

ISSN 2010-703X

Ijtimoiy-iqtisodiy, ilmiy-amaliy jurnal



# EKOLOGIYA

XABARNOMASI | SINCE 1995

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ  
ВЕСТНИК УЗБЕКИСТАНА

ECOLOGICAL HERALD  
OF UZBEKISTAN

Maxsus son [14],  
2025

OROL DENGIZNING QURIGAN  
TUBIDAN KO'TARILGAN QUM,  
TUZ VA CHANG MIGRATSIYASINI  
KOSMIK TADQIQOT USULLARI  
ASOSIDA BAHOLASH VA  
PROGNOZLASHTIRISH  
03-SAHIFA

OROLBO'YI HUDUDIDA YASHIL  
QOPLAMA DINAMIKASINI  
KUZATISHDA UAV TASVIRLARIGA  
ASOSLANGAN KO'P FUNKSIYALI  
MA'LUMOTLAR BAZASINING  
YARATILISHI  
07-SAHIFA

REGENERATION  
OF WASTE ZEOLITES  
USED IN THE GAS  
PROCESSING INDUSTRY  
OF UZBEKISTAN  
91-SAHIFA

## TAHRIR HAY'ATI TARKIBI:

**Abduxakimov Aziz Abdukaxarovich** – O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vaziri, hay'at raisi

**Alimov Zikrilla Bobamuratovich** – Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti «Atmosfera havosini muhofaza qilish» laboratoriyasi mudiri, texnika fanlari doktori

**Allaberdiev Rustamjon Xamrayevich** – Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Ekologiya fakulteti dekani, biologiya fanlari nomzodi, dotsent

**Aminov Xamza Xusanovich** – Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti direktori o'rinbosari, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, professor

**Axmedova Zaxro Raxmatovna** – O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Mikrobiologiya instituti "Tabiatni muhofaza qilish biotexnologiyalari" laboratoriyasi mudiri, biologiya fanlari doktori, professor

**Buriyev Salimjan Samedjanovich** – Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti direktori v.b., qishloq xo'jaligi fanlari nomzodi

**Erkaboyev Furqat Ilyasovich** – Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti "Suv resurslarini muhofaza qilish texnologiyalari" laboratoriyasi mudiri, texnika fanlari doktori

**Juliyev Muxiddin Komilovich** – "TIQXMMI" MTU Ekologiya va suv resurslarini boshqarish kafedrasida dotsenti, tabiiy fanlar bo'yicha falsafa doktori

**Karimov Farxod Isomiddinovich** – O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika instituti ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari, biologiya fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Kazbekov Jusipbek Sdikbekovich** – O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vaziri o'rinbosari, texnika fanlari nomzodi

**Madiyev Faxriddin Xoshim o'g'li** – Toshkent davlat yuridik universiteti Konstitutsiyaviy huquq kafedrasida katta o'qituvchisi, yuridik fanlari bo'yicha falsafa doktori

**Madrimov Rajabboy Masharipovich** – Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti «Ekotizim xizmatlari va normativ xujjatlarni ishlab chiqish bo'limi» boshlig'i, biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori

**Mirzayeva Gulnara Saidarifovna** – O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Zoologiya instituti Entomologiya laboratoriyasi mudiri, biologiya fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Nigmatov Askar Nigmatullayevich** – O'zbekiston kasaba uyushmalari federatsiyasi, Mehnat va ijtimoiy munosabatlar akademiyasi, Umumkasbiy fanlar kafedrasida mudiri, geografiya fanlari doktori, professor

**Nishonov Bahriddin Erkinovich** – Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti «Yer usti suvlari sifati tadqiqoti» laboratoriyasi mudiri, texnika fanlari nomzodi

**Novitskiy Zinovi Bogdanovich** – O'rmon xo'jaligi ilmiy-tadqiqot instituti laboratoriya mudiri, qishloq xo'jaligi fanlari doktori

**Pulatov Baxtiyor Alimovich** – O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi Qonunchilik palatasi, Ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish masalalari qo'mitasi raisi o'rinbosari, texnika fanlari doktori

