Zokir o'g'li – *tayanch doktorant*

sanjar.ochilov.1992@mail.ru

Abdirahmonov Sobir Tolliboy o'g'li – *tayanch doktorant*

Guliston davlat universiteti

**ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРИРОДНЫЕ ЛАНДШАФТЫ
УЗБЕКИСТАНА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ**

Очилов Санжар Зокирович – *базовый докторант*

Абдирахмонов Собир Толлибоевич – *базовый докторант*

Гулистанский государственный университет

**IMPACTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON THE NATURAL LANDSCAPES
OF UZBEKISTAN AND THEIR CONSEQUENCES**

Ochilov Sanjar Zokirovich – *doctoral student*

Abdirahmonov Sobir Tolliboyevich – *doctoral student*

Gulistan State University

Tayanch so'zlar: global iqlim o'zgarishi, geoekologik holat, tabiiy landshaftlar, geotizimlar, qurg'oqchilik, cho'llanish, harorat dinamikasi, atmosfera yog'inlari, suv resurslari, antropogen bosim, tuproq degradatsiyasi, bioxilma-xillik, ekologik barqarorlik, landshaft transformatsiyasi.

Rezyume. Maqolada global iqlim o'zgarishining O'zbekiston tabiiy landshaftlari va geotizimlarining geoekologik holatiga ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqotda havo haroratining oshishi, yog'inlarning notekis taqsimlanishi, qurg'oqchilik, cho'llanish, suv resurslarining kamayishi hamda antropogen omillar natijasida landshaftlarda yuz berayotgan o'zgarishlar ilmiy manbalar asosida yoritilgan. Shuningdek, iqlim o'zgarishining tuproq, o'simlik qoplami, bioxilma-xillik va gidrologik rejimga ta'siri baholanib, ularni barqaror boshqarishning ilmiy-amaliy ahamiyati asoslab berilgan.

Ключевые слова: изменение климата, природные ландшафты, геоэкологические процессы, опустынивание, деградация земель, температурный режим, атмосферные осадки, водные ресурсы, растительный покров, антропогенное воздействие, экологическая устойчивость, биоразнообразие.

Резюме. В статье проведён комплексный анализ воздействия глобального изменения климата на природные ландшафты Республики Узбекистан, а также рассмотрены современные геоэкологические процессы, формирующиеся под влиянием климатических и антропогенных факторов. На основе анализа современных научных исследований изучены региональные особенности изменения климата, включая устойчивый рост температуры воздуха, пространственно-временную неравномерность распределения атмосферных осадков, усиление процессов опустынивания, деградацию земель, сокращение водных ресурсов и изменение состояния растительного покрова. Особое внимание уделено оценке влияния указанных факторов на структуру, функционирование и устойчивость природных ландшафтных комплексов, а также вопросам сохранения экологического равновесия и обеспечения устойчивого природопользования.

Key words: climate change, natural landscapes, geoecological processes, desertification, land degradation, air temperature, precipitation, water resources, vegetation cover, anthropogenic impact, ecological sustainability, biodiversity.

Summary. The article presents a comprehensive analysis of the impacts of global climate change on the natural landscapes of the Republic of Uzbekistan and examines the contemporary geoecological processes driven by both climatic and anthropogenic factors. Based on the analysis of recent scientific studies, the research investigates the regional characteristics of climate change, including the continuous increase in air temperature, the spatial and temporal variability of precipitation, the intensification of desertification processes, land degradation, the depletion of water resources, and changes in vegetation cover. Particular attention is given to assessing the influence of these factors on the structure, functioning, and stability of natural landscape systems, as well as to issues related to maintaining ecological balance and promoting sustainable environmental management.

Kirish. So'nggi o'n yilliklarda global iqlim o'zgarishi jahon miqyosida eng dolzarb ekologik va geoekologik muammolardan biri sifatida e'tirof etilmoqda [1, 3]. Iqlim tizimida kuzatilayotgan o'zgarishlar nafaqat atmosfera jarayonlarining dinamikasiga, balki yer yuzasining barcha tabiiy komponentlari, jumladan, landshaft komplekslarining shakllanishi, rivojlanishi va barqaror faoliyatiga ham bevosita hamda bilvosita ta'sir ko'rsatmoqda. Xususan, havo haroratining izchil ortishi, atmosfera yog'inlarining makon va vaqt bo'yicha notekis taqsimlanishi, ekstremal meteorologik hodisalarning takrorlanish chastotasining ortishi tabiiy geotizimlarning ekologik barqarorligiga jiddiy xavf tug'dirmoqda. Mazkur global iqlim o'zgarishlari

O'zbekiston hududidagi tabiiy landshaftlarning geoekologik holatiga ham sezilarli darajada ta'sir etmoqda.

Metodologiya. Tadqiqotda global iqlim o'zgarishining O'zbekiston tabiiy landshaftlariga ta'siri ilmiy adabiyotlar, xalqaro hisobotlar va mavjud tadqiqotlar asosida tahlil qilindi. Ish jarayonida qiyosiy tahlil, tizimli yondashuv hamda umumlashtirish usullaridan foydalanilib, iqlim omillarining landshaftlar geoekologik holatiga ta'siri baholandi.

Muhokama va natijalar. O'zbekistonning geografik joylashuvi keskin kontinental iqlim mintaqasiga to'g'ri kelishi bilan tavsiflanadi. Ushbu tabiiy-geografik xususiyat hududning global iqlim o'zgarishlariga nisbatan yuqori darajada sezgirligini belgilaydi [2, 5]. Mamlakat hududida

yoq faslining uzoq davom etuvchi issiq va qurg'oqchil, qish mavsumining esa nisbatan sovuq kechishi, atmosfera yog'inlarining kamligi hamda ularning mavsumiy va hududiy notekis taqsimlanishi tabiiy landshaftlar faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shu bilan birga, suv resurslarining cheklanganligi, respublika hududining katta qismini cho'l va yarim cho'l landshaftlari egallagani, shuningdek, antropogen bosimning tobora kuchayib borayotgani landshaft tizimlarining ekologik barqarorligini susaytirmoqda. Mazkur omillarning o'zaro uyg'unlashgan ta'siri tabiiy muhitda degradatsion jarayonlarning jadallashuviga sabab bo'lmoqda [3, 6].

Natijada cho'llanish jarayonlarining hududiy ko'lami kengaymoqda, tuproq degradatsiyasi, jumladan, sho'rlanish, shamol va suv eroziyasi kuchaymoqda, o'simlik qoplamasi siyraklashib, biologik xilma-xillikning qisqarishi kuzatilmoqda. Ushbu salbiy ekologik jarayonlar tabiiy ekotizimlarning funksional barqarorligini izdan chiqarish bilan bir qatorda, qishloq xo'jaligi yerlarining mahsuldorligini pasaytiradi, suv resurslaridan foydalanish samaradorligini kamaytiradi hamda aholining ijtimoiy-iqtisodiy farovonligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Global iqlim o'zgarishi sharoitida O'zbekiston tabiiy landshaftlarining fazoviy-vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash, ularning geoekologik holatini kompleks baholash, ekologik barqarorligini mustahkamlash hamda ilmiy asoslangan muhofaza va boshqaruv choralarini ishlab chiqish zamonaviy geografiya, geoekologiya va atrof-muhitni boshqarish sohalarining ustuvor ilmiy-amaliy vazifalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, havo haroratining barqaror oshib borishi, atmosfera yog'inlarining kamayishi hamda suv resurslari hajmining qisqarishi tabiiy landshaftlarning morfologik tuzilishi, funksional holati va rivojlanish dinamikasiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmoqda. Mazkur omillar ta'sirida landshaft komponentlari o'rtasidagi modda va energiya almashinuvi izdan chiqib, tuproq namligi zaxirasi kamayadi, tuproq degradatsiyasi kuchayadi, o'simlik qoplamasi siyraklashadi hamda biologik mahsuldorlik pasayadi. Shu bilan birga, ekotizimlarning tabiiy tiklanish salohiyati susayib, cho'llanish, shamol va suv eroziyasi, sho'rlanish, bioxilma-xillikning qisqarishi kabi salbiy geoekologik jarayonlarning jadallashishiga zamin yaratiladi.

O'zbekiston hududi tabiiy-geografik sharoitiga ko'ra cho'l, yarim cho'l, adir, tog' va voha landshaftlaridan tashkil topgan bo'lib, ularning har biri o'ziga xos tabiiy-geografik xususiyatlari, ekologik barqarorligi va landshaft tuzilishiga ega. Ushbu landshaftlar uzoq geologik davrlar mobaynida shakllangan tabiiy muvozanat asosida faoliyat yuritadi. Biroq global iqlim o'zgarishi, gidrotermik rejimning o'zgarishi hamda antropogen bosimning ortishi natijasida landshaft komponentlari o'rtasidagi ekologik muvozanat buzilmoqda. Natijada ayrim hududlarda landshaftlarning transformatsiyasi jadallashib, ularning ekologik barqarorligi pasaymoqda, tabiiy resurslarning degradatsiyasi kuchaymoqda va geotizimlarning tabiiy funksiyalari izdan chiqmoqda. Xususan, Orolbo'yi mintaqasida yuzaga kelgan ekologik inqiroz global miqyosdagi eng yirik antropogen ekologik falokatlardan biri sifatida e'tirof etilib, butun mintaq landshaftlarining geoekologik holati va tabiiy rivojlanish yo'nalishiga keskin ta'sir ko'rsatdi [4,7]. Orol dengizi akvatoriyasining qisqarishi natijasida millionlab gektar maydonda yangi qurigan tub - "Orolqum"

cho'li shakllandi. Bu hududda tuproq va atmosfera muhiti-ning sho'rlanishi kuchayib, tuz va chang aerozollarining keng masofalarga tarqalishi tabiiy ekotizimlarning degradatsiyasini jadallashtirdi. Natijada o'simlik qoplamasi siyraklashdi, biologik xilma-xillik keskin qisqardi, tuproq unumdorligi pasaydi hamda hududning mikroiklim va mezoiklim sharoitlarida sezilarli o'zgarishlar kuzatildi.

Mazkur jarayon iqlim o'zgarishi va antropogen omillarning o'zaro uzviy bog'liqligini yaqqol namoyon etadi. Suv resurslaridan nooqilona foydalanish, daryo oqimining keskin kamayishi va tabiiy suv balansining buzilishi natijasida yuzaga kelgan ekologik inqiroz mintaqaning radiatsiya balansi, namlik aylanishi hamda atmosfera jarayonlariga ham ta'sir ko'rsatmoqda. Oqibatda qurg'oqchilikning kuchayishi, ekstremal iqlim hodisalarining takrorlanish chastotasining ortishi va cho'llanish jarayonlarining jadallashuvi kuzatilmoqda. Shunday qilib, antropogen faoliyat natijasida shakllangan ekologik muammolar global iqlim o'zgarishining salbiy ta'siri bilan uyg'unlashib, tabiiy landshaftlarning transformatsiyasi, geotizimlarning ekologik barqarorligining pasayishi hamda bioresurslarning degradatsiyasini yanada kuchaytirmoqda. Bu esa Orolbo'yi hududida ekologik xavfsizlikni ta'minlash, landshaftlarni qayta tiklash va tabiiy resurslardan barqaror foydalanishga qaratilgan kompleks ilmiy-amaliy chora-tadbirlarni ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi.

1-jadval

O'zbekiston hududida iqlim o'zgarishining asosiy ko'rsatkichlari (so'nggi 50 yil)

№	Ko'rsatkichlar	O'zgarish miqdori	Ta'sir natijalari
1	O'rtacha yillik harorat	+1,3 ÷ +1,8 °C	Bug'lanish ortishi, tuproq namligining kamayishi
2	Yog'in miqdori	Notekis, ayrim joylarda kamaygan	Qurg'oqchilik xavfi oshishi, suv tanqisligi
3	Tuproq namligi	10–20 % gacha kamayish	Tuproq degradatsiyasi, hosildorlik pasayishi
4	O'simlik qoplamasi	Sezilarli qisqarish	Yaylovlar degradatsiyasi, bioxilma-xillik kamayishi
5	Cho'llanish jarayoni	Faollashgan	Yangi cho'l hududlarining shakllanishi
6	Suv resurslari (daryo va muzliklar)	Qisqarish tendensiyasi	Sug'orish muammolari, ekologik muvozanat buzilishi

Iqlim o'zgarishining eng muhim ko'rsatkichlaridan biri havo haroratining izchil ortib borishi hisoblanadi. So'nggi yarim asr davomida O'zbekiston hududida o'rtacha yillik havo harorati taxminan 1,3-1,8 °C ga oshgani qayd etilgan bo'lib, bu mintaqada global iqlim o'zgarishlari barqaror va uzoq muddatli tus olayotganidan dalolat beradi [2, 5]. Havo haroratining ko'tarilishi yer yuzasi va atmosfera o'rtasidagi issiqlik hamda namlik almashinuviga sezilarli ta'sir ko'rsatib, bug'lanish intensivligini oshiradi, tuproqning namlik zaxirasini kamaytiradi va suv resurslari tanqisligini yanada kuchaytiradi. Natijada tabiiy geotizimlarning gidrotermik rejimi o'zgarib, landshaft komponentlari o'rtasidagi ekologik muvozanat izdan chiqmoqda.

Haroratning ortishi ta'sirida o'simliklarning vegetatsiya davri, fenologik rivojlanishi va biologik mahsuldorligi ham o'zgarishga uchraydi. Qurg'oqchilikning kuchayishi natijasida o'simlik qoplamı siyraklashib, tuproq yuzasi ochilib qoladi, shamol va suv eroziyasi jarayonlari faollashadi hamda tuproq degradatsiyasi jadallashadi. Bunday sharoitda landshaftlarning aridizatsiyasi kuchayib, tabiiy ekotizimlarning o'z-o'zini tiklash salohiyati pasayadi. Ayniqsa, cho'l va yarim cho'l hududlarida ushbu jarayonlar ancha tez kechib, mavjud cho'l landshaftlarining maydoni kengayishi, degradatsiyaga uchragan yerlar ulushining ortishi va ayrim hududlarda yangi arid landshaftlarning shakllanishiga zamin yaratmoqda.

Mazkur o'zgarishlar nafaqat tabiiy muhitning geoeologik holatiga, balki qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi, yaylovlar mahsuldorligi, suv xo'jaligi tizimlari va aholi yashash sharoitlariga ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shu bois havo haroratining uzoq muddatli dinamikasini muntazam monitoring qilish, uning landshaftlar evolyutsiyasiga ta'sirini kompleks baholash hamda iqlim o'zgarishiga moslashuv strategiyalarini ishlab chiqish bugungi kunda geoeologik tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi (1-jadval).

Cho'llanish jarayoni O'zbekistonning ekologik xavfsizligi va tabiiy resurslaridan barqaror foydalanishga jiddiy tahdid solayotgan eng dolzarb geoeologik muammolardan biri hisoblanadi. Mazkur jarayon, ayniqsa, Orolbo'yi mintaqasi, Amudaryo deltasi, Mirzacho'l, Qizilqum va boshqa qurg'oqchil hududlarda yaqqol namoyon bo'lmoqda. Cho'llanishning rivojlanishiga tabiiy-iqlimiy omillar, jumladan, havo haroratining izchil ortishi, atmosfera yog'inlarining kamayishi, bug'lanish intensivligining kuchayishi hamda uzoq davom etuvchi qurg'oqchiliklar bilan bir qatorda, antropogen omillar – yer resurslaridan nooqilona foydalanish, yaylovlarga me'yordan ortiq chorva yuklamasi tushishi, noto'g'ri sug'orish texnologiyalari va suv resurslarini samarasiz boshqarish ham sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu omillarning o'zaro uyg'unlashgan ta'siri natijasida tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xususiyatlari yomonlashib, sho'rlanish, shamol va suv eroziyasi kuchayadi, o'simlik qoplamı siyraklashadi hamda yerlarning biologik mahsuldorligi keskin pasayadi.

Cho'llanish jarayonining chuqurlashuvi tabiiy ekotizimlarning funksional barqarorligini izdan chiqarib, biologik xilma-xillikning qisqarishiga, landshaftlarning tabiiy tiklanish salohiyatining susayishiga hamda geotizimlar ekologik muvozanatining buzilishiga olib keladi. Natijada qishloq xo'jaligi yerlarining unumdorligi pasayadi, yaylovlar mahsuldorligi qisqaradi, suv resurslariga bo'lgan bosim ortadi va ekologik xavf darajasi kuchayadi. Shu bilan birga, cho'llanishning kengayishi oziq-ovqat xavfsizligi, aholi bandligi va hududlarning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishiga ham salbiy ta'sir ko'rsatib, barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishni murakkablashtiradi.