**Radkevich Mariya Viktorovna** – "TIQXMMI" MTU Ekologiya va suv resurslarini boshqarish kafedrasida professori, texnika fanlari doktori

**Samiyev Luqmon Nayimovich** – "TIQXMMI" MTU, Gidravlika va gidroinformatika kafedrasida dotsenti, texnika fanlari doktori

**Turaboyev Akmal Normuminovich** – Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Ekologiya kafedrasida professori, biologiya fanlari doktori, professor

**Urinova Adolat Abdivasiyevna** – biologiya fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

**Yuldashev Farxod Talazovich** – texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori



## Maxsus son/2025

### Muassis:

O'zbekiston Respublikasi  
Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza  
qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi

### Tahririyat kengashi raisi:

**Abduxakimov Aziz Abdukaxarovich,**  
Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish  
va iqlim o'zgarishi vaziri

### Ilmiy muharrir:

**Pulatov Baxtiyor Alimovich,**  
O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi  
Qonunchilik palatasi  
Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish  
masalalari qo'mitasi raisi o'rinbosari,  
texnika fanlari doktori

### Mas'ul muharrir:

Mamirov Suyundik Maxammatovich

### Dizayner:

Mamajonov Ulug'bek Rustam o'g'li

### Fotomuxbir:

Zokirov Anvar Nematovich

Jurnal har chorakda kamida  
bir marta chop etiladi.

Jurnal 1995-yildan chiqa boshlagan.

Nashr O'zbekiston Respublikasi  
Oliy attestatsiya komissiyasining  
ilmiy jurnallar ro'yxatiga kiritilgan.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti  
Administratsiyasi huzuridagi Axborot  
va ommaviy kommunikatsiyalar  
agentligi tomonidan 2021-yil  
8-oktabrda 0515-sonli guvohnoma  
bilan qayta ro'yxatga olingan.

Jurnalga qabul qilingan ilmiy maqolalar  
o'zlashtirilgan matnlarni aniqlaydigan  
"Antiplag.uz" tizimida tekshirilgan.

Obuna indeksi: 910

Bosmaxonaga topshirildi: 07.07.2025-yil  
Ofset bosma usulida bosildi.  
Hajmi 11,6 bosma taboq.  
Bichimi 60x84 1/8. Buyurtma № 33.  
Adadi 100 nusxa.

«MATRIX» MCHJ

bosmaxonasida chop etildi.

Korxonalar manzili: 100170, Toshkent sh.,  
Sayram 7-tor ko'chasi, 52-uy.

# MUNDARIJA

- 03 F.Kuziyev.**  
Orol dengizning qurigan tubidan ko'tarilgan qum,  
tuz va chang migratsiyasini kosmik tadqiqot  
usullari asosida baholash va prognozlashtirish
- 07 J.To'layev, G.Keldiyorova, X.Adilov,  
B.Sadriiddinov, A.Ibragimov.**  
Orolbo'yi hududida yashil qoplama dinamikasini  
kuzatishda UAV tasvirlariga asoslangan ko'p  
funktsiyali ma'lumotlar bazasining yaratilishi
- 11 S.Buriyev, I.G'ulomov, A.Roziqov.**  
Iqlim o'zgarishlari bilan bog'liq muammolar  
(Toshkent shahri misolida)
- 16 R.Eshonqulov.**  
Qishki bug'doy dalasida kichik miqdordagi  
energiya muddatlarini hisobga olgan holda  
energiya balansi yopilishini yaxshilash
- 34 A.Maxmudov, O.Abduraimov, K.Tojibayev.**  
O'zbekiston florasidagi resursbop o'simliklarning  
toifalari va foydalanishning raqamli tizimi
- 46 Sh.Mavlonova, X.Aminov, F.Erkabayev,  
M.Kurambayeva, D.Muxammadiyeva.**  
Sanoat korxonasi hududidagi daraxtlar zararkunan-  
dalari va ularga qarshi kurash uchun tavsiyalar
- 50 Н.Мухсимов, З.Ахмедова, Б.Мамутов,  
Д.Холиков, Н.Жўраева.**  
Мониторинг причины сокращения площадей  
боярышниковых насаждений на территории  
Каранкульского лесничества, Бручмулинского  
лесхоза Ташкентской области
- 55 Ф.Юлдашев, Х.Юлдашева.**  
Применение комплекса гуминовых и  
фульвокислот с минеральными удобрениями  
в развитии аквакультуры и рыбоводства в  
условиях прудовых хозяйств Узбекистана
- 57 Н.Абдуллаев, Д.Атабаев.**  
Обзор интерпретации данных промысловой  
геофизики в по techlog и анализ фильтрационно-  
емкостных свойств (на примере месторождений  
Денгизкульского поднятия и сопредельных участков)
- 61 Б.Абдурахманов, О.Очилдиев, О.Почужевский.**  
Обзор особенностей и проблем оценки воздействия  
на окружающую среду фотоэлектрических панелей
- 65 B.Sadriiddinov, B.Pulatov.**  
The methodology for using a PM1-PM10 collection device  
in Uzbekistan is relevant to the climatic conditions
- 69 M.Turayeva, S.Raximov, E.Jumayeva.**  
Qashqadaryo hududidagi daryo suvlari hamda  
texnogen suvlar tarkibida kadmiy ionlarini  
aniqlash va miqdoriy tahlil o'tkazish