O'zbekistonning tog'li hududlarida global iqlim o'zgarishining eng muhim oqibatlaridan biri muzliklarning jadal qisqarishi va massa balansining manfiylashib borishidir. Tyan-Shan va Pomir-Oloy tog' tizimlarida joylashgan muzliklar Markaziy Osiyoning asosiy chuchuk suv zaxirasi hisoblanib, Amudaryo va Sirdaryo havzalarining gidrologik rejimini tartibga solishda muhim tabiiy omil vazifasini bajaradi. So'nggi o'n yilliklarda havo haroratining

ko'tarilishi natijasida muzliklarning maydoni va hajmi muntazam kamayib bormoqda [1, 8]. Dastlab bu holat muzlik suvlari hisobiga daryo oqimining vaqtincha ortishiga sabab bo'lsa, uzoq muddatda muzlik zaxiralari-ning qisqarishi suv oqimining kamayishi, mavsumiy taqsimotining buzilishi va suv tanqisligining kuchayishiga olib kelmoqda. Bunday o'zgarishlar irrigatsiya tizimlari, gidroenergetika, qishloq xo'jaligi hamda tabiiy ekotizimlarning suv bilan ta'minlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatib, butun mintaqaning ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy barqarorligi uchun jiddiy xavf tug'dirmoqda. [4]. Mazkur jarayonlar natijasida voha landshaftlarida sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlarining maydoni qisqarib, suv bilan ta'minlanganlik darajasi pasaymoqda hamda agroekotizimlarning barqaror faoliyati izdan chiqmoqda. Suv resurslari tanqisligining kuchayishi ekinlarning o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatib, hosildorlikning pasayishiga, tuproqlarda ikkilamchi sho'rlanish va botqoqlanish jarayonlarining jadallashishiga hamda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining iqtisodiy samaradorligi pasayishiga olib kelmoqda. Shu bilan birga, sug'orish suvlarining sifat va miqdor jihatdan yomonlashuvi tuproqning suv-fizik hamda agrokimyoviy xususiyatlarini izdan chiqarib, yer resurslaridan samarali foydalanish imkoniyatlarini cheklamoqda.

O'zbekistonning tekislik hududlarida landshaftlarning transformatsiyasida antropogen omillar yetakchi rol o'ynaydi. Ayniqsa, sug'oriladigan dehqonchilikning jadal rivojlanishi, suv resurslarini nooqilona boshqarish, meliorativ tadbirlarning yetarli darajada olib borilmasligi hamda kollektor-drenaj tizimlarining samarasiz faoliyati tuproqlarning ikkilamchi sho'rlanishi va degradatsiyasini kuchaytirmoqda. Natijada tuproqning fizik, kimyoviy va biologik xossalari yomonlashib, suv-tuz rejimi buziladi, gumus miqdori kamayadi hamda yerlarning meliorativ holati izdan chiqadi. Bu esa agroekotizimlar mahsuldorligining pasayishi, landshaftlarning ekologik barqarorligining susayishi va tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligining kamayishiga olib kelmoqda.

Ayniqsa, paxtachilik va boshqa sug'orma dehqonchilikka ixtisoslashgan hududlarda uzoq yillar davomida monokultura tamoyiliga asoslangan intensiv yer foydalanish tizimi tuproq unumdorligining pasayishi, oziqa elementlari muvozanatining buzilishi va agrobiologik xilma-xillikning qisqarishiga sabab bo'lgan. Bunday sharoitda landshaftlarning tabiiy tiklanish imkoniyati cheklanib, degradatsiya jarayonlari tobora jadallashmoqda. Natijada ekologik muvozanat buzilib, cho'llanish, sho'rlanish, eroziya va boshqa salbiy geoeologik jarayonlarning rivojlanishi uchun qulay sharoit yuzaga kelmoqda. Shu sababli yer va suv resurslarini kompleks boshqarish, zamonaviy suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish, ilmiy asoslangan almashlab ekish tizimini qo'llash hamda meliorativ tadbirlarni takomillashtirish landshaftlarning ekologik barqarorligini ta'minlashning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, global iqlim o'zgarishi O'zbekiston tabiiy landshaftlarining geoeologik holati va ekologik barqarorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Havo haroratining oshishi, yog'inlarning notekis taqsimlanishi, muzliklar maydonining qisqarishi hamda suv resurslarining kamayishi landshaftlarda degradatsiya jarayonlarini jadallashtirmoqda. Natijada cho'llanish, tuproq degradatsiyasi, sho'rlanish, shamol va

suv eroziyasi, o'simlik qoplamining siyraklashuvi hamda bioxilma-xillikning qisqarishi kuchaymoqda. Bu jarayonlar tabiiy landshaftlar bilan birga qishloq xo'jaligi, suv xo'jaligi va ekologik xavfsizlikka ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Ushbu jarayonlar nafaqat tabiiy landshaftlarning ekologik holatini yomonlashtiradi, balki qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi, suv xo'jaligi, oziq-ovqat xavfsizligi va aholining ijtimoiy-iqtisodiy farovonligiga ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Adabiyotlar

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023.
2. Rafiqov A.A. O'zbekiston tabiiy geografiyasi. - Toshkent: Universitet, 2021.
3. United Nations Convention to Combat Desertification. Global Land Outlook, Second Edition. -Bonn, 2022.
4. Food and Agriculture Organization. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW 2021). Rome, 2021.
5. World Meteorological Organization. State of the Global Climate 2023. Geneva, 2024.
6. United Nations Environment Programme. Global Environment Outlook GEO-6. Nairobi, 2019.
7. Micklin P. The Aral Sea Disaster. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 2007. Vol. 35. -P. 47–72.
8. World Bank. Climate Adaptation and Resilience for Central Asia. Washington DC, 2022.

**QARNOBCHO'L LANDSHAFTLARINING GEOEKOLOGIK HOLATI
VA UNGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR**

Ochilov Sanjar Zokir o'g'li – *tayanch doktorant*

sanjar.ochilov.1992@mail.ru

Guliston davlat universiteti

Abbasov Subxon Burxonovich – *geografiya fanlari doktori, professor*

Samarqand davlat universiteti

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ КАРНАБСКОЙ ПУСТЫНИ
И ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ**

Очилов Санжар Зокирович – *базовый докторант*

Гулистанский государственный университет

Аббасов Субхон Бурхонovich – *доктор географических наук, профессор*

Самаркандский государственный университет

**GEOECOLOGICAL STATE OF THE QARNOB DESERT LANDSCAPES
AND AFFECTING FACTORS THEM**

Ochilov Sanjar Zokirovich – *doctoral student*

Gulistan State University

Abbasov Subkhon Burkhonovich – *Doctor of Geographical Sciences, Professor*

Samarkand State University

Tayanch so'zlar: Qarnobcho'l, geoeкологиya, landshaft, cho'llanish, tuproq sho'rlanishi, yaylov degradatsiyasi, iqlim o'zgarishi, shamol eroziyasi, antropogen omillar.

Rezyume. Maqolada Qarnobcho'l landshaftlarining geoe ekologik holati va unga ta'sir etuvchi tabiiy hamda antropogen omillar tahlil qilingan. Tadqiqotda hududning iqlimiy xususiyatlari, tuproq qoplam, o'simliklar dunyosi hamda yaylovlardan foydalanish darajasi ilmiy manbalar asosida o'rganildi. Shuningdek, shamol eroziyasi, tuproq sho'rlanishi, cho'llanish jarayonlari va antropogen bosimning landshaftlar barqarorligiga ta'siri yoritildi. Natijalar Qarnobcho'l hududida so'nggi yillarda geoe ekologik muvozanatning buzilishi kuchayib borayotganini ko'rsatadi. Iqlim o'zgarishi va xo'jalik faoliyatining ortishi landshaft degradatsiyasini tezlashtiruvchi asosiy omillar sifatida aniqlangan.

Ключевые слова: Карнабчуль, геоэкология, ландшафт, опустынивание, засоление почв, деградация пастбищ, изменение климата, ветровая эрозия, антропогенные факторы.

Резюме. В статье анализируется геоэкологическое состояние ландшафтов Карнабчуля и влияющие на него природные и антропогенные факторы. В исследовании на основе научных источников изучены климатические особенности региона, почвенный покров, растительный мир и уровень использования пастбищ. Также освещено влияние ветровой эрозии, засоления почв, процессов опустынивания и антропогенного давления на устойчивость ландшафтов. Результаты показывают, что в последние годы на территории Карнабчуля усиливается нарушение геоэкологического баланса. Изменение климата и рост хозяйственной активности были определены в качестве основных факторов, ускоряющих деградацию ландшафта.

Key words: Karnabchul, geo-ecology, landscape, desertification, soil salinization, pasture degradation, climate change, wind erosion, anthropogenic factors.

Summary. The article analyzes the geo-ecological state of Karnabchul landscapes and the natural and anthropogenic factors influencing it. The study examined the climatic characteristics of the region, soil cover, flora, and the level of pasture use based on scientific sources. The impact of wind erosion, soil salinization, desertification processes, and anthropogenic pressure on landscape stability was also highlighted. The results indicate that the disruption of the geo-ecological balance in the Karnabchul region has intensified in recent years. Climate change and increased economic activity have been identified as the primary factors accelerating landscape degradation.

Kirish. Hozirgi davrda global ekologik muammolar orasida cho'llanish, yer degradatsiyasi va biologik xilmaxillikning qisqarishi eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. BMTning Cho'llanishga qarshi kurashish konvensiyasi (UNCCD) ma'lumotlariga ko'ra, dunyo quruqlik maydonining qariyb 40 foizdan ortig'i qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil hududlardan iborat bo'lib, ularda yuz berayotgan geoe ekologik o'zgarishlar millionlab insonlarning yashash sharoitiga ta'sir ko'rsatmoqda [7].

Markaziy Osiyo mintaqasi, ayniqsa O'zbekiston hududi arid va semiarid landshaftlarning keng tarqalganligi bilan ajralib turadi. Respublikamiz hududining qariyb 70 foizi cho'l va chala cho'l landshaftlaridan tashkil topgan. Ushbu hududlar orasida Qarnobcho'l tabiiy-geografik tuzilishi,

tuproq-o'simlik qoplam hamda xo'jalik jihatdan foydalanilish xususiyatlari bilan alohida o'rin tutadi.

Qarnobcho'l Samarqand viloyatining g'arbiy qismida joylashgan bo'lib, shimolda Qoratov tizmasi, janubda Zirabuloq va Ziyovuddin tog'lari bilan chegaralangan. Hududning umumiy maydoni bir necha ming kvadrat kilometrni tashkil etib, u qadimdan yaylov chorvachiligi rivojlangan hudud sifatida ma'lum.

Qarnobcho'lning tabiiy sharoitlari va landshaftlari XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab ko'plab olimlar tomonidan o'rganilgan. Korovin (1961) O'rta Osiyo cho'llarining geobotanik xususiyatlarini tadqiq qilib, Qarnob hududida shuvoq-efemer o'simliklari ustun ekanligini qayd etgan [1]. Lobova (1960) hudud tuproqlarining genezisi va tarqalishini o'rgangan bo'lsa, Safonova (1977)

cho'l tuproqlarining meliorativ holati hamda sho'rlanish jarayonlarini tadqiq qilgan [2, 3].

So'nggi yillarda esa cho'l landshaftlarining geoeologik holatini baholashda masofadan zondlash usullaridan keng foydalanilmoqda. Dubovyk va hammualliflari (2013) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar Markaziy Osiyoning arid hududlarida yer degradatsiyasi va vegetatsiya qoplamining o'zgarishini aniqlashda NDVI indeksining yuqori samaradorligini ko'rsatib berdi [4].

XXI asrda cho'l hududlarining geoeologik holatini baholash geografiya, geoeologiya va landshaftshunoslik fanlarining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. BMTning Cho'llanishga qarshi kurashish konvensiyasi (UNCCD) ma'lumotlariga ko'ra, dunyo quruqlik maydonining qariyb 41 foizi qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil hududlardan iborat bo'lib, ularda 2 milliarddan ortiq aholi yashaydi[7]. So'nggi 50 yil davomida cho'l hududlarida kuzatilayotgan iqlim o'zgarishi, antropogen yuklamaning ortishi va tabiiy resurslardan oqilona foydalanilmasligi natijasida geoeologik muammolar keskinlashib bormoqda.

Qarnobcho'lining tabiiy sharoitlari ilk bor rus olimlari tomonidan XX asrning o'rtalarida o'rganilgan. Jumladan, Y.P. Korovin (1961) O'rta Osiyo cho'llarining geobotanik xususiyatlarini tahlil qilib, Qarnob hududida shuvoq-efemer tipidagi yaylovlar keng tarqalganligini qayd etgan. E.V.Lobova (1960) va L.I. Safonova (1977) esa hudud tuproqlarining morfologik xususiyatlari hamda ularning shakllanish omillarini o'rgangan.

Asosiy qism. Cho'l landshaftlarining shakllanishi va rivojlanish qonuniyatlari ko'plab olimlar tomonidan tadqiq etilgan. O'rta Osiyo cho'llari bo'yicha fundamental tadqiqotlar Y.P. Korovin tomonidan amalga oshirilgan. Olimning 1961-yilda chop etilgan "Растительность Средней Азии и Южного Казахстана" asarida Qarnobcho'l hududida tarqalgan asosiy fitotsenozlar tavsiflangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, hududda Artemisia turanica, Salsola arbuscula, Peganum harmala va efemer o'simliklar ustunlik qiladi[1].

E.V.Lobova (1960) tomonidan olib borilgan tuproq-geografik tadqiqotlar natijasida Qarnobcho'lda och tusli bo'z, bo'z-qo'ng'ir va sur-qo'ng'ir tuproqlar keng tarqalganligi aniqlangan. Olimning ta'kidlashicha, ushbu tuproqlar kam gumusli bo'lib, shamol eroziyasiga moyilligi yuqori hisoblanadi[2].

Safonova (1977) tadqiqotlarida cho'l hududlaridagi tuproq sho'rlanishi jarayonlari chuqur tahlil qilingan. Muallif sho'rlanishning kuchayishi natijasida tuproq unumdorligi pasayishi va o'simlik qoplamining tarkibi o'zgarishini ilmiy asoslab bergan[3].

XXI asrga kelib cho'l landshaftlarini tadqiq etishda GIS va masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanish kengaydi. Dubovyk va hammualliflari (2013) O'zbekistonning qurg'oqchil hududlarida vegetatsiya qoplamining o'zgarishini Landsat sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida tahlil qilgan. Ularning tadqiqotlarida NDVI ko'rsatkichlari bilan degradatsiya darajasi o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjudligi aniqlangan.

Ochilov(2025) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda esa Qarnobcho'l tuproqlarining zamonaviy holati, sho'rlanish jarayonlari va o'simlik qoplamini bilan bog'liqligi tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ayrim hududlarda tuproq sho'rlanishining kuchayishi natijasida galofit o'simliklar ulushi ortib borayotganligi aniqlangan [5].

Geoeologik holati va unga ta'sir etuvchi quyidagi omillar ajratib olindi:

Qarnobcho'lining tabiiy geografik sharoiti – Qarnobcho'l dengiz sathidan o'rtacha 250-450 metr balandlikda joylashgan. Mavlonov (1973) ma'lumotlariga ko'ra, Qarnobcho'lda bug'lanish miqdori yog'in miqdoridan 10–15 barobar yuqori bo'lib, bu holat hududda arid landshaftlarning shakllanishiga sabab bo'lgan.

Hududda asosan och tusli bo'z, bo'z-qo'ng'ir va sur-qo'ng'ir tuproqlar tarqalgan. Tuproq tarkibidagi gumus miqdori ko'pincha 0,5-1,2 foiz oralig'ida bo'lib, bu ko'rsatkich cho'l hududlari uchun xos hisoblanadi.

Iqlim omili-Qarnobcho'l keskin kontinental iqlim mintaqasida joylashgan. O'rtacha yillik yog'in miqdori 180-250 mm ni tashkil qiladi. Iyul oyining o'rtacha harorati +28...+30 °C, maksimal harorat esa +44 °C gacha yetadi. Yanvar oyida esa harorat –15...–20 °C gacha pasayishi mumkin.

O'zbekiston Gidrometeorologiya xizmati ma'lumotlariga ko'ra, 1950–2024-yillar davomida mamlakat hududida o'rtacha harorat taxminan 1,8 °C ga oshgan. Bu holat Qarnobcho'l hududida bug'lanishning kuchayishiga va tuproq namligining kamayishiga olib kelmoqda [10].

Iqlim o'zgarishining landshaftlarga ta'siri – So'nggi o'n yilliklarda global iqlim o'zgarishi Qarnobcho'l hududida ham sezilarli darajada namoyon bo'lmoqda. O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati ma'lumotlariga ko'ra, 1950–2023-yillar davomida mamlakat hududida o'rtacha yillik harorat 1,5–2,0 °C ga oshgan [6,10].

Dubovyk va hammualliflari (2013) Markaziy Osiyoning qurg'oqchil hududlarini masofadan zondlash usullari orqali tadqiq qilib, vegetatsiya indekslarining pasayishi bilan harorat ortishi o'rtasida kuchli bog'liqlik mavjudligini aniqlagan. Qarnobcho'lda ham vegetatsiya mavsumining qisqarishi va qurg'oqchilik chastotasining ortishi kuzatilmoqda.

NDVI ko'rsatkichlari asosida olib borilgan tadqiqotlar natijasida ayrim yaylov hududlarida o'simlik biomassasi so'nggi yigirma yil davomida 15–25 foizgacha kamaygani aniqlangan.

Tuproq sho'rlanishi-Sho'rlanish hududning eng dolzarb geoeologik muammolaridan biri hisoblanadi. Ayrim sho'rxok maydonlarda tuproq eritmasidagi tuzlar miqdori o'simliklarning normal rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Yaylov degradatsiyasi va chorvachilik bosimi – Qarnobcho'l qadimdan qorako'lechilik rivojlangan hududlardan biri hisoblanadi. Biroq yaylovlardan uzoq yillar davomida me'yoridan ortiq foydalanish natijasida o'simlik qoplamini tarkibi o'zgarib bormoqda. Chorva sonining ortishi natijasida o'simlik qoplamining tiklanish imkoniyatlari kamaymoqda. Natijada shuvoq va efemer o'simliklar maydoni qisqarib, degradatsiyaga chidamli o'simliklar ulushi ortmoqda.

Korovin(1961) ma'lumotlariga ko'ra, hududda asosiy yem-xashak o'simliklari sifatida turon shuvog'i (Artemisia turanica), boyalich (Salsola arbuscula), efemer o'simliklar va yantoq tarqalgan. Hozirgi vaqtda ushbu turlar qoplamining qisqarishi kuzatilmoqda.

BMTning Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) ma'lumotlariga ko'ra, yaylovlarda chorva yuklamasining me'yoridan 20-30 % ortishi degradatsiya jarayon-

larini tezlashtiradi [8]. Qarnobchoʻlning ayrim hududlarida esa bu koʻrsatkich tavsiya etilgan meʼyorlardan ancha yuqori.

Natijada: tuproq zichlashadi; suv singdirish qobiliyati kamayadi; shamol eroziyasi kuchayadi; yem-xashak oʻsimliklari kamayadi; degradatsiyaga uchragan maydonlar kengayadi.

Shamol eroziyasi va choʻllanish-Choʻl landshaftlarida shamol eroziyasi asosiy geomorfologik jarayonlardan biri hisoblanadi. Lobova (1960) tadqiqotlariga koʻra, Qarnobchoʻlda bahor va yoz oylarida shamol tezligi 15-20 m/s gacha yetishi mumkin.

Shamol taʼsirida tuproqning eng unumdor ustki qatlami koʻchiriladi. Natijada tuproqdagi organik moddalar kamayadi va biologik mahsuldorlik pasayadi. Ayrim hududlarda deflyatsion botiqlar va qum koʻchish jarayonlari kuza-tilmoqda.

UNCCD maʼlumotlariga koʻra, choʻllanish jarayoni dunyoda har yili 12 million gektar yerning qishloq xoʻjaligi aylanmasidan chiqib ketishiga sabab boʻlmoqda [7]. Ushbu jarayon Qarnobchoʻl hududida ham kuzatilmoqda.

Antropogen omillar-Hududda foydali qazilmalarni qazib olish, avtomobil yoʻllarining kengayishi, noqonuniy yaylovlardan foydalanish va texnogen taʼsirlar landshaftlarning tabiiy holatini oʻzgartirmoqda. Ayniqsa, soʻnggi oʻn yilliklarda antropogen yuklamaning ortishi geoeologik vaziyatning murakkablashishiga olib kelmoqda.

Tuproq shoʻrlanishi va geoeologik oqibatlari – Shoʻrlanish Qarnobchoʻlning geoeologik holatiga salbiy taʼsir etuvchi muhim omillardan biridir. Safonova (1977) tadqiqotlarida shoʻrlangan tuproqlarda oʻsimliklarning tur tarkibi keskin kamayishi koʻrsatib berilgan [3].

Shoʻrlanish natijasida: tuproqning fizik xossalari yomonlashadi; nam sigʻimi pasayadi; oʻsimliklarning ildiz tizimi zararlanadi; biologik mahsuldorlik kamayadi.

Ayniqsa, shoʻrxok maydonlarda sarsazan, bir yillik shoʻra va yulgʻun kabi galofit oʻsimliklar ustunlik qila boshlaydi.

Xulosa qilib aytganda Qarnobchoʻl landshaftlarining geoeologik holati murakkab tabiiy va antropogen omillar taʼsirida shakllanmoqda. Tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, iqlim oʻzgarishi, yaylov degradatsiyasi, shamol eroziyasi, tuproq shoʻrlanishi va antropogen bosim hududdagi ekologik muvozanatning buzilishiga olib kelmoqda. Ayniqsa, 2000-2025-yillar oraligʻida haroratning ortishi va vegetatsiya qoplamining kamayishi landshaftlarning barqarorligiga jiddiy taʼsir koʻrsatgan. Kelgusida Qarnobchoʻl landshaftlarining geoeologik holatini yaxshilash uchun masofadan zondlash texnologiyalari (NDVI, SAVI, LST), GIS tahlillari va uzoq muddatli monitoring tadqiqotlarini keng qoʻllash zarur. Shuningdek, yaylovlardan ilmiy asosda foydalanish, degradatsiyaga uchragan hududlarni rekultivatsiya qilish va ekologik boshqaruv tizimini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

1. Коровин Ю.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. – Ташкент: «ФАН», 1961.
2. Лобова Е.В. Почвы Узбекистана. – Ташкент: Издательство Академии наук УзССР, 1960.
3. Сафонова Л.И. Почвы пустынных территорий Узбекистана и их мелиоративная оценка. – Ташкент: «ФАН», 1977.
4. Dubovyk O., Menz G., Conrad C., Kan E., Machwitz M., Khamzina A. Spatio-temporal analyses of cropland degradation in the irrigated lowlands of Uzbekistan using remote sensing and logistic regression modeling. *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2013. – Vol. 185(6). – P. 4775–4790.
5. Ochilov S.Z. Qarnob choʻl landshaftlari tuproqlari. *Science and Research*. 2025. №4. 112–119-b.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023.
7. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Global Land Outlook. Second Edition. Bonn: UNCCD, 2022.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW 2021). Rome: FAO, 2021.
9. World Meteorological Organization (WMO). State of the Global Climate 2023. Geneva: WMO, 2024.
10. Oʻzbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi (Oʻzgidromet). Oʻzbekiston Respublikasida iqlim oʻzgarishi boʻyicha milliy axborot. –Toshkent: 2023.

UDK: 631.6:551.583(575.172)
**XORAZM VILOYATINING SUG'ORILADIGAN YERLARIDA IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA
MELIORATIV HOLATNI KOMPLEKS BAHOLASH**

Tajiyev Quдрat Qadirberganovich – *geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori*
tajiyevqq@gmail.com

Urganch davlat pedagogika instituti

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Тажиєв Кудрат Кадирберганоич – *доктор философии по географическим наукам*
Ургенчский государственный педагогический институт

**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE MELIORATIVE STATE OF IRRIGATED LANDS
IN KHOREZM REGION UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS**

Tajiyev Quдрat Qadirberganovich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences*
Urgench State Pedagogical Institute

Tayanch so'zlar: tuproq sho'rlanishi, sizot suvlari, meliorasiya, Xorazm viloyati, iqlim o'zgarishi, GIS, MHII, drenaj, sug'oriladigan yerlar, Amudaryo havzasi.

Rezyume. Tadqiqotda Xorazm viloyatining sug'oriladigan yerlarida iqlim o'zgarishi, sizot suvlari va tuproq sho'rlanishi o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Yangi Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) asosida viloyat maydonining 38% i yuqori xavf ostida ekanligi va 2050 yilga borib bu ko'rsatkich 47–55%ga yetishi mumkinligi aniqlandi.

Ключевые слова: засоление почв, грунтовые воды, мелиорация, Хорезмская область, изменение климата, ГИС, ИИМС, дренаж, орошаемые земли, бассейн Амударьи.

Резюме. В исследовании проанализирована взаимосвязь изменения климата, грунтовых вод и засоления почв на орошаемых землях Хорезмской области. На основе нового Индекса Интеграции Мелиоративного Состояния (ИИМС) установлено, что 38% территории области находится в зоне высокого риска, а к 2050 году этот показатель может достичь 47–55%.

Key words: soil salinity, groundwater, land reclamation, Khorezm region, climate change, GIS, MSII, drainage, irrigated lands, Amu Darya basin.

Summary. The study analyzes the relationship between climate change, groundwater, and soil salinization in the irrigated lands of Khorezm region. Using the newly developed Meliorative Condition Integration Index (MCII), it was found that 38% of the region's territory is at high risk, with this figure potentially reaching 47–55% by 2050.

Kirish. Markaziy Osiyoning sug'oriladigan hududlari dunyodagi gidrologik jihatdan eng stress ostidagi qishloq xo'jaligi tizimlaridan birini tashkil etadi. Amudaryoning quyi oqimida joylashgan Xorazm viloyati ~280 000 gektar sug'oriladigan yer va 1,7 milliondan ortiq aholini qamrab oladi. So'nggi o'ttiz yilda mintaqada bir qator qo'shma bosimlar kuzatildi: o'rtacha harorat 1,4°C ga ko'tarildi, yog'ingarchilik 8–12% ga kamaydi va Orol dengizi inqirozi mintaqaviy gidrologiyani tubdan o'zgartirdi [1].

Tuproq sho'rlanishi – ekin ildiz zonasida zararli tuzlarning to'planishi – ushbu o'zaro ta'sir etuvchi stresslarning eng katta iqtisodiy zarar keltiruvchi natijasi hisoblanadi. Sayoz sizot suvlari (<1,5 m) kapillyar tuz ko'tarilishiga olib kelib, viloyatning 60–70% ekin maydonida ikkilamchi sho'rlanishga sabab bo'ladi [2], sobiq ittifoq davrida qurilgan eskirgan drenaj infratuzilmasi esa suv sathini xavfsiz chegarada ushlab turishda tobora muvaffaqiyatsiz bo'lmoqda [5].

Alohida omillar bo'yicha – iqlim tendentsiyalari [1], sizot suvlari dinamikasi [2], elektromagnit usulda sho'rlanishni xaritalash [3], neyron tarmoq yordamida xavfni modellash [4] – ko'plab ilmiy ishlar mavjud bo'lishiga qaramay, hech bir tadqiqot bu omillarni viloyat miqyosida qo'llash mumkin bo'lgan yagona, fazoviy aniq, amaliy kompozit indeksga sintez qilmagan. Ushbu maqolada mazkur bo'shliqni bartaraf etish maqsadida Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) ishlab chiqilgan – u meliorativ holatni tavsiflovchi to'rtta asosiy ko'rsatkichning

ilmiy asoslangan og'irlik koeffitsiyentlari yordamida integratsiyalashuvi natijasida shakllantirilgan va Xorazm viloyati misolida sinovdan o'tkazilgan.

Tadqiqotning aniq maqsadlari quyidagilardan iborat: (I) tuproq sho'rlanishi va sizot suvlari xavfining hozirgi fazoviy taqsimotini miqdoriy aniqlash; (II) Xorazm uchun MHII ni ishlab chiqish va tasdiqlash; (III) SSP2-4.5 va SSP5-8.5¹ iqlim senariylari bo'yicha 2030–2050 yillarga prognozlar ishlab chiqish; (IV) xulosalarni amaliy tavsiyalarga aylantirish.

Adabiyotlar sharhi. M.Khamidov va boshqalar [1] Xorazmdagi iqlim tendentsiyalari bilan tuproq sho'rlanishi dinamikasini bog'lash uchun GIS va masofadan zondlash ma'lumotlarini birlashtirdi va odatdagi faoliyat (BAU) senariyida sho'rlangan maydon asr o'rtasiga qadar sezilarli darajada kengayishini xulosaladi. Biroq, ularning tadqiqoti drenaj tizimining samaradorligi yoki sizot suvlari kuzatuvlarini o'z ichiga olmagan, bu esa prognoz qamrovini cheklab qo'ygan. M.Ibrakhimov va boshqalar [2] mintaqada sizot suvlari 84oda84o'rlanishning o'zaro bog'liqligi bo'yicha asosiy miqdoriy tahlilni taqdim etib, 0,5–1,8 m gacha bo'lgan mavsumiy suv sathi tebranishlari tuproq yuzasidagi tuz to'planishining asosiy sababi ekanini isbotladi.

¹SSP2-4.5 – o'rtacha emissiya stsenariysi bo'lib, XXI asr o'rtalariga kelib haroratning mo'tadil oshishini nazarda tutadi.

I.Forkutsa va boshqalar [3] takroriy elektromagnit induksiya (EMI) tadqiqotlari va geostatistik interpolatsiya (oddiy kriging) yordamida vaqt qatorli shoʻrlanish xaritalari tuzib, shoʻrlanishni monitoring qilish metodologiyasini rivojlantirdi – bu yondashuv ushbu tadqiqotda ham qoʻllanilgan. A.Akramkhanov va P.Vlek [4] sunʼiy neyron tarmoqlar fazoviy shoʻrlanish xavfini yuqori aniqlik bilan bashorat qila olishini koʻrsatdi, B.Tischbein va boshqalar [5] esa Xorazmdagi suv resurslarini boshqarishni yaxshilashda institutsional va infratuzilmaviy toʻsiqlarni aniqladi.

Iqtisodiy nuqtai nazardan, M.Qadir va boshqalar [7] tuz taʼsirida yer degradatsiyasining global xarajatlarini yiliga 27,3 milliard AQSh dollari deb baholadi va bu samarali monitoring vositalariga boʻlgan ehtiyojning shoshilinchligi uchun asoslanadi. Y.Shirokova va boshqalar [8] elektr oʻtkazuvchanligini (Eca) Markaziy Osiyo sharoitida tuproq shoʻrlanishining ishonchli koʻrsatkichi sifatida tasdiqladi – bu ushbu MHII tizimining asosi hisoblanadi.

Umuman olganda, adabiyotlar ushbu maqola toʻldiruvchi uchta boʻshliqni koʻrsatadi: (a) kompozit, fazoviy aniq, meliorativ holat koʻrsatkichining yoʻqligi; (b) shoʻrlanish, sizot suvlari va drenajni birlashtirgan viloyat miqyosidagi CMIP6 asosidagi prognozlarining yoʻqligi; (c) maxsus masofadan zondlash infratuzilmasisiz mintaqaviy yer melioratsiyasi xizmatlari foydalana oladigan amaliy 85oda vositaning mavjud emasligi.

Tadqiqot metodologiyasi. Sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini kompleks baholash maqsadida Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) ishlab chiqildi. Indeks toʻrtta asosiy omilning normallashtirilgan qiymatlari asosida quyidagi tenglama orqali hisoblandi:

$$MHII = 0.35S + 0.30G + 0.20D + 0.15C$$

bu yerda S – tuproq shoʻrlanishi (ECA asosida normal-lashtirilgan), G – sizot suvlari xavfi, D – drenaj tizimi samarasizligi (teskari koʻrsatkich), C – iqlimiy stress (yogʻingarchilik anomalialari va harorat oshiqchaligi) quyi indekslarini bildiradi.

Ogʻirlik koeffitsiyentlari 1990–2024 yillar monitoring maʼlumotlari asosida koʻp oʻzgaruvchili chiziqli regressiya orqali aniqlandi ($R^2=0,83$; $p<0,001$), bu modelning yuqori ishonchligini tasdiqladi. Shu asosda qabul qilingan ogʻirliklar: shoʻrlanish – 0,35; sizot suvlari xavfi – 0,30; drenaj samarasizligi – 0,20; iqlimiy stress – 0,15.