- 72** **N.Madusmanova, G.Miradxamova, Z.Smanova, Z.Yaxshiyeva.**  
Atrof-muhit obyektlarida Cr(III) kationini monitoring qilish
- 76** **N.Nosirov, L.Samiyev.**  
Toshkent shahri hududida oltingugurt dioksidi (SO<sub>2</sub>) dinamikasining geofazoviy tahlili
- 80** **N.Davronova, U.Ahmadjonov, G.Nematullayeva, Z.Smanova.**  
Sanoat zonasidagi tuproq ifloslanishini baholash:  
og'ir metallar va ularning miqdorlarini monitoring qilish
- 85** **G.Keldiyarova, M.Xusanova, K.Sharifmurodov.**  
Sanoat korxonalarida zararli birikmalar manbalarida inventarizatsiya  
olib borish va chiqindilar rekuperatsiyasini tashkil etish
- 91** **N.Rahmonova, X.Pulatov, F.Igitov, I.Ruzieva, M.Niyazova, K.Adilova.**  
Regeneration of waste zeolites used in the gas processing industry of Uzbekistan
- 97** **S.Turdaliyeva, M.Juliyev, Z.Xadjieva, M.Xolmurodova, Z.Djanpulatova.**  
Waste management jurnalida chiqindilar bo'yicha ilmiy tadqiqotlar:  
1993–2024 yillardagi bibliometrik tahlil
- 103** **Sh.Bahodirova, T.Rajabov, Z.Kannazarova.**  
Rangeland assessing: bibliometric analysis from 1994 to 2024
- 107** **S.Imamova, B.Alixanov.**  
O'zbekistonda ekologik ta'lim va tarbiya tizimining shakllanishiga asosiy omillar
- 112** **A.Masharipov, Z.Yusupov.**  
Ta'lim muassasalarida ekologik burchaklarni tashkil etishning amaliy ahamiyati
- 115** **Sh.Muqimov.**  
Yashil iste'molni rivojlantirishda sanoat siyosatining o'rni
-

## ILMIY MAQOLALAR

# OROL DENGIZNING QURIGAN TUBIDAN KO'TARILGAN QUM, TUZ VA CHANG MIGRATSIYASINI KOSMIK TADQIQOT USULLARI ASOSIDA BAHOLASH VA PROGNOZLASHTIRISH

**Kuziyev Farxod Normamatovich,**

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti  
“Atmosfera havosini muhofaza qilish” laboratoriyasi katta ilmiy xodimi.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Orol dengizining qurigan tubidan ko'tarilayotgan qum, tuz va chang Migratsiyasini atrof-muhitga ta'sirini monitoring qilish, dengizining qurigan tubi yon bag'irlaridan qum, tuz va changlarini ko'chishi jarayonlarini, ko'p yillik kosmik suratlar va GAT texnologiyalari hamda tizimli tahlil metodlari asosida, boxolash prognozlashtirish masalalariga qaratilgan.