MHII 0–1 diapazonda oʻzgaradi: qiymat ortishi meliorativ holat yomonlashishini bildiradi. Klassifikatsiya mezonlari:

I toifa (yuqori xavf) – $MHII \geq 0,60$;

II toifa (oʻrtacha xavf) – $0,30-0,60$;

III toifa (qoniqarli) – $MHII < 0,30$.

Sunʼiy yoʻldosh shoʻrlanish indeksleri (NDSI, SI-1) Sentinel-2 11- va 4-banda kompozitlaridan hisoblandi. Nuqtali Eca oʻlchovlarini fazoviy interpolatsiyalash uchun oddiy kriging usuli, I.Forkutsa va boshqalar [3] protokoli asosida qoʻllanildi. Barcha raster qatlamlari 30×30 m piksel oʻlchamiga keltirildi va WGS-84/UTM 41N tizimiga oʻtkazildi. Tahlil QGIS 3.36 va R 4.4 muhitlarida bajarildi.

Tahlil va natijalar. 2024-yil monitoring maʼlumotlariga koʻra, Xorazm viloyatining sugʻoriladigan yerlarining 57% I (~160 000 ga) oʻrtacha va kuchli shoʻrlanish diapazoniga kiradi – bu M.Ibrakhimov va boshqalar [2]ning 2007 yildagi bazaviy koʻrsatkichidan 8 f.p. yuqori boʻlib, drenajning bosqichma-bosqich buzilishi va evapotranspiratsiya talabi oshishi bilan bogʻliq.

1-jadval. Shoʻrlanish sinflari boʻyicha taqsimot va oʻrtacha MHII

Sinf	Eca (dS/m)	Maydon (000 ga)	Ulush (%)	Oʻrtacha MHII
Shoʻrlanmagan	<2	42,1	15,0	0,18
Kuchsiz	2–4	78,4	28,0	0,31
Oʻrtacha	4–8	95,2	34,0	0,52
Kuchli	8–16	50,7	18,1	0,72
Juda kuchli	>16	13,6	4,9	0,91
JAMI	—	280,0	100%	0,49

MHII asosida tuzilgan xavf xaritasi: I toifa (yuqori xavf, $MHII \geq 0,6$) – 38% (106 400 ga), asosan Qoʻshkoʻpir, Xazarasp, Bogʻot; oʻrtacha Eca=9,2 dS/m, sizot suvi chuqurligi=1,1 m, drenaj kollektorlarining 62% ishlamaydi. II toifa (oʻrtacha, 0,3–0,6) – 44% (123 200 ga: Urganch, Shovot, Gʻurlan), drenaj qisman ishlaydi. III toifa (qoniqarli, <0,3) — 18% (50 400 ga), ishlaydigan drenaj tarmogʻiga ega.

1990–2024 tendentsiyasi: harorat +0,038°C/yil, yogʻingarchilik–1,2 mm/yil, evapotranspiratsiya +3,4 mm/yil oʻsayotganini koʻrsatadi.

2-jadval. CMIP6 stsenariylari boʻyicha prognoz

Koʻrsatkich	2024	SSP2-4.5 (2050)	SSP5-8.5 (2050)	Oʻzgarish
I toifa maydoni (000 ga)	106,4	122–135	131–154	+24–45%
Oʻrtacha MHII	0,49	0,54	0,63	+0,14
Suv taqchilligi (mln m ³)	~210	290–350	380–520	+81–148%
Shoʻrlangan ulush (%)	57	62–66	69–74	+12–17 f.p.

Xulosa. Tadqiqotda Xorazm viloyati uchun tuproq shoʻrlanishi, sizot suvi xavfi, drenaj samarasizligi va iqlimiy stressni birlashtiruvchi yangi kompozit koʻrsatkich — Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) taklif va tasdiqlandi. MHII 280 000 ga yerning meliorativ holatini yuqori aniqlikda ($R^2=0,83$) izohlab, oldingi yagona koʻrsatkichli yondashuvlardan [2, 4] ustun keldi. 2024-yilda viloyatning 38% i I toifada boʻlib, drenaj tizimi ishdan chiqishi asosiy nazorat qilinadigan omil sifatida aniqlandi. SSP5-8.5 stsenariysida 2050 yilga qadar yuqori xavf ulushi 47–55%ga yetishi va suv taqchilligi yiliga 380–520 mln m³ ni tashkil etishi bashorat qilinadi – bu favqulodda siyosat choralari talab qiladi. I toifa zonalarida drenajni III toifa standartigacha tiklash yuqori xavfli maydonni 15–20%ga kamaytirishi va yiliga 280–340 ming tonna gʻalla ekvivalenti hosil yoʻqotishining oldini olishi mumkin. Tizim ochiq kodli GIS (QGIS)da yillik yangilanish bilan amalga oshirilishi mumkin.

Tavsiyalar:

- 1) I toifa tumanlarda (Qoʻshkoʻpir, Xazarasp, Bogʻot) favqulodda drenajni tiklashni ustuvor qilish;
- 2) suv taqsimlash rejalashtirishiga SSP5-8.5 prognozlari kiritish.

Adabiyotlar

1. Khamidov M., Khamidov O., Rashidov N., Hamroyev A. Assessment of Soil Salinity Changes under the Climate Change in the Khorezm Region, Uzbekistan // *Irrigation and Drainage*. 2022. Vol. 71, No. 3. -P. 645–658. <https://doi.org/10.1002/ird.2707>
2. Ibrakhimov M., Khamzina A., Forkutsa I. et al. Groundwater Table and Salinity: Spatial and Temporal Distribution and Influence on Soil Salinization in Khorezm Region // *Irrigation and Drainage Systems*. 2007. Vol. 21. - P. 219–236. <https://doi.org/10.1007/s10795-007-9028-3>
3. Forkutsa I., Sommer R., Shirokova Y. et al. Modeling Irrigated Cotton with Shallow Groundwater in the Aral Sea Basin of Uzbekistan: Soil Salinity Effects // *Irrigation Science*. 2009. Vol. 27. -P. 331–344. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0148-7>
4. 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. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2087-3>
5. Tischbein B., Manschadi A.M., Conrad C. et al. Constraints and Solutions for Improving Water and Land Management in the Khorezm Region, Uzbekistan // *Irrigation and Drainage*. 2013. Vol. 62, No. 1. - P. 35–47. <https://doi.org/10.1002/ird.1738>
6. Qadir M., Quillerou E., Nangia V. et al. Economics of Salt-Induced Land Degradation and Restoration // *Natural Resources Forum*. 2014. Vol. 38. - P. 282–295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
7. Axmedova M.R. Xorazm viloyati qishloq xo‘jaligi tarmoqlarining rivoji va suv resurslaridan samarali foydalanish masalalari // *Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar*. 2025. №1.
8. Saparbayeva G.R. Meliorativ rayonlashtirish prinsiplari va yerlarning meliorativ holati (Xorazm viloyati misolida). // *Agrar fan va texnologiyalar jurnali*. 2023. №4. 112–119-b.

NAMANGAN SHAHRI DEMOGRAFIK JARAYONLARINING GEOGRAFIK TAHLILI

Usmonova Yulduz Avazbek qizi – tayanch doktorant

yulyausmonova@gmail.com

Jumaxanov Shavkatjon Zairjonovich – geografiya fanlari doktori (DSc), dotsent

jumaxanovshavkatjon@gmail.com

Namangan davlat universiteti

АНАЛИЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДА НАМАНГАНА

Усмонова Юлдуз Авазбековна – базовый докторант

Жумаханов Шавкатжон Заиржонович – доктор географических наук (DSc), доцент

Наманганский государственный университет

ANALYSIS OF DEMOGRAPHIC PROCESSES IN NAMANGAN CITY

Usmonova Yulduz Avazbekovich – doctoral student

Jumaxanov Shavkatjon Zairjonovich – Doctor of Geographical Sciences (DSc), Associate Professor

Namangan State University

Tayanch soʻzlar: tabiiy oʻsish, tugʻilish, oʻlim, nikoh, ajralish, urbanizatsiya, demografik oʻtish, hududiy transformatsiya.

Rezyume. Mazkur maqolada 2010–2025-yillar davomida Namangan shahrida yuz bergan demografik rivojlanish tendensiyalari statistik tahlil qilindi. Tadqiqotda aholi soni, tabiiy koʻpayish, migratsiya jarayonlari, nikoh va ajralish koʻrsatkichlari oʻzgarishi hamda hududiy transformatsiya jarayonlarining oʻzaro bogʻliqligi oʻrganildi. Tadqiqot natijalari shahar hududiy rejalashtirish va demografik siyosatni takomillashtirish uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Ключевые слова: естественный прирост, рождаемость, смертность, брачность, разводимость, урбанизация, демографический переход, территориальная трансформация.

Резюме. В данной статье на основе статистического анализа исследованы тенденции демографического развития города Намангана за 2010-2025 годы. В ходе исследования изучены изменения численности населения, естественного прироста, миграционных процессов, показателей брачности и разводимости, а также взаимосвязь данных процессов с территориальными трансформациями. Результаты исследования имеют научно-практическое значение для совершенствования территориального планирования города и демографической политики.

Key words: natural increase, birth rate, mortality, marriage rate, divorce rate, urbanization, demographic transition, territorial transformation.

Summary. This article examines the demographic development trends of Namangan city during 2010-2025 based on statistical analysis. The study explores changes in population size, natural increase, migration processes, marriage and divorce rates, as well as their relationship with territorial transformation processes. The findings have scientific and practical significance for improving urban territorial planning and demographic policy.

Kirish. Demografik jarayonlar har qanday hududning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish darajasini belgilovchi muhim omillardan biri sifatida namoyon boʻladi. Aholi soni dinamikasi, uning yosh-jins tarkibi, tabiiy koʻpayish va migratsiya oqimlari urbanizatsiya jarayonlari bilan chambarchas bogʻliq boʻlib, hududiy rivojlanish tendensiyalarini tizimli va chuqur tahlil qilish imkoniyatini yaratadi. Ayniqsa, tez urbanizatsiyalashuv sharoitidagi shaharlar misolida demografik jarayonlarning oʻziga xos xususiyatlarini oʻrganish nazariy va amaliy jihatdan muhim dolzarblik kasb etadi. Bunday tadqiqotlar mintaqaviy ijtimoiy-iqtisodiy siyosatni shakllantirish, barqaror rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqish va urbanistik rejalashtirishning ilmiy asoslangan qarorlarini qabul qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Namangan shahri Oʻzbekiston Respublikasining demografik jihatdan eng jadal rivojlanayotgan shaharlaridan biri sifatida soʻnggi yillarda aholi sonining barqaror va yuqori oʻsish surʼatlari bilan ajralib turadi.

Mazkur tadqiqotning **asosiy maqsadi** Namangan shahrida 2010-2025-yillar davomida kuzatilgan demografik jarayonlarning (aholi soni dinamikasi, tabiiy koʻpayish, migratsiya harakati, nikoh va ajralish koʻrsatkichlari) oʻzaro bogʻliqligini kompleks statistik va demografik tahlil qilish hamda shahar demografik rivojlanishining umumiy ten-

densiyalarini ilmiy asosda baholashdan iborat. Qoʻyilgan maqsadga erishish uchun quyidagi **vazifalar** belgilandi:

– Namangan shahri aholi soni, tugʻilish, oʻlim va tabiiy koʻpayish koʻrsatkichlarining oʻzgarish qonuniyatlarini aniqlash hamda ularning aholi soni oʻsishiga taʼsirini baholash;

– Namangan shahridagi migratsiya jarayonlarining dinamikasi, yoʻnalishlari va demografik rivojlanishdagi oʻrnini tadqiq etish;

– nikoh va ajralish koʻrsatkichlarini tahlil qilish asosida oilaviy-demografik munosabatlardagi oʻzgarishlarni aniqlash;

– shahar demografik rivojlanishining zamonaviy xususiyatlarini demografik oʻtish nazariyasi nuqtai nazaridan baholash.

Mavzuning oʻrganilganlik darajasi. Demografik jarayonlar va urbanizatsiya muammolari jahon, MDH hamda Oʻzbekiston olimlari tomonidan uzoq yillardan buyon tadqiq etib kelinayotgan ilmiy yoʻnalishlardan biri hisoblanadi.

Demografik rivojlanish qonuniyatlarini oʻrganishda F. Notesteinning demografik oʻtish nazariyasi [7] muhim metodologik asos boʻlib xizmat qiladi. Mazkur nazariyada jamiyat rivojlanishining turli bosqichlarida tugʻilish va oʻlim koʻrsatkichlarining oʻzgarishi hamda aholi takror barpo boʻlishining xususiyatlari yoritilgan.

W.Zelinskiy [13] tomonidan ishlab chiqilgan migratsion o'tish modeli esa, demografik transformatsiya va migratsiya oqimlari o'rtasidagi bog'liqlikni ochib beradi. Shuningdek, K.Davis [4], J.Gibbs, J.Bogue va boshqa olimlar urbanizatsiya hamda demografik rivojlanishning nazariy asoslarini takomillashtirishga munosib hissa qo'shganlar.

Shaharlarning demografik va urbanistik rivojlanish masalalari sobiq Ittifoq va MDH mamlakatlari olimlari tomonidan ham keng tadqiq qilingan. Jumladan, N.N.Baranskiy [3] iqtisodiy-geografik o'rin konsepsiyasini ishlab chiqib, shaharlarning shakllanishi va rivojlanish omillarini ilmiy asoslab bergan. G.M.Lappo [6], E.N.Pertsik [8], V.G.Davidovich, Yu.G.Saushkin, P.M.Polyan, V.V.Pokshishevskiy va boshqa olimlarning ilmiy ishlari shaharlar geografiyasi, urbanizatsiya jarayonlari, aholi joylashuvi va migratsiya masalalarini o'rganishda muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekistonda aholi geografiyasi va urbanizatsiya masalalari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab shakllangan. Xususan, N.V.Smirnov tomonidan Farg'ona vodiysi shaharlarining shakllanishi va rivojlanish xususiyatlari tadqiq etilgan. Respublikada aholi geografiyasi, demografik jarayonlar va urbanizatsiya muammolarini o'rganishda A.S.Soliyev [11], Z.N.Tojiyeva [14], M.B.Buriyeva [3], O.Ata-Mirzayev [2], A.A.Qayumov [10], Z.A.Temirov [13], H.A.Abduvaliyev [1], Sh.Z.Jumaxanov [6] va boshqa olimlarning ilmiy ishlari alohida ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotlarda aholi joylashuvi, migratsiya, urbanizatsiya darajasi, shaharlar tizimining shakllanishi hamda hududiy rivojlanish muammolari yoritilgan.

Shu bilan birga, Namangan shahri demografik rivojlanishining 2010–2025-yillardagi zamonaviy tendensiyalari, urbanizatsiya jarayonlari bilan o'zaro bog'liqligi, migratsiya harakati, nikoh va ajralish ko'rsatkichlari hamda demografik o'tish nazariyasi nuqtayi nazaridan kompleks geografik-demografik tahlili yetarli darajada amalga oshirilmagan. Mazkur tadqiqot ana shu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilganligi bilan ahamiyatlidir.

Material va metodlar. Mazkur tadqiqotda Namangan shahrining 2010–2025-yillar davomidagi demografik jarayonlarini kompleks tahlil qilish uchun statistik, qiyosiy tahlil, tizimli yondashuv usullari qo'llanildi. Tadqiqotda rasmiy statistika ma'lumotlari, ilmiy adabiyotlar va milliy hisobotlar asosiy manba sifatida jalb qilindi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Namangan shahri viloyat hududining atigi 2,0 foizini egallashiga qaramay, demografik salohiyatning yuqori darajada jamlanganligi bilan ajralib turadi. 2025-yilda shaharda 713,4 ming kishi istiqomat qilgan bo'lib, bu viloyat jami aholisining 22,8 foizini va shahar aholisining 35,1 foizini tashkil etadi. Mazkur holat Namanganning viloyatdagi aholi konsentratsiyasining eng yirik markazi ekanligini ko'rsatadi.