**Kalit so'zlar:** Orol dengizining qurigan tubi, qum, tuz va chang Migratsiyasi, kosmik suratlar, GAT texnologiyalari, NASA, Aura sun'iy yo'ldoshi, Spektroradiometer MODIS.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы мониторинга воздействия на окружающую среду миграции песка, соли и пыли, поднимающихся с высохшего дна Аральского моря, а также оценки и прогнозирования процессов миграции песка, соли и пыли со склонов высохшего дна моря на основе многолетних космических снимков и технологий GAT, а также методов системного анализа.

**Ключевые слова:** Высохшее дно Аральского моря, миграция песка, соли и пыли, космические снимки, технологии GAT, NASA, спутник Aura, спектро radiometer MODIS.

**Abstract.** This article focuses on the issues of monitoring the environmental impact of the migration of sand, salt, and dust rising from the dried-up bottom of the Aral Sea, and assessing and forecasting the processes of sand, salt, and dust migration from the slopes of the dried-up bottom of the sea, based on multi-year space imagery and GAT technologies, as well as systematic analysis methods.

**Keywords:** The dried-up bottom of the Aral Sea, migration of sand, salt and dust, space images, GAT technologies, NASA, Aura satellite, MODIS spectroradiometer.

### Kirish.

Orol dengizining tubidan taxminiy maydoni 60 ming kvadrat-kilometr ga teng Orolqum cho'li hosil bo'lgan. Cho'lning deyarli yarmi Qoraqalpog'iston Respublikasida joylashgan bo'lib, unda 1,8 million aholi istiqomat qiladi. Bugungi kunga kelib cho'l yuqori tuz konsentratsiyasi bilan qum va chang bo'ronlarining qo'shimcha manbasiga aylangan. Har yili bo'ronlar sabab Orolning qurigan tubidan ko'tarilgan 15–75 million tonnagacha miqdordagi qum, chang va tuz Markaziy Osiyo kengliklari bo'ylab yoyiladi. Natijada yuzaga kelgan tuproq eroziyasi va havoning ifloslanishi odamlar salomatligi, turmush sharoitiga va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi[1].

O'zbekiston hududi bo'ylab qum, tuz va chang bo'ronlarining yuzaga kelishi va tarqalishi uchun sharoitlari bo'yicha nisbatan maqbul bo'lgan hudud Qoraqalpog'iston Orol inqirozining geografik zonasi sanaladi. Qum-tuzli bo'ronlar bu mintaqada ochiq gruntda dehqonchilikni butkul yaroqsiz holatga keltirib qo'ydi. Bir yilda shamol Orolning qurigan tubidan taxminan 100 mln. tonna qum, tuz va changlarni havoga ko'taradi va 500 km masofagacha uni

sochadi. Orol dengizi hududidagi (sobiq akvatoriya ustida va undan 50-100 km radiusda) iqlim yanada kontinental va qurg'oqchillashib bordi, tor qirg'oqbo'yi qismida (avvalgi qirg'oq chizig'idan 30 km gacha masofada) qish ancha sovuq bo'la boshladi (-1 dan -3 °S gacha). Chekingan dengiz tubi o'rnida qum-tuzli Orolqum cho'li yuzaga keldi; kuchli shamollarda (ushbu hududda bir yilda 30-50 kun davomida kuzatiladi) qurigan dengiz tubi ustida shiddatli changli bo'ronlar rivojlanadi, chang shleyfi 200-450 km masofaga etadi, shamolning yo'nalishiga sinoptik jarayon turiga bog'liq ravishda qum, tuz va chang to'zonlari Qizilo'rda, Boyqo'nur, Shalkar, Nukus shaharlarigacha etib boradi, bunda havoning tiniqligi (ko'rish uzoqligi) buzilgan holda, oqish rangli qum, tuz aralash chang-to'zon yuzaga keladi.