2010–2025-yillar davomida Namangan shahri aholisi tabiiy o'sish va ichki migratsiya hisobiga sezilarli ravishda ortdi. Qishloq hududlaridan markazga ko'chish sur'ati kuchaydi. Shahar aholisi 2010-yilda 441,3 ming kishini tashkil etgan bo'lsa, 2025-yilda 713,4 ming kishiga yetdi, ya'ni so'nggi 15 yil ichida 272,1 ming kishiga ortgan, yoki har yili o'rtacha 18,2 ming kishidan ko'paygan. qariyb 62 foizga Aholi zichligi 1 kv.km.ga 4756 kishini tashkil etdi [17].

Aholining takror barpo bo'lishi hududning eng muhim ijtimoiy-iqtisodiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, aholi sonining o'zgarishi tug'ilish va o'lim (tabiiy harakat), shuningdek, immigratsiya va emigratsiya (mexanik harakat) jarayonlari natijasida shakllanadi [12]. (1-jadval).

1-jadval. Namangan shahri aholisining demografik ko'rsatkichlari (2010-2025-yy)

№	Yillar	Aholi soni (ming kishi)	Mutloq o'sish (ming kishi)	Tug'ilish (‰)	O'lim (‰)	Tabiiy ko'payish (‰)
1	2010	441,3	-	23,6	4,8	18,8
2	2011	453,5	12,2	23,1	4,8	18,3
3	2012	461,1	7,6	23,0	4,9	18,1
4	2013	468,0	6,9	24,6	4,8	19,8
5	2014	475,7	7,7	26,9	5,1	21,8
6	2015	484,9	9,2	26,0	5,1	20,9
7	2016	493,3	8,4	26,9	5,3	21,6
8	2017	590,2	96,9	24,9	5,3	19,6
9	2018	600,2	10,0	27,0	4,9	22,1
10	2019	612,2	12,0	28,7	4,9	23,8
11	2020	626,1	13,9	29,8	5,1	24,7
12	2021	644,8	18,7	31,3	5,1	26,2
13	2022	661,1	16,3	31,4	5,0	26,4
14	2023	678,2	17,1	32,0	4,9	27,1
15	2024	696,5	18,3	28,5	5,1	23,4
16	2025	713,4	16,9	26,0	4,9	21,1

Izoh: Jadval O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

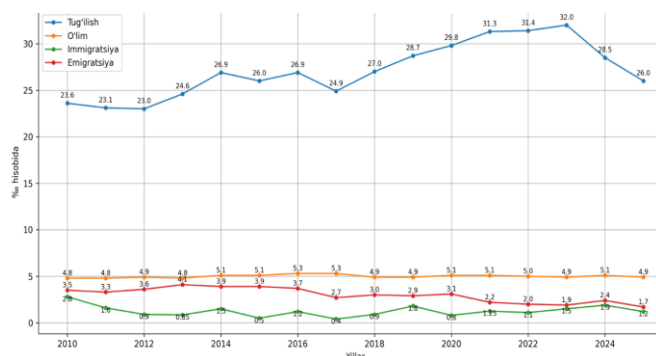
2010-2024-yillarda Namangan shahrining demografik jarayonlari muntazam o'sish bilan birga ayrim keskin siljishlarni ham ko'rsatadi. Taqqoslash uchun, O'zbekiston bo'yicha o'rtacha aholi o'sishi (2010–2025-y.y) 33 foizni tashkil etganligini hisobga olsak, Namangan shahri o'sish sur'ati respublika o'rtacha ko'rsatkichidan deyarli ikki baravar yuqori. Aholi sonining bunday tez o'sishi, avvalo, tug'ilish darajasining yuqoriligi hamda o'lim darajasining nisbatan pastligi bilan izohlanadi.

Mutloq o'sish ko'rsatkichlari tahlili ushbu jarayonning ichki tuzilishini ochib beradi va quyidagi bosqichlarni ajratish mumkin: **1-bosqich** – 2010–2016-yillar davomida aholi sonining yillik o'sishi 6,9–12,2 ming kishi oralig'ida bo'lib, bu davrda demografik jarayonlar nisbatan barqaror kechgan; **2-bosqich** – 2017-yilda kuzatilgan 96,9 ming kishilik keskin o'sish demografik jarayonlarda o'ziga xos burilish nuqtasi bo'ldi. Mazkur sakrash tabiiy ko'payish bilan emas, balki hududiy kengayish jarayonlari bilan ham chambarchas bog'liqdir. Xususan, 2017-yilda shaharning ma'muriy chegaralari kengaytirilishi natijasida yangi turarjoy massivlari, shahar atrofi hududlari va qator qishloq aholi punktlari shahar tarkibiga qo'shildi, ya'ni, 2016-yilda Namangan shahri aholisi sonining o'sishiga Namangan, Uychi va Yangiqo'rg'on tumanlarida yashovchi aholining bir qismi qo'shilishi sabab bo'lgan. Natijada, shahar hududi kengaydi, aholi zichligi qayta shakllandi, kundalik pendul-

yatsion migratsiya² kuchaydi, yangi uy-joy massivlari vujudga keldi, transport va muhandislik infratuzilmasiga yuklama ortdi. **3-bosqich** – 2018-2025-yillar davomida aholi o'sish sur'atlarining yana barqarorlashgani va ma'lum darajada tezlashgani kuzatiladi. Ushbu davrda yillik mutloq o'sish 10–18 ming kishi oralig'ida bo'lib, ayniqsa, 2021–2024-yillarda maksimal ko'rsatkichlarga erishgan. Bu holat tabiiy ko'payishning yuqori darajada saqlanib qolishi va ayni paytda ichki migratsiyaning kuchayishi bilan izohlanadi.

Tug'ilish koeffitsiyenti tahlili muhim demografik xulosalar chiqarish imkonini beradi. 2010-yilda 23,6‰ (har 1000 kishiga 23,6 tug'ilgan) ni tashkil etgan ushbu ko'rsatkich 2023-yilga kelib 32,0‰ ga yetgan. Bu 8,4 promillega o'sish demografiyada “yuqori demografik o'sish” deb ataluvchi jarayonning mahalliy miqyosda namoyon bo'lganligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, 2024–2025-yillarda tug'ilish koeffitsiyentining 28,5‰ va 26,0‰ gacha pasayishi demografik jarayonlarda yangi tendensiyalar shakllanayotganidan dalolat beradi. Ushbu pasayish urbanizatsiya darajasining oshishi (shahar turmush tarzi tug'ilishni cheklovchi omil sifatida), ayollarning mehnat bozoridagi faolligi va ta'lim darajasining ortishi, nikoh yoshining kechikishi kabi omillari ta'sirida bo'lishi mumkin [15].

O'lim koeffitsiyenti butun kuzatuv davri mobaynida 4,8–5,3‰ oralig'ida saqlanib qolmoqda. Bu ko'rsatkichning nafaqat past, balki barqarorligi diqqatga sazovordir. Taqqoslash uchun, Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma'lumotiga ko'ra, rivojlanayotgan mamlakatlarda o'lim darajasi odatda, 6–8‰ atrofida bo'ladi. Barqaror past ko'rsatkich sog'liqni saqlash tizimining nisbatan samarali faoliyat yuritayotgani, bola o'limining keskin kamayganligi, aholi turmush darajasining ma'lum darajada yaxshilanganligini anglatadi. O'lim darajasining pastligi tabiiy ko'payishning yuqori bo'lishiga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi omillardan biri hisoblanadi.



1-rasm. Namangan shahrida aholi takror barpo bo'lish dinamikasi (2010–2025-yillar)

Tabiiy ko'payish koeffitsiyenti 2010-yildagi 18,8 promilleden 2023-yilda 27,1 promillega qadar oshgan. 2025-yilda tabiiy ko'payish koeffitsiyentining 21,1 promilleni tashkil etdi. F. Notesteinning demografik o'tish nazariyasiga ko'ra, Namangan shahri hozirgi kunda demografik o'tish

nazariyasining III bosqichiga yaqinlashayotgan hudud sifatida tavsiflanadi. Tug'ilish darajasi yuqori bo'lib qolayotgan bo'lsa-da, uning asta-sekin pasayishi kuzatilmoqda, o'lim darajasi esa barqaror past ko'rsatkichlarda saqlanmoqda. Bunga urbanizatsiya, ta'lim darajasining oshishi, ayniqsa, ayollarning ijtimoiy faolligi ortishi sabab bo'ladi va aholi o'sishi sekinlashadi.

Namangan shahrida aholi sonining yuqori sur'atlarda o'sishi birgina tabiiy ko'payish yoki migratsiya bilan emas, balki demografik, ijtimoiy-iqtisodiy va urbanizatsion omillarning o'zaro ta'siri natijasida shakllanmoqda. Namangan shahrida aholi sonining yuqori sur'atlarda o'sishiga ta'sir etuvchi muhim demografik omillardan biri reproduktiv yoshdagi ayollar (15–49 yosh) ulushining salmoqliligidir. Namangan shahrida reproduktiv yoshdagi ayollar soni 163,5 ming kishini tashkil etib, jami aholi sonining 22,9 foiziga teng bo'lgan. Mazkur ko'rsatkich tug'ilish darajasining yuqori saqlanishi hamda tabiiy ko'payish sur'atlarining barqaror shakllanishi uchun qulay demografik zamin yaratmoqda. Bundan tashqari, Namangan shahri va umuman, Farg'ona vodiysi aholisi uchun xos bo'lgan milliy-demografik xususiyatlar ham muhim omil hisoblanadi. Oila institutining mustahkamligi, ko'p farzandli oilalarga ijobiy munosabat va avlodlar davomiyligiga asoslangan qadriyatlar tizimi tug'ilish darajasining nisbatan yuqori saqlanishiga ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, vodiylar hududlarida 3 va undan ortiq farzandli oilalar ulushi mamlakatning ayrim boshqa hududlariga nisbatan yuqoriroq ekanligi kuzatiladi.

Namangan shahrida tabiiy ko'payish koeffitsienti (21,1‰) mintaqaning boshqa yirik shaharlariga nisbatan yuqori bo'lib, aholi sonining o'sish sur'atlari bo'yicha ham Namangan shahri Farg'ona, Andijon va Qo'qon shaharlari bilan solishtirilganda yuqori dinamikaga ega ekanligi aniqlandi. Bu holat Namanganning Farg'ona iqtisodiy rayonidagi demografik markaz va urbanizatsion o'sish qutbi sifatidagi mavqeyini oshiradi [13].

Umuman olganda, Namangan shahrida kuzatilayotgan demografik jarayonlar murakkab va ko'p omilli xususiyatga ega bo'lib, ularning shakllanishida tabiiy va mexanik harakat omillari o'zaro chambarchas bog'liq holda namoyon bo'ladi. Aholi sonining o'sishida tabiiy ko'payish hal qiluvchi rol o'ynayotgan bo'lsa-da, so'nggi yillarda migratsiya jarayonlarining ta'siri ham sezilarli darajada ortib bormoqda. Migratsiya jarayonlarining miqdoriy va sifat jihatlarini tahlil qilish ularning shahar demografik rivojlanishidagi o'rnini aniq belgilash imkonini beradi. Namangan shahri viloyatning barcha tumanlari, ayniqsa, Namangan, Uychi, Norin, Chortoq, To'raqo'rg'on, Uchqo'rg'on va Yangiqo'rg'on tumanlari uchun mehnat bozori, ta'lim va xizmat ko'rsatish markazi vazifasini bajaradi. Mazkur hududlardan shaharga yo'nalgan kundalik pendulyatsion migratsiya oqimlari shakllangan bo'lib, aholining ishga, o'qishga, tibbiy xizmatlardan foydalanish va savdo maqsadlarida muntazam qatnovi kuzatiladi. Shuningdek, shaharda viloyatdagi asosiy oliy ta'lim muassasalari, ixtisoslashgan tibbiyot markazlari, yirik savdo va xizmat ko'rsatish obyektlarining joylashganligi ichki migratsiya jozibadorligini kuchaytiruvchi omillar hisoblanadi. Natijada qishloq hududlaridan shaharga doimiy va vaqtinchalik ko'chib kelish jarayonlari urbanizatsiya sur'atlarini jadallashtirmoqda.

² **Pendulyatsion migratsiya** – bu aholining doimiy yashash joyini o'zgartirmagan holda, ma'lum muddat davomida (odatda har kuni yoki haftalik) ish, o'qish, xizmat ko'rsatish va boshqa ehtiyojlar sababli bir hududdan ikkinchi hududga qatnab yurishidir.

2-jadval. Namangan shahri aholisi migratsiya ko'rsatkichlari (2010-2025-yy)

№	Yillar	Immigratsiya	Emigratsiya	Mexanik ko'payish
		Har 1000 kishiga nisbatan, ‰		
1	2010	2,8	3,5	-0,7
2	2011	1,6	3,3	-0,7
3	2012	0,9	3,6	-2,7
4	2013	0,85	4,1	-3,25
5	2014	1,5	3,9	-2,4
6	2015	0,5	3,9	-3,4
7	2016	1,2	3,7	-2,5
8	2017	0,4	2,7	-2,3
9	2018	0,9	3,0	-2,1
10	2019	1,8	2,9	-1,1
11	2020	0,8	3,1	-2,3
12	2021	1,25	2,2	-0,95
13	2022	1,1	2,0	-0,9
14	2023	1,5	1,9	-0,4
15	2024	1,9	2,4	-0,5
16	2025	1,2	1,7	-0,5

Izoh: Jadval O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

Namangan shahrida 2010-2025-yillar oralig'ida migratsiya jarayonlari aholi dinamikasining muhim tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, mexanik ko'payish (immigratsiya va emigratsiya o'rtasidagi farq) orqali ifodalanadi. Tahlil qilinayotgan davr mobaynida mexanik harakat, asosan, *manfiy balans* bilan tavsiflanadi, ya'ni emigratsiya immigratsiyaga nisbatan yuqori bo'lib, shahar aholisi migratsiya hisobiga kamayish tendensiyasini ko'rsatgan. Bu holat Namangan shahrining migratsion jozibadorligi masalasini ilmiy jihatdan qayta ko'rib chiqishni talab qiladi.

2010–2016-yillarda immigratsiya ko'rsatkichlari 0,5–2,8‰ oralig'ida o'zgarib tursa, emigratsiya 3,3–4,1‰ darajasida saqlanib qolgan. Natijada, mexanik ko'payish koeffitsiyenti doimiy ravishda salbiy bo'lgan va eng past ko'rsatkich 2015-yilda qayd etilgan (–3,4‰). Bu holat mamlakatda tashqi migratsiya balansining manfiyligini, ya'ni ketayotganlar sonining kelayotganlardan muntazam ravishda ko'pligini ko'rsatadi. Migratsiya yo'qotishlarining kuchayishini quyidagi omillar bilan izohlanadi:

- *iqtisodiy omillar*: ish o'rinlari yetishmasligi, daromadlar darajasining nisbatan pastligi, xorijda (ayniqsa, Rossiya Federatsiyasi, Qozog'iston, Turkiya va Janubiy Koreyada) yuqori daromad olish imkoniyatlarining mavjudligi aholining mehnat migratsiyasiga yo'nalishini kuchaytirgan;

- *demografik omillar*: mehnatga layoqatli yoshdagi aholi ulushining yuqoriligi va ichki mehnat bozorining bunday miqdordagi ishchi kuchini to'liq qabul qilish imkoniyatining cheklanganligi.

2017–2022-yillarda emigratsiya darajasi biroz pasaygan bo'lsa-da, immigratsiya ham nisbatan past darajada qolganligi sababli mexanik ko'payish baribir manfiy bo'lib qolgan. Bu holat shahar migratsiya tizimining nisbatan barqaror bo'lgan bosqichini aks ettiradi.

2022–2025 yillarda esa, migratsiya jarayonlari yana muvozanatsiz holatga qaytgan, biroq mexanik ko'payish keskin emas. Bu davrda mexanik ko'payish –0,4‰ dan –0,9‰ gacha bo'lgan oraliqda saqlanib, emigratsiya va immigratsiya o'rtasidagi farq sezilarli darajada qisqargan. Oldingi yillarga nisbatan aholining xorijga chiqib ketish sur'atlari biroz pasaygan bo'lib, bunga ichki iqtisodiy sharoitlarning ma'lum darajada yaxshilangani, yangi ish o'rinlarining yaratilishi va hududiy rivojlanish dasturlarining amalga oshirilishi sabab bo'lgan. Shunga qaramay, shahar aholisi o'sishida asosiy omil sifatida tabiiy ko'payish ustun ahamiyat kasb etadi, migratsiya esa, ushbu o'sish sur'atini biroz pasaytiruvchi ikkilamchi omil sifatida qolmoqda.