Modomiki, dengizning qurigan tubi yotqizilari tarkibida katta miqdorda kimyoviy o'g'itlar va zaharli ximikatlari (qishloq xo'jaligida qo'llanilgan va daryolar ekin dalalaridan yuvib dengizga olib kelgan) mavjud ekan, bunday havodan nafas olish mazkur hududda yashaydigan odamlar sog'lig'iga va hayvonot olamiga zararli ta'sir ko'rsatadi. Orol mintaqasining zaharli tuzlari Antarktida pingvinlari qonida,

Grenlandiya muzliklarida hamda Norvegiya o'rmonlari, Belorussiya dalalarida ham aniqlangan[2].

Qoraqalpog'iston Respublikasi meteostansiyalarida qayd etilgan chang bo'ronlar, xavfli hodisalar bazasini tashkil etuvchilarning tarkibibi to'g'risidagi ma'lumotlar, hodisaning yuz bergan sanasi va uning intensivligini ifoda etadi.

Chang bo'ronlari to'g'risidagi ikkinchi turdagi ma'lumotlar yo'ldoshlardan olingan suratlar orqali o'z ifodasini topadi.

Yo'ldoshlardan olingan suratlarda chang bo'ronlarini aniqlash ancha murakkab, bulutlar tasviri geometrik jihatdan chang shleyfiga o'xshab ko'rinishi sababli noto'g'ri diagnostika qilish ehtimoli mavjud bo'ladi. Garchi, ilmiy adabiyotlarda kosmik suratlardan chang bo'ronlarini aniqlab olish belgilarini tanlash bo'yicha tavsiyalar mavjud bo'lsa-da, shunga qaramay, bu belgilarga rioya qilinganda shifrlash jarayoni sub'ektivligicha saqlanib qoladi, natijalar esa shifrlashning tajribasiga bog'liq bo'ladi. Shuningdek, kosmik suratlarni sub'ektiv shifrlashni chang bo'ronlari diagnozi va prognozining avtomatik tizimiga talab darajasida

bog'lash imkoniyati mavjud emas. Shunga bog'liq ravishda, yo'ldoshlar suratida chang bo'ronlarini diagnostika qilish uchun dala indekslaridan foydalaniladi.


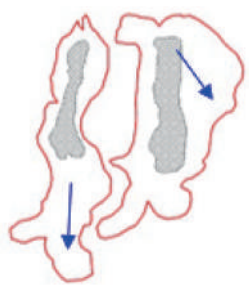

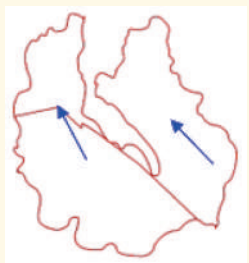
**Muammoni o'rganish metodologiyasi.**


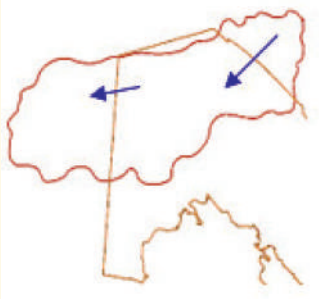
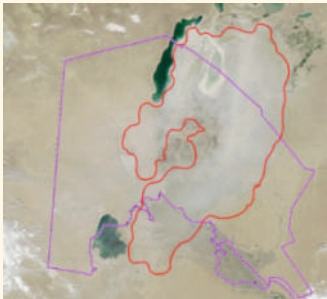
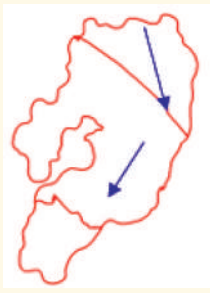

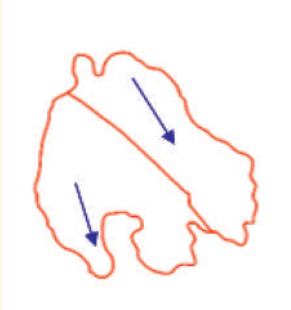
Ohirgi yillarda kosmik suratlardan bir qancha ma'lumotlar, shuningdek, geoeologik, atrof-muhit ifloslanishi, tabiiy resurslarning holatini o'rganish va tabiatni muhofaza qilish, oldini olish chora-tadbirlarini rejalashtirish kabi maqsadlarda foydalanilmoqda[3]. Shu nuqtai nazardan, kosmik suratlardan olingan ma'lumotlar katta ahamiyatga ega bo'lib, bu o'z navbatida, Orolbo'yi hududi haqida foydali va zarur ma'lumotlarni olish boxolash hamda prognozlashtirish imkonini beradi.