Namangan shahri demografik rivojlanishining o'ziga xos xususiyatlarini chuqurroq baholash maqsadida uning demografik ko'rsatkichlarini respublikaning yirik shaharlari – Toshkent, Samarqand va Andijon bilan qiyoslash maqsadga muvofiqdir. Mazkur shaharlar O'zbekiston urbanizatsiya tizimida muhim o'rin tutib, aholi soni, migratsion jozibadorligi va iqtisodiy salohiyati bilan ajralib turadi.

Toshkent shahrida aholi sonining o'sishida migratsiya omili ustun ahamiyat kasb etadi. Poytaxt sifatida u mamlakatning asosiy iqtisodiy, moliyaviy va ma'muriy markazi bo'lib, ichki va tashqi migratsiya oqimlarini o'ziga jalb etadi. Shu sababli, Toshkent shahrida urban-demografik rivojlanish ko'proq migratsion konsentratsiya hisobiga shakllanadi. Samarqand shahri ham yirik tarixiy va iqtisodiy markazlardan biri sifatida urbanizatsiya jarayonlari turizm, xizmat ko'rsatish va migratsiya omillari bilan chambarchas bog'liq. Namangan shahrida esa aholi sonining o'sishi asosan, yuqori tabiiy ko'payish hisobiga yuz bermoqda. Migratsiya balansining uzoq yillar davomida manfiy bo'lib qolishi shuni ko'rsatadiki, Namangan aholisi o'sishining asosiy omili tug'ilish darajasining yuqoriligi bilan bog'liq.

Andijon shahri Farg'ona vodiysidagi yirik shahar markazlardan biri bo'lib, demografik rivojlanish xususiyatlari jihatidan Namanganga o'xshash. Har ikkala shaharda ham tug'ilish darajasi yuqori va tabiiy ko'payish aholi o'sishining asosiy manbasi hisoblanadi. Biroq, 2025-yil holatiga ko'ra, Namangan shahri aholisi soni (713,4 ming kishi) Andijon shahri aholisidan (492,4 ming kishi) sezilarli darajada yuqori bo'lib, Namanganning Farg'ona vodiysidagi eng yirik demografik markaz sifatidagi mavqeyini tasdiqlaydi. Umuman olganda, Toshkent shahrida migratsion urbanizatsiya, Samarqandda turizm va xizmat ko'rsatishga tayangan urbanizatsiya, Namangan va Andijonda tabiiy demografik o'sishga asoslangan urbanizatsiya modeli ustunlik qiladi.

Nikoh va ajrim ko'rsatkichlari aholining demografik rivojlanish darajasini ifodalovchi muhim ijtimoiy indikatorlar hisoblanadi. Ular jamiyatdagi ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlar, madaniy qadriyatlar va aholi xulq-atvoridagi o'zgarishlarni aks ettiradi. Ushbu ko'rsatkichlar orqali oilaviy barqarorlik hamda demografik jarayonlarning umumiy tendensiyalarini baholash mumkin (3-jadval).

3-jadval. Namangan shahri aholisi o'rtasida nikohlanish ko'rsatkichlari (2010-2025-yy)

Yillar	Jami aholi soni (ming kishi)	Nikohlar soni (ta)	Nikohning umumiy ko'effitsiyenti (%)	16-69 yoshdagi aholi soni (ming kishi)	16-69 yoshdagilar bo'yicha nikoh ko'effitsiyenti (%)
2010	441,3	4523	10,3		
2011	453,5	4238	9,3		
2012	461,1	4488	9,7		
2013	468,0	4441	9,5		
2014	475,7	4632	9,7		
2015	484,9	4543	9,4	317,2	14,3
2016	493,3	4145	8,4	323,5	12,8
2017	590,2	5658	9,5	386,6	14,6
2018	600,2	5733	9,5	392,0	14,6
2019	612,2	5872	9,6	397,3	14,7
2020	626,1	4894	7,8	403,0	12,1
2021	644,8	5457	8,4	411,3	13,2
2022	661,1	5221	7,9	386,9	13,4
2023	678,2	5030	7,4	422,5	11,9
2024	696,5	5251	7,5	430,6	12,1
2025	713,4	5 459	7,6	440,8	12,3

Izoh: Jadval O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

2010–2025-yillar oralig'ida nikoh jarayonlarida sezilarli demografik o'zgarishlar kuzatilgan. Nikohning umumiy ko'effitsiyenti 2010-yilda 10,3 promilleni tashkil etgan bo'lib, mazkur ko'rsatkich davr oxirigacha ko'tarilib-pasayib, notekis tendensiyani namoyon etgan. Ayniqsa, eng keskin pasayish 2020-yilda kuzatilib, 2019-yildagi 9,6 promilledan 7,8 promillegacha kamaygan. Ushbu holat, avvalo, COVID-19 pandemiyasi bilan izohlanadi. Pandemiya davrida joriy etilgan karantin cheklavlari natijasida to'y va ommaviy marosimlar vaqtincha taqiqlandi yoki keskin qisqartirildi, FHDYO organlari faoliyati ham ma'lum darajada cheklangan. Bu pasayishdan keyin 2021–2025 yillarda qisman tiklanish kuzatilgan bo'lsa-da, 2019-yildagidek yuqori ko'rsatkichga yetmagan.

Nikoh jarayonlarini to'g'ri baholash uchun nikoh yoshidagi aholi kontingentiga (16–69 yosh) murojaat qilish metodologik jihatdan to'g'riroqdir. Chunki umumiy nikoh ko'effitsiyenti aholining barchasini (shu jumladan, nikoh yoshiga yetmagan va ancha katta yoshdagi aholini) hisobga olgan holda hisoblanadi va shu sababli nikoh intensivligining asl holatini to'liq aks ettirmaydi. 16–69 yoshdagi aholi soni 2015-yilda 317,2 ming kishini tashkil etgan bo'lsa, 2025-yilga kelib 440,8 ming kishiga yetgan. Bu nikoh uchun demografik bazaning 1,4 baravar kengayganini, ya'ni nikoh yoshidagi aholi salmog'i sezilarli darajada ortganini ko'rsatadi. Biroq, shunga qaramay, mazkur yosh guruhi bo'yicha nikoh ko'effitsiyenti 2015-yildagi 14,3% dan 2025-yilda 12,3% gacha pasaygan, bu pasayish nikoh intensivligining kamayganini anglatadi.

Ushbu qarama-qarshi holatni bir nechta omillar bilan izohlash mumkin. Birinchidan, ijtimoiy omillar ta'sirida nikoh yoshining kechikishi kuzatilmoqda. Yoshlar orasida oliy ta'lim olish, kasbiy faoliyatni yo'lga qo'yish va

moddiy barqarorlikka erishish ustuvor ahamiyat kasb etib, nikohni keyingi yoshga surish tendensiyasi kuchaymoqda. Natijada, nikoh yoshidagi aholi soni ortgan bo'lsa-da, ularning barchasi bir vaqtning o'zida nikohga kirishmaypti.

Ikkinchidan, iqtisodiy omillar ham muhim rol o'ynaydi. Uy-joy masalalari, daromad barqarorligi va to'y xarajatlarning yuqoriligi yoshlarning nikohga kirish qaroriga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bu holat nikoh intensivligining pasayishiga olib kelmoqda. Shuningdek, jamiyatda qadriyatlar tizimining o'zgarishi ham sezilmoqda. Individualizmning kuchayishi, fuqarolik nikohlari (rasmiylashtirilmagan munosabatlar)ning nisbatan ortishi va shaxsiy erkinlikka intilish nikoh darajasining pasayishiga sabab bo'lmoqda. Umuman olganda, tahlil qilinayotgan davrda aholi soni barqaror o'sgan bo'lsa-da, nikoh intensivligi pasayish tendensiyasiga ega bo'lgan.

2010–2025-yillar davomida ajralish ko'rsatkichlari tahlili hududda nikoh va oila institutining sezilarli transformatsiyaga uchraganini ko'rsatadi. Tadqiq etilayotgan davrni shartli ravishda uch bosqichga ajratish mumkin: 2010–2020-yillar nisbatan barqaror davr, 2021–2023-yillardagi keskin o'sish bosqichi hamda 2024–2025 yillardagi sekin pasayish davri (4-jadval).

4-jadval. Namangan shahri aholisi o'rtasida ajralish ko'rsatkichlari (2010-2025-yy)

Yillar	Ajrimlar soni (ta)	Ajralishning umumiy ko'effitsiyenti (%)	yoshdagilar bo'yicha ajralish ko'effitsiyenti	Har 100 ta nikohga ajralish ko'rsatkichi
2010	409	0,9		9,0
2011	404	0,9		9,5
2012	325	0,7		7,2
2013	424	0,9		9,5
2014	514	1,0		11,1
2015	464	1,0	1,5	10,2
2016	491	1,0	1,5	12,0
2017	578	1,0	1,5	10,2
2018	546	0,9	1,4	9,5
2019	590	1,0	1,5	10,0
2020	411	0,7	1,1	8,5
2021	861	1,3	2,1	15,8
2022	1111	1,7	2,9	21,3
2023	993	1,5	2,4	19,7
2024	970	1,4	2,3	18,5
2025	954	1,3	2,2	17,5

Izoh: Jadval O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi ma'lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

2010–2020 yillar oralig'ida ajralishlar soni 325 tadan 590 tagacha bo'lgan diapazonda o'zgarib, umumiy ajralish ko'effitsiyenti, asosan, 0,7–1,0 % atrofida shakllangan. Har 100 ta nikohga to'g'ri keladigan ajralish ko'rsatkichi ham 7,2 dan 12,0 gacha bo'lib, bu davrda nikohlarning nisbatan barqarorligi saqlanib qolganini anglatadi. Ayniqsa, 2015–2019-yillarda 16–69 yoshdagi aholi bo'yicha ajralish ko'effitsiyentining 1,4–1,5 % darajasida bo'lishi ajralishlar intensivligi past va barqaror ekanini tasdiqlaydi. 2020-yilda pandemiya sababli sun'iy pasayish kuzatilib, har 100 ta nikohga ajralish 8,5 taga tushgan. Ushbu bosqichda ajralish

koefitsiyenti O'zbekiston o'rtacha ko'rsatkichidan (1,1–1,3%) nisbatan past bo'lgan.

Biroq, 2021-yildan boshlab vaziyat tubdan o'zgaradi. Ajralishlar soni 411 tadan 861 taga yetib, har 100 ta nikohga ajralish ko'rsatkichi 15,8 taga ko'tariladi. 2022-yilda esa, bu ko'rsatkichlar maksimal darajaga chiqib, ajralishlar soni 1111 taga, har 100 ta nikohga ajralish 21 taga yetadi. Bu ko'rsatkich 2020-yilga nisbatan deyarli ikki baravar o'sganini anglatadi. Shu bilan birga, 16–69 yoshdagi aholi bo'yicha ajralish koefitsiyenti ham 2,9 % ga yetib, mehnatga layoqatli yosh guruhida ajralishlar keskin ortganini bildiradi. Mazkur holatni pandemiya davrida yuzaga kelgan ijtimoiy-iqtisodiy muammolar, aholi daromadining pasayishi, ishsizlik, oilaviy ziddiyatlarning kuchayishi hamda ajralishlarni rasmiy qayd etish tizimining takomillashuvi bilan izohlash mumkin.

2023–2025-yillarda ajralish ko'rsatkichlarida ma'lum darajada pasayish kuzatiladi. Xususan, har 100 ta nikohga ajralish 2023-yilda 19 kishi, 2024-yilda 18,5 kishi va 2025-yilda 17,5 kishigacha pasaygan. Lekin, bu pasayishlarga qaramay, ko'rsatkichlar 2010–2020-yillardagi darajaga qaytmagan. 16–69 yoshdagi aholi bo'yicha ajralish koefitsiyenti ham 2,2–2,4 % atrofida saqlanib qolmoqda. Bu esa nikoh institutining nisbiy zaiflashuvi, oila barqarorligining pasayishi va jamiyatda demografik hamda ijtimoiy munosabatlarning o'zgarayotganidan dalolat beradi.

Xulosa. Namangan shahrida 2010–2025-yillar davomida kuzatilgan demografik jarayonlar tahlili quyidagi asosiy xulosalarni chiqarish imkonini beradi:

1. 2010–2025-yillarda Namangan shahrida demografik jarayonlar urbanizatsiya, hududiy transformatsiya va ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish bilan uzviy bog'liq holda kechgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, aholi sonining yuqori sur'atlarda o'sishida tabiiy ko'payish asosiy omil bo'lib xizmat qilgan, 2017-yildagi ma'muriy-hududiy o'zgarishlar esa, demografik sig'im va urbanizatsiya ko'lamining sezilarli kengayishiga olib kelgan.

2. Tug'ilish darajasining yuqori, o'lim ko'rsatkichlarining esa, past va barqaror saqlanishi Namangan shahri-ning demografik o'tishning uchinchi bosqichiga yaqinlashayotganini ko'rsatadi. Shu bilan birga, migratsiya balansining manfiyligi mehnat resurslarini hududda ushlab qolish va iqtisodiy jozibadorlikni oshirish zarurligini anglatadi.

3. Nikoh intensivligining pasayishi va ajralishlar sonining ortishi oilaviy-demografik munosabatlarda transformatsion jarayonlar kechayotganidan dalolat beradi. Mazkur tendensiya kelgusida aholi takror barpo bo'lish jarayonlari va demografik tarkibga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan muhim omillardan biri sifatida namoyon bo'lmoqda.

Umuman olganda, Namangan shahri demografik rivojlanishining zamonaviy bosqichi urbanizatsiya, tabiiy ko'payish va migratsiya jarayonlarining murakkab o'zaro ta'siri asosida shakllanmoqda. Ushbu tadqiqot natijalari shaharni barqaror rivojlantirish, ijtimoiy infratuzilmani rejalashtirish, demografik siyosatni takomillashtirish hamda hududiy boshqaruv qarorlarini ilmiy asoslashda muhim metodologik va amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

1. Абдувалиев Х.А. Аҳолининг ҳудудий ташкил этилишини ландшафт омили асосида такомиллаштириш (Фарғона водийси мисолида). География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2020. 48-б.
2. Ата-Мирзаев О.Б., Геншке В.К., Муртазаева Р.Х. Народонаселение Узбекистана. – Ташкент: Университет, 2009.
3. Бuriyeva M.R. *Demografiya asoslari*. – Toshkent: Universitet, 2013. Баранский Н.Н. Экономическая география. Экономическая картография. – Москва: «Географгиз», 1956.
4. Davis K. The Urbanization of the Human Population // *Scientific American*. – 1965. Vol. 213. No. 3. – P. 41–53.
5. Jumaxanov Sh.Z. *Namangan viloyati geodemografiyasi [Monografiya]* / –Namangan: “Namangan”, 2022. – B. 116.
6. Лаппо Г.М. *География городов*: Учеб. пособие для геогр. ф-тов вузов, –Москва: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997.
7. Notestein, F.W. *Population: The Long View*. In: Schultz, T.W. (Ed.), *Food for the World*. Chicago: University of Chicago Press, 1945. – P. 36–57.
8. Перцик Е.Н. География городов (геоурбанистика). – Москва: «Высшая школа», 1991.
9. Қаюмов А.А., Якубов Ш., Абдуллаев А.Г. Аҳоли географияси ва демография асослари. – Тошкент: «Фан ва технология», 2011.
10. Soliyev A.S., Tashtayeva S., Egamberdiyeva M. *Shaharlar geografiyasi*. /o'quv qo'llanma/. -Toshkent: "InnovatsiyaZiyo", 2020.
11. Soliyev A., Jumaxanov Sh.Z., Toshpo'latov A.M. *Iqtisodiy va ijtimoiy geografiya [Darslik]*. – Namangan: “Mashrab”, 2024. 408-b.
12. Темиров З.А., Фарғона водийси вилоятларида демографик жараёнлар ривожланишининг ҳудудий хусусиятлари // География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати. – Тошкент: 2022. 45-б.
13. Tojiyeva Z.N., Aholi geografiyasi. // Darslik, –Toshkent: 2019.
14. Usmonova Y. *Орталық Азияның тұрақты дамуы мен геостратегиялық интеграциясы: өркениеттер тоғысындағы және заманауи жаһандық сын-қатерлер арасындағы жол атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары*, – Алматы: «TURAN», ISBN 978-601-82343-0-9. 2025. 332-б.
15. Zelinsky W. The Hypothesis of the Mobility Transition // *Geographical Review*. 1971. Vol. 61. No:2. – P. 219-249.
16. O'zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo'mitasi Namangan viloyati statistika boshqarmasi rasmiy sayti. 10.05.2026 URL: <https://namstat.uz>

QARAQALPAQSTAN RESPUBLIKASI NEFT-GAZ INVESTICIYALIQ BLOKLARINA SÍPATLAMA

Uzakbaev Koblan Kewnimjay ulı – geografiya ilimleri boyınsha filosofiya doktori

koblan.uzakbaev91@gmail.com

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Tastayev Dármenbay Muratbayevich – magistrant

Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕГАЗОВЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ БЛОКОВ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

Узақбаев Коблан Кеунимжаевич – доктор философии географических наук

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Тастаев Дарменбай Муратбаевич – магистрант

Каракалпакский государственный педагогический институт имени Бердаха

CHARACTERISTICS OF OIL AND GAS INVESTMENT UNITS OF THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN

Uzakbaev Koblan Keunimjayevich – Doctor of Philosophy in Geographical Sciences

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tastayev Darmenbay Muratbayevich – master's student

Karakalpak State University named after Berdakh

Tayanch so'zlar: neft-gaz, eksport-import, geologik o'rganilishi, seismologik qidirish, petrografik tarkib, geografik joylashuvi, neft-gaz investitsiyaviy bloklari, umumiy zahira, Ustyurt platosi, Orol akvatoriyasi.