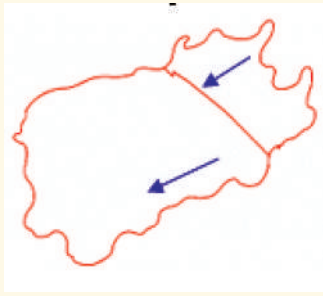
Kosmik tadqiqot usulidan geoeologik tadqiqotlarni ham olib borish mumkin. Unda aerokosmik suratlarni deshifrovka qilish (suratni o'qish) orqali dengizning qurigan tubidan ko'tarilayotgan tuz va qum Migratsiyasini atrof-muhitga ta'sirini baxolash uchun tashkil etgan tabiiy komponentlarini va ularga antropogen ta'sir oqibatlarini bilishimiz va tahlil qilishimiz mumkin (1-jadval).

1-jadval

**Kosmik suratlarni tizimli tahlil asosida baholash natijalari**

№	13 iyun 2006 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
1			NASA ning Aura sun'iy yo'ldoshi Spektroradio-meter MODIS orqali olingan Orol dengizining qurigan qismidan janubiy sharq va janubga qarab ko'tarilgan qum, chang bo'ronini suratga olgan. Ushbu suratda changlar juda ochiq rangga ega, bu ko'l bo'yidagi cho'kindilarga xosdir.
	Qum, tuz va changlarning ko'chish bo'yicha tahlil natijalari		
	Sharqiy qism ko'chish maydoni	3 mln 281 ga dan ko'p	
	Ko'chish yo'nalish va masofasi	J 185-186 km JShQ 80 km ko'p	
	G'arbiy qism ko'chish maydoni	2 mln 316 ga dan ko'p	
	Ko'chish yo'nalish va masofasi	J 230-240 km JShQ 40-45 km ko'p	
Shamol tezligi o'rtacha kunlik	J.ShQ qarab 5-7 m/s		
	9 may 2007 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
2			Qozog'iston va O'zbekiston chegarasida Orol dengizining janubiy sharq tomonidan shimoliy g'arbiga qarab qum va chang bo'roni sodir bo'lgan. Bo'ron Orol dengizining g'arbiy va sharqiy qism atrofidagi cho'kindilardan paydo bo'lgan.
	Sharqiy qism qum changlarning ko'chish maydoni	5 mln 153 ga dan ko'p	
	QQR hududidagi ko'chish maydoni	2 mln 461 ga dan ko'p	
	Qum changlarning ko'chish yo'nalishi va masofasi	ShShQ 235-240 km JG' 280-300 km gacha	
Shamol tezligi o'rtacha kunlik	Sh.G' qarab 5-8 m/s		

	29 aprel 2008 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
3			O'zbekiston va Qozog'iston o'rtasida, Sh.ShQ dan JG' ga qarab chang va qisman qum tuzlar ko'tarilib uchgan. Dengizni qurigan tubidagi quruq cho'kindilari deb qayd etilgan. Bu jarayon ko'proq ob-havoning bir xil nuqtada tutashib qolishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.
	Sharqiy va G'arbiy qismidagi qum changlarning ko'chish maydoni	12 mln 413 ga dan ko'p	
	QQR hududidagi ko'chish maydoni	6 mln 513 ga dan ko'p	
	Qum changlarning ko'chish yo'nalishi va masofasi	Sh.ShQ dan 670-680 km JG' ga qarab	
	Shamol tezligi o'rtacha kunlik	J.G' qarab 7-9 m/s	
	28 iyun 2009 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
4			Qozog'iston va O'zbekiston ustidan shimoliy shaqdan janub va janubiy g'arbga qarab Qoraqalpog'istondagi ba'zi tumanlar ustidan yupqa chang pardasi uchib o'tgan. Ko'tarilgan bo'ron tarkibida qisman qum, tuzlar ham mavjud bo'lgan. Bo'ronni tugash nuqtasi sezilmagan.
	Sharqiy va G'arbiy qismidagi qum changlar ko'chish maydoni	9 mln 726 ga dan ko'p.	
	QQR hududidagi ko'chish maydoni	6 mln 146 ga dan ko'p	
	Qum changlarning ko'chish yo'nalishi va masofasi	Sh.ShQ dan 450-460 km J.G' ga Sh.G' dan 280-290 km J.ShQ ga qarab	
	Shamol tezligi o'rtacha kunlik	J.G' qarab 5-8 m/s	
	26 mart 2010 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
5			2010 yil mart oyi oxirida Orol dengizining qurigan qismi bo'yidagi cho'kindilardan chang va tuzlar ko'tarilgan. (MODIS) Ushbu chang tuz bo'ronini kuzatgan vaqtida mahalliy sug'oriladigan dehqonchilik yrlariga shamol natijasida tuzlarni olib kelib tashlaganini suratga olgan.
	Sharqiy va G'arbiy qismidagi qum changlarning ko'chish maydoni	5 mln 281 ga dan ko'p.	
	QQR hududidagi ko'chish maydoni	2 mln 889 ga dan ko'p	
	Qum changlarning ko'chish yo'nalishi va masofasi	Sh.G' dan 320-330 km J.ShQ ga qarab. Sh.G' dan 240-260 km J.ShQ	
	Shamol tezligi	J.ShQ 7-9 m/s	

	24 mart 2020 y. (MODIS)	Migratsiya zonasi	Izoh
6			Orol dengizining shimoliy sharqiy qismidan chang va qum bo'ronining tabiiy rangli tasviri olingan bo'lib, Chang va qumlar ko'tarilgan katta qismi Orol dengizi so'nggi o'n yilliklarda qurib qolgani hududidan ko'chgan.
	Sharqiy va G'arbiy qismidagi qum changlar ko'chish maydoni	7 mln 436 ga dan ko'p.	
	QQR hududidagi ko'chish maydoni	5 mln 692 ga dan ko'p	
	Qum changlarning ko'chish yo'nalishi va masofasi	Sh.ShQ dan 400-410 km J.G' ga Sh.ShQ dan 250-260 km J.G' ga	
	Shamol tezligi	J.G' 7-9 m/s	

**Natijalar va munozara.**

NASA ning Aura sun'iy yo'ldoshidan olingan o'n yillik kosmik suratlarni GAT texnologiyalari bilan deshifrovka qilish va tizimli tahlil metodlari asosida Orol dengizining qurigan tubidan ko'tarilayotgan chang, tuz va qum bo'ronlarining Migratsiyasini baholash ishlari olib borildi.

Orol dengizining qurigan tubi yon bag'irlaridan qum, tuz va changlarini ko'chishi bahor (mart-aprel) va kuz boshida (sentyabr-oktyabr) oylarida sodir bo'lgan[4]. Ko'p hollarda bahor oylarida shimoli-sharqiy va janubi-

g'arbiy shamollar ustun bo'lib, 12 % shimolga, 61 % janubiy-g'arbga va 27 % janubiy-sharqqa qarab shamol esishi kuzatilgan.