Rezyume. Maqolada Qoraqalpog'iston Respublikasi hududidagi neft-gaz resurslari, ular keng tarqalgan investitsiyaviy bloklar va ulardan foydalanish istiqbollari haqida bayon etilgan.

Ключевые слова: нефть-газ, экспорт-импорт, геологическое изучение, сейсмологический поиск, петрографический состав, географическое расположение, нефтегазовые инвестиционные блоки, общие запасы, Устюртское плато, акватория Аральского моря.

Резюме. В статье изложены сведения о нефтегазовых ресурсах на территории Республики Каракалпакстан, широко распространённых инвестиционных блоках и перспективах их использования.

Key words: oil and gas, export-import, geological study, seismological exploration, petrographic composition, geographical location, oil and gas investment blocks, total reserves, Ustyurt Plateau, Aral Sea water area.

Summary. The article describes the oil and gas resources in the territory of the Republic of Karakalpakstan, the investment blocks where they are widely distributed, and the prospects for their utilisation.

Kirisiw. Ózbekstan Respublikası xalqınıń tez pát penen kóbeyiwi nátiyjesinde neft hám tábiyyıy gaz resurslarına, awıl xojalıǵı, sanaat hám fizikalıq tutınıwshılardıń elektr energiyasına bolǵan talabınıń jıldan-jılǵa kóbeyiwi nátiyjesinde Ózbekstan Respublikası tábiyyıy gazdı eksport etiwshi mámleketler qatarınan onı import etiwshi mámleketler qatarına qosıldı. Mámleketimizde qosımsha qunlı ónimler islep shıǵarıw maqsetinde 2020-jıldan baslap tábiyyıy gazdı eksportı kemeyip importı óspekte. Onnan qalaberdi Buringı Awqam dáwirinde izlep tabılǵan neft-gaz kánlerindegi resurslar azayıp, jańadan neft-gaz kánlerine mıtájlik tuwdırmaқта. Mısalı 2017–2019-jıllar aralıǵında Ózbekstan sırtqa hár jılı 2 mlrd. AQSH dollarınan artıq tábiyyıy gaz eksport etken bolsa, 2023-jılı tábiyyıy gazden keletuǵın paydanıń saldosi minus (-) 165 mln. AQSH dolları, 2024-jılı (-) 1,05 mlrd. AQSH dolların quraǵan bolsa, bul kórsetkish 2025-jıldıń juwmaǵı boyınsha 7 mlrd. m³ tan artıq tábiyyıy gazdı Rossiya hám Túrkmennıstanan 1,66 mlrd. AQSH dollarına import etken bolsa, 628,8 mln. AQSH dolları muǵdarındaǵı tábiyyıy gazdı eksport etken. 2025-jılǵa saldo (-) 1,03 mlrd. AQSH dollarına teń. Ózbekstan Respublikasında 2024-jıldıń 12 ayı juwmaqları boyınsha 44,6 mlrd m³ tábiyyıy gaz qazıp alıńǵan bolıp, bul kórsetkish jıldan-jılǵa kemeyip barmaqta (1-keste).

1-keste. Ózbekstan Respublikasında tábiyyıy gaz qazıp alıw kórsetkishleri (2010-2024-jıllar aralıǵı)

Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mlrd m ³)	Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mlrd m ³)	Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mlrd m ³)
2010	65958,5	2015	54600,5	2020	49768,2
2011	63040,9	2016	56132,1	2021	53802
2012	61531	2017	56642,2	2022	51678,4
2013	58305,4	2018	61585,5	2023	46710,4
2014	54161,2	2019	60711,9	2024	44 600

Ózbekstan Respublikası Statistika komiteti maǵlıwmatları boyınsha

Neft qazıp alıw boyınsha da kórsetkishler jıldan-jılǵa tómelenip, 2024-jıldıń 12 ayı dawamında 713,4 mıń tonna neft qazıp alıńǵan (2-keste). Respublika neft hám neft ónimlerine bolǵan talabın import esabınan qanaatlandıradı.

2-keste. Ózbekstan Respublikasında neft qazıp alıw kórsetkishleri (2010-2024-jıllar aralıǵı)

Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mln t)	Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mln t)	Jıl	Qazıp alıńǵan kólem (mln t)
2010	2017,9	2015	1000,1	2020	739,4
2011	1901,6	2016	867,9	2021	774,1
2012	1571,7	2017	813,6	2022	787,9
2013	1279,8	2018	745,7	2023	778,3
2014	1031,3	2019	698,7	2024	713,4

Ózbekstan Respublikası Statistika komiteti maǵlıwmatları boyınsha

Neft hám tábiyy gazdi qazıp alıw azayıwı, onı import etiw kórsetkishleriniń kóbeyiwı Ózbekstandaǵı neft-gaz resurslarına eń perspektivalı ayaqlardan biri bolǵan Qaraqalpaqstan Respublikasınıń Ústirt platosı hám Aral akvatoriyasındaǵı neft-gazlı investiciyalıq bloklarda izlew-barlaw hám burǵılaw jumıların jedellestiriwdi talap etpekte.

Materiallar hám usıllar. Bul maqalada tiykarınan geografiyalıq salıstırıw, kameral, aymaqlıq analiz, statistikalıq-matematikalıq metodlardan paydalanıldı.

Ádebiyatlarga sholıw. 1913-1915-jıllarda úlkeniń geologiyalıq dúzilisi A.D.Arhangelskiy tárepinen keńnen úyrenildi. Jumıstıń juwmaǵı retinde ǵárezsiz stratigrafiyalıq kolonka hám aymaqtıń 1: 420 000 masshtablı geologiyalıq kartası dúzildi.

Ústirtte 1924-jıldan baslap I.P.Gerasimov, S.A.Kovalyov (1929), A.V.Danov (1927), V.A.Fedorovich (1929) basshılıǵında bir qatar ekspediciyalar shólkemlestirildi. Qubla Ústirtte 1929-jıldan baslap I.P.Lupov óz izertlew jumıların baslaǵan. Ústirttiń geologiyalıq úyreniliwine O.S.Vyalovtiń (1925-1938) jumıları úlken úles qostı. Ol Ústirttiń ulıwma geologiyalıq, stratigrafiyalıq, tektonikalıq, gidrogeologiyalıq hám geomorfologiyalıq hám onı orap turǵan chinklerdi úyrenip shıqtı, Ústirttiń 1:2000000 masshtablı geologiyalıq kartasını isledi.

Ústirttiń Ámiwdarıya tárepi menen shegaralanǵan bóliminde 1932-jılı A.I.Smolko jumı alıp bardı. Ol aymaqtıń 1:1 000 000 masshtablı geologiyalıq kartasını islep shıqtı. Ol birinshi bolıp Ústirtte neft hám gaz bolıwı kerekligi haqqında ayıp ótti. Qubla Aralboynıń geologiyalıq úyreniliw jumılarına 1932-jılı shólkemlestirilgen Qaraqalpaqstan kompleksli ekspediciyasi úlken úles qostı. N.V.Lomakin, A.F.Sosedko, I.P.Gerasimov, A.S.Zaporozhecev, N.P.Petrovlar jumıların stratigrafiyalıq, tektonikalıq, gidrogeologiyalıq, geomorfologiyalıq hám paydalı qazılmalar haqqında túrli túsiniqler bergen.

Keyinirek V.I.Solun (1940) Ústirt chinklerindegi por dáwirindegi jumılarında joqarı porlı, paleogenli, neogenli jatqızıqlardıń oraylıq tegislik bóliminde bar ekenligin anıqladı. Ol litologiyalıq, stratigrafiyalıq, joqarı porlı, paleogenli, neogenli jatqızıqlarǵa Aybúyirde, Barsakelmeste, Shaqpaqtıda, Qarawimbette, Aq-jol tumsıǵında izertlew jumıların júrgizgen.

1948-jıldan baslap Ústirt aymaǵı hám ol menen qońsı bolǵan rayonlarda mámleketimiz úlken masshtablı geologiyalıq syomkalaw, burǵılaw, geofizikalıq, geologiyalıq izertlew jumıların alıp bardı. Paleogenli bólimlerge bóliw boyınsha N.E.Minakov (1952, 1954, 1956) úlken úles qostı. Ol paleogenli jatqızıqlarda rejektonlı foraminiferdiń hár túrli túrlerin úyrendi. Bul tómengi paleogenli jatqızıqlar arasınan orta hám joqarı eocendi ajratıp alıwǵa sharayat jarattı.

Aldaǵı 1953–1955-jılları A.L.Yanshin (1953), G.Ayzanshtaxdt (1954), R.I.Viyalov (1954), V.G.Rixter, E.G.Maev (1955), V.I.Samodurov (1955), V.E.Xayn (1955), V.I.Petrushevskiylerdiń (1955) aymaqtı izertlew boyınsha toplaǵan miynetleri kóp boldı. Bul jumıların ishinde ásirese V.L.Yanshin hám E.A.Petrushevskiydiń jumıları júdá jaqsı tárepi menen kózge taslandı [3].

Bul jumılarda sol waqıtqa shekem geologiyalıq túsiniqler, olardıń talqılanıwı haqqında hám jańadan jańa maǵlıwmatlar toplamı Qaraqalpaqtanıń geologiyalıq qurılısı traktivkasında keltirilgen. Bul jıllardan baslap

masshtablı bolǵan karta mámleket geologiyalıq kartasını dúziwdiń geologiyalıq syomkası baslandı. Bul jumısta jetekshi roldi VAGT alıp bardı. 1956-jıldan baslap bul jumısqı SGKP qosıldı. Usınnan keyin 1957-jıldan baslap bul jumısqı Ózbekstannıń bas geologiyasınıń ilim-izertlew bólimi tartıldı. Geologiyalıq syomkalıq jumıslar konstruktorlıq burǵılaw menen birge keń kólemde alıp barıldı. Bul jumıslardıń juwmaǵında tektonikalıq hám stratigrafiyalıq jatqızıqlardıń anıq kórsetkishi alındı.

Toshiz kartirovalıq hám profilı skvajına járdemi nátiyjesinde úshlemshi jatqızıqlar hám joqarı gorizontlıq por sisteması tolıq úyrenilip shıǵıldı. 1956-jıldan VNIGNI (A.V.Danov hám basqalar) joqarıda kórsetilgen aymaqtı neft hám gazdıń barlıǵı, perspektivasına baha berdi hám 1956–1965-jıllarda geologiyalıq ilimiy-izertlew jumılarına bas joba dúzildi. Seysmologiyalıq barlaw jumısları nátiyjesinde úyrenilip atırǵan aymaqtıń tereń qurılısı belgilendi hám bir qatar lokallıq kóteriliwler anıqlandı, bulardıń bir bólimi tereń burǵılawǵa tayarlandı.

Izertlewler nátiyjesinde A.M.Akramxodjaev [2], X.X.Avaxxodjaev [1], A.A.Bakirov, A.G.Babaev, A.A.Borisov, I.I.Bikov, Yu.M.Vasilev, A.A.Valiev, V.G.Gavrilov, I.G.Granberg, R.G.Gareckiy, Yu.N.Godin, G.K.Dikenshtein, E.A.Jukov, E.M.Kazakov, V.G.Koc, N.S.Melnichuk, V.I.Popov, N.I.Pridnev, K.A.Nabiev, B.B.Tal-Birekshi, L.P.Polkanova, V.P.Polyakova, I.S.Rodilskiy, I.V.Skvorcov, Yu.A.Fedotov, M.M.Charfgin, I.N.Shebueva, A.E.Shlezinger, V.I.Shraybman, V.M.Kochetnova, J.A.Gruzkin, J.Samanov [4], J.Yuldashev, S.S.Shulc hám basqalardıń esabatları baspadan shıǵarǵan jumılarında kórsetildi.

Bul izertlew jumılarınıń esabı boyınsha Ústirttiń neft hám gazınıń tiykarǵı keleshegin yuralıq hám tómengi por dáwiri jatqızıqları menen baylanıslı bolıwı kerekligi boljandı.

Joqarıda kórsetilgen izertlew jumılarınıń nátiyjeleri arasında Ústirt, Qubla Emba, Mangıshlaq hám basqada rayonlardıń fundamentli strukturasın tereń úyreniw boyınsha júdá úlken jumıstı 1956–1960-jıllar dawamında R.G.Gareckiy hám V.I.Shraybman orınladı.

Olar seysmologiyalıq barlawda, gravnobarlawda aeromagnitlik syomkanı esapqa alıp, juwmaqlastırıp, gravitaciyalıq dalalıqtı rayonlastırıp kartasını toplaw tiykarında, tektonikalıq rayonlastırıp sxemasın, paleozoylıq fundamentiń kartasını hám basqalardı islep shıqtı.

1962-jılı IGIRNIGI Ózbekstan IA xızmetkerleri A.M.Akramxodjaev, Yu.A.Fedotov, Yu.N.Mikina, Ya.S.Ibragimov, E.A.Jukova hám basqalardıń Qaraqalpaqstan geologiyası hám neft-gazlılıǵı boyınsha sorawlar atlı kitabı baspadan shıqtı.

Bul jumı Qaraqalpaqstan boyınsha geologiyalıq izertlewlerdiń birinshi basqısı bolıp tabıladı. Onda jumıslardıń stratigrafiyalıq, tektonikalıq, paleozoylıq, mezakaynozoylıq, litologiyalıq, petrografiyalıq quramı, petromassik hám mezozoylıq jatqızıqlarınıń kollektorlıq ózgeshelikleri haqqında ayılǵan.

A.Akramxodjaevtiń basshılıǵında avtorlar bul jumıstıń ayırım baplarında neft-gaz boyınsha rayonnıń kelesheğine qadaǵalaw sxemasın bergen [2].

Usı sxemaǵa tiykarlanıp úyrenilip atırǵan aymaq hám oǵan qońsı rayonlardıń hám túrli keleshegi bar bólimlerine ajratılıp kórsetilgen.

Talqılaw hám nátiyjeler. 1960-jılı Ústirtte birinshi márte izlew-barlaw jumıslarında parametrikalıq burğılanıwı baslandı. Birinshi nábette barlaw burğısınıń tiykarǵı baǵdarı Aqtumsıq iri kóteriliw zonasına qaratıldı, sonıń nátiyjesinde bul zonaların kelesheǵınıń joqlıǵı belgili boldı. Aldaǵı waqıtları izlew-barlaw jumısları kelesheǵı bar territoriyalarǵa qaratıldı. Izlew-barlaw jumısları Barsakelmestiń shıǵıs hám arqa bólimlerinde (Alanbek, Aqqulaq, Áseke-awdan, Quwanış, Qaraoy) hám jańa Áseke awdan bortınıń shetlerinde, Shaqpaqtıda alıp barıla baslandı.

Qaraqalpaqstan Respublikası neft-gaz resurslarınń geografıyalıq jaylasıwına qaray tómendegi neft-gazlı investiciyalıq bloklarǵa ajratıwımız múmkin:

- 1) Aqtumsıq
- 2) Quwanış
- 3) Aqiyin
- 4) Nasambek
- 5) Qubla Úrge
- 6) Aqsholaq
- 7) Shaqpaqtı
- 8) Sudoche
- 9) Aral akvatoriyası [3]

Sonnan Aqtumsıq, Quwanış, Aqiyin, nasambek, Batis Úrge, Aqsholaq hám Shaqpaqtı blokların “Uzbekneftegaz” MXK menen birgelikte Rossiyanıń “Gazprom” kompaniyası birge úyrenbekte.

Al, Sudoche blogında “Uzbekneftegaz” MXKnıń ózi geologiyalıq barlaw, burğılaw, razvedka jumısların alıp barmaqta. Bul aymaqta eń úlken tábiyiy gaz kánleri ashılǵan. Olar Súrtil, Berdaq, Shıǵıs Berdaq, Arqa Berdaq kánleri esaplanadı.

Investiciyalıq bloklar maydanı

№	Investiciyalıq blok ataması	Maydanı (km ²)
1	Aqtumsıq	7 438
2	Quwanış	5 210
3	Aqiyin	12 510
4	Nasambek	5 415
5	Batis Úrge	1 645
6	Aqsholaq	2 104
7	Shaqpaqtı	3 715

Aqtumsıq blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 100 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Qaraqalpaqstan, Kóklem, Tereńqudıq, Qubla Tereńqudıq, Arqa Jalǵızsuw, Jalǵızsuw, Razlomin, Oraylıq Xaroy, Shıǵıs Xaroy, Batis Xaroy, Bayterek, Jaylaw gaz kánleri jaylasqan.

Quwanış blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 50 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Quwanış, Batis Quwanış, Kassarma, Saritegis gaz kánleri jaylasqan.

Aqiyin blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 100 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Tájenqazǵan, Batis Tájenqazǵan, Arqa Tájenqazǵan, Tilewqudıq, Arqa

Tilewqudıq, Shomanay, Kólbay, Umaybay, Batis Umaybay, Aqiyin, Shıǵıs Aytuz, Bakush, Arqa Tuley, Jiyes, Kurluk, Ayjankós, Qubla Ayjankós, Itgibay gaz kánleri jaylasqan.

Nasambek blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 50 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Qayqurǵan, Qırǵay, Nasambek, Atorbay, Shıǵıs Atorbay gaz kánleri jaylasqan.

Keyingi 10 jıllıq geologiyalıq izertlew dawamında kólemi 250 mlrd. kubmetrdi quraytuǵın 9 gaz káni ashıldı.

Qubla Úrge blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 100 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Úrge, Dali, Ájibay, Qaraqudıq gaz kánleri jaylasqan.

Aqsholaq blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 100 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Qosqayır, Oraylıq Qosqayır, Alambek, Arqa Alambek, Batis Alambek, Qubla chink, Batis Barsakelmes, Aqsholaq, Kóksholaq, Qarasholaq gaz kánleri jaylasqan.

Shaqpaqtı blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 50 mlrd. metr kubtan artıq bolıp, bul blokta Shaqpaqtı, Kókbaqtı, Otınshı, Tasoyıq, Qubla Tasoyıq, Ergazi, Jel, Shaxtı, Chuymaq, Assekeawdan, Shıǵıs Assekeawdan, Qubla Assekeawdan, Qumoy, Qumoy-2, Jantır, Nikolaevsk, Qaraawdan, Tamarlı, Qubla Tamarlı gaz kánleri jaylasqan.

Ózbekstandaǵı eń investiciyalı blok esaplanatuǵın Sudoche blogınıń gaz resurslarınń ulıwma zapası 250 mlrd. kub metrden joqarı bolıp, bul aymaqta eń úlken gaz kánleri jaylasqan. Olar Shege, Shaǵırlıq, Berdaq, Arqa Berdaq, Shıǵıs Berdaq, Súrtil, Úshsay bolıp, bul gaz kánleri bazasında Ózbekstandaǵı eń úlken kárxanalardan biri Ústirt gaz-ximiya kompleksi óz jumısın basladı.

Juwmaq. Aral teńiziniń qurǵaǵan akvatoriyasınan neft hám tábiyiy gaz kánleri tawılmaqta. Ózbekstannıń neft hám gaz kánlerin izlep tabıw ushın shólkemlestirilgen “Aral Sea Operating Company” transmilliy kompaniyası quramına kırıwshi Ózbekstannıń “Uzbekneftegaz”, Qıtaydıń “CNCP International”, Koreya Respublikasınıń “KNOG” hám Rossiyanıń “Lukoil” kompaniyalarınń geologiyalıq izertlew maǵlıwmatlarına qaraǵanda Ózbekstannıń Aral akvatoriyasında 2 mlrd. tonna neft hám 2 trln. kubmetr tábiyiy gaz zapası barlıǵı boljanbaqta. Bul pútkil Orta Aziyanıń 31 % neft, 40% gaz zapasın quraydı. Ústirt platosınan bolsa 2025-jıldı 6,5 mın metr tómenen mámleketimizdegi eń úlken gaz káni hám Ázerbayjan mámleketi menen birgeliktegi geologiyalıq barlaw hám burğılaw jumısları nátiyjesinde úlken muǵdardaǵı neft kánleri tawıldı.

Bunday ilájlardıń barlıǵı mámleketimiz tárepinen xalqımızdıń abadan turmıs keshiriwi, jumıs orınları menen támiyinlew arqalı turaqlı dáramatlı etiw, sociallıq infrastrukturaniń ajıralmas bólegi bolǵan tábiyiy gaz benen barlıq xojalıqlardı támiyinlew bolıp esaplanadı.

Ádebiyatlar

1. Авазходжаев Х.Х. и др. Литология, геохимия и полезные ископаемые мезозойских отложений Каракалпакии. Ташкент: Изд-во «ФАН», 1976.
2. Акрамходжаев А.М., Авазходжаев Х.Х., Валиев А.А. и др. Геологическое строение и предпосылки нефтегазосности Устюрта. Ташкент: Изд-во «ФАН», 1967.
3. Геоэкология плато Устюрт. Республика Узбекистан. / Региональная экология Средней Азии. Контрактные площади ОАО «Газпром»./ Под ред. проф. П.В. Панкратьева, доктора г-м.н. ИПК ГОУ ВПО Оренбургский госу-дарственный университет, 2009. 143 с. ISBN-978-5-7410-0882-9
4. Саманов Ж.С. и др. Проблемы Аральского моря и дельты Амударьи. Ташкент: Изд-во «ФАН», 1984.

M A Z M U N Í

TÁBIYIY HÁM TEXNIKAÍQ ILIMLER

Fizika-matematika. Texnika. Informatika

Эшмурадов Д.Э., Саидова Г.Э., Элмурадов Т.Д. Радионавигация тизимларини тадқиқ қилиш учун matlab/simulink асосидаги комплекс симуляция архитектураси	3
Kadirimbetova G.R. Optika va uning qonunlarining turli kasblardagi amaliy ahamiyati	6
Kalbaev S.N., Jaksibaev S.A. Duris úshmúyeshliktiń sırtqı oblastına konform sáwlelendiriw	9
Koraboev K.A. Effect of surface dead-layer quenching on the third-order nonlinear optical properties of nanoparticles	12
Qutbaev A.B. Tegisliktegi Lobachevskiy geometriyasınıń ayırım ápiwayı qásiyetleri	17
Saparniyazov B.A., Saymanov I.M., Bazarbaev A.Q., Shaniyazova N.U. Jasalma intellekt (AI) ortalıǵında IOT maǵlıwmatların gomomorfikalıq shifrlaw algoritmleri tiykarında qorǵaw	19
Реймов К.Д., Эркаев А.У., Реймов А.М., Кучаров Б.Х. Упарка дистиллерной жидкости отхода производства кальцинированной соды ООО СП «Кунградский содовый завод»	22
Saytov K.B., Bekniyazova N.D., Xudaynazarova M.O. Cardioai-dss dasturiy tizimida yurak-qon tomir kasalliklari xavfini sun'iy intellekt asosida baholash	27

Biologiya. Zoologiya. Ximiya. Ekologiya

Ajiev A.B., Perdebayeva G.A. Qoraqalpog'istonda o'suvchi <i>tribulus terrestris</i> l. ning biologik-ekologik xususiyatlari va xo'jalik ahamiyati	30
Альменова Г.П. Кормовое значение дикорастущих сородичей культурных растений семейства Fabaceae l. флоры Устьярта	33
Artiqov M.B., Allaniyazova M.K., Narbayev O.X. Sanoat oqova suvlari kimyoviy tarkibini o'rganish	36
Бектурсынов А.Б. Формирование гидрофильной растительности в некоторых водоемах Южного Приаралья	40
Berdibaev A.S., Abdurahmonov Sh.A., Shayxova B.X., Urogenichbaev A.A. <i>H.krepkogorski</i> cestodasi jabayi sút emiziwshiler endoparaziti	43
Ergasheva F.Sh., Kushiyeu H.X., Xushmatov Sh.S., Xudoynazarov M.Sh., Nuriyeva M.U. Regenerativ anor yetishtirishning biokimyoviy asoslari	46
Hajibayev Q.G., Berdimbetova G.E., Nuriyeva M.U., Asemenova N.Y., Satimova M.R., Smetullaev M.J. Optimizing the lipid extraction process from <i>artemia</i> cysts. a comparative analysis ...	50
Nasirov P.I. Harakatlarning biomexanik assimetriyasini tahlil qilish asosida o'rta va uzoq masofalarga yuguruvchilarda jarohatlanishning oldini olish	55
Ubbiniyazova J.K. Gewekshaqlılar (bovidae) gelmintler faunasınıń trofikalıq-ekologiyalıq sıpatlaması (Qaraqalpaqstan misalında)	57
Zaripov Sh.B., Ismatova N.P. Toshkent shahri atmosfera havosi ifloslanishining antropogen omillari va ifloslantiruvchi moddalar tahlili (azot dioksidi misolida)	60

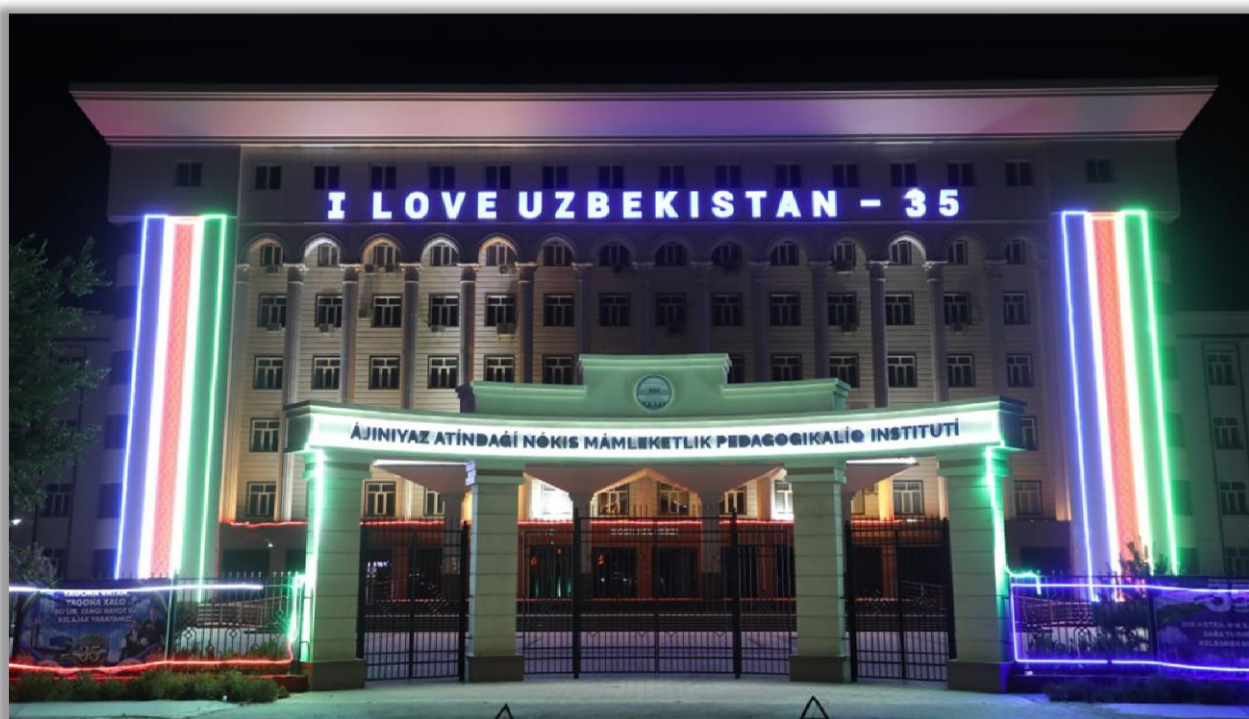
Geografiya

Amanov A.K. Toshkent iqtisodiy rayonidagi erkin iqtisodiy zonalar joylashuvining iqtisodiy-geografik xususiyatlari	64
Ne'matova M.A. Farg'ona iqtisodiy rayoni shaharlarining funksional tipologiyasi va klassifikatsiyasi..	68
Nurlanov A.S. Qaraqalpaqstan aymaǵında topıraq qatlamlarınıń tábiyiy strukturasınıń ózgeriwine antropogen faktorlardıń tásiiri	74
Ochilov S.Z., Abdirahmonov S.T. Global iqlim o'zgarishining O'zbekiston tabiiy landshaftlariga ta'siri va uning oqibatları	77
Ochilov S.Z., Abbasov S.B. Qarnobcho'l landshaftlarining geoeologik holati va unga ta'sir etuvchi omillar	81
Tajiyev Q.Q. Xorazm viloyatining sug'oriladigan yerlarida iqlim o'zgarishi sharoitida meliorativ holatni kompleks baholash	84
Usmonova Y.A., Jumaxanov Sh.Z. Namangan shahri demografik jarayonlarining geografik tahlili ...	87
Uzakbaev K.K., Tastayev D.M. Qaraqalpaqstan Respublikası neft-gaz investiciyalıq bloklarına sıpatlama	93

Ǵárezsizligimizdiń 35 jıllıq saltanatı institut aymaǵında da ózine tán bayram keypiyatı hám kóterińki ruwx penen kózge taslanbaqta



Ǵajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutında da qutlı sáne múnásip kútip alınbaqta. Házirgi kúnde institut aymaǵında bayram ortalıǵın jaratıw, imarat hám obyektlerdiń sırtqı kórinisin jáne de abadanlastırıw hám bezew jumısları ámelge asırılmaqta.



NMPI professor-oqıtıwshıları hám doktorantları xalıqaralıq konferenciyalarda belsene qatnasıp kelmekte



Ázerbayjan Respublikası Mádeniyat ministrliğı tárepinen Birinshi Türkologiyalıq Qurıltaydın 100 jıllığı múnásibeti menen belgili ilim hám mádeniyat ğayratkerleri, túrkiy tilli mámleketler menen baylanıslı tiyisli shólkemlerdin basshıları, qatnasıwında «Túrkiy dúnya hápteligi» shólkemlestirildi.

Ájiniyaz atındağı NMPI professorı, filologiya ilimleriniń doktorı Túrǵanbay Kerwenov háptelik sheńberinde Baku qalasında ótkerilgen «Birinshi Türkologiyalıq Qurıltay: júz jıllıq ilimiy-mádeniy miyras» atamasındağı xalıqaralıq kongresske qatnasıp qayttı.



Malayziyanın Linkoln universitetinde IV Xalıqaralıq «Globalıq bilimlendiriw» konferenciyası shólkemlestirildi. Konferenciyaǵa Ájiniyaz atındağı NMPI professor-oqıtıwshıları – Gúlzira Qıdırbaeva, Farida Ótenova, sonday-aq, tayanış doktorant Aynura Óewlievalar da óz ilimiy bayanatları menen qatnastı.

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.

Redakciya mánzili: Nókis qalası, P.Seytov kóshesi, n/j.

Indeks: 230100, Telefon: +998612294086; +998933652520.

JURNALDÍN BASÍP SHÍǴARÍLWÍNA

JUIWAPKER: Ájiniyaz atındaǵı NMPI baspaxanası.

«Ilim hám jámiyet» jurnalının esap beti:

BANK: MB BB XKKM Toshkent shahri

Esap beti: 2340 2000 3001 0000 1010

MFO: 00014; INN: 201 122 919

Ileke esap beti: 4001 1086 0354 0170 9410 0350 005

<i>Maqalalardıń mazmunına hám 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: 14.08.2026 Buyırtpa: №0379 Format: 60x84 1/8 Kólemi: 12 b/t. Jurnal jılına 8 márte shıǵadı. Reestr № 089632</i>