**Xulosa.**

Xulosa o'rnida ta'kidlash joizki, yuqoridagi muammolarni inobatga olgan xolda mintaqaning geokologik vaziyatini o'rganib, GAT texnologiyalari va masofadan zodlash ma'lumotlari orqali vazifalar amalga oshirilsa, qum, tuz va chang Migratsiyasini atrof-muhitga ta'sirini baxolash hamda prognozlashtirish bo'yicha ijobiy natijalarga erishish mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Orol dengizining qurigan tubidagi qum va chang bo'ronlarini kamaytirish uchun O'zbekistonda landshaftni qayta tiklashning ahamiyati. Jahon banki loyihasi. 2021y. <https://www.bonnchallenge.org/resources/spotlight-uzbekistan>.
2. O'zbekiston gidrometeorologiya atlas 2020 y. 141-150 b.
3. L.H. G'ulomova Geografiyada aerokosmik uslublar. T, «Universitet»,1993.
4. Н.М. Новикова Эколого-географический аспект аральского кризиса. часть. Исследование динамики климата и изменений обсохшего дна моря 2020 г.

# OROLBO‘YI HUDUDIDA YASHIL QOPLAMA DINAMIKASINI KUZATISHDA UAV TASVIRLARIGA ASOSLANGAN KO‘P FUNKSIYALI MA‘LUMOTLAR BAZASINING YARATILISHI

To‘layev Jo‘rabek Abdurahim o‘g‘li,

kichik ilmiy xodim,

Keldiyorova Gulmira Farhodovna,

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent,

Adilov Xamidulla Taspulatovich,

ilmiy xodim,

Sadriddinov Bobur Bahodirovich,

tayanch doktorant,

Ibragimov Aziz Ibragimovich,

ilmiy xodim,

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti.

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Orolbo‘yi hududida vegetatsiya qoplamining fazoviy-vaqtinchalik o‘zgarishlarini yuqori aniqlikda kuzatish maqsadida uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) tasvirlari, sun‘iy intellekt algoritmlari va GIS texnologiyalari sinergiyasida yaratilgan ko‘p funktsiyali ma‘lumotlar bazasi taqdim etiladi. 2000–2024-yillar oralig‘ida 72 ta UAV parvozi, PlanetScope (0,5 m), Sentinel-2 (10 m) hamda Landsat 8/9 (30 m) rasmlari yig‘ilib, ortorektifikatsiya va radiometrik kalibrlashdan so‘ng NDVI, LAI va biomassa qatlamlari hosil qilindi. PostgreSQL/PostGIS bazasida saqlanayotgan qatlamlar interfaol veb-portal orqali vizuallashtirilib, cho‘llanishga uchragan uchastkalarini real vaqt rejimida monitoring qilish va rekultivatsiya choralari samaradorligini baholash imkonini berdi. Platforma shuningdek iqlim o‘zgarishi ta‘sirini tahlil qilish, tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish va ta‘lim jarayonlarida geofazoviy tahlil ko‘nikmalarini rivojlantirishda qo‘llanilishi mumkin. Loyihaning muvaffaqiyati muntazam yangilanishlar, manfaatdor tomonlarning hamkorligi va ma‘lumotlar sifatini nazorat qiluvchi boshqaruv mexanizmlariga bog‘liq.

**Kalit so‘zlar:** Orolbo‘yi, UAV tasvirlari, vegetatsiya dinamikasi, NDVI, LAI, biomassa, sun‘iy intellekt, EfficientNet, Random Forest, GIS, masofadan zondlash, sho‘rlanish, rekultivatsiya, ma‘lumotlar bazasi, ekologik monitoring.

**Аннотация.** В статье представлена многофункциональная база данных, созданная с помощью синергии изображений беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), алгоритмов искусственного интеллекта и ГИС-технологий для мониторинга пространственно-временных изменений растительного покрова в регионе Аральского моря с высокой точностью. В период с 2000 по 2024 год было выполнено 72 полета БПЛА, получены изображения с помощью PlanetScope (0,5 м), Sentinel-2 (10 м) и Landsat 8/9 (30 м), а после ортотрансформирования и радиометрической калибровки получены слои NDVI, LAI и биомассы. Слои, хранящиеся в базе данных PostgreSQL/PostGIS, визуализировались с помощью интерактивного веб-портала, что позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг опустыненных территорий и оценивать эффективность мер по рекультивации. Платформу также можно использовать для анализа последствий изменения климата, снижения риска стихийных бедствий и развития навыков геопространственного анализа в образовательных процессах. Успех проекта зависит от регулярных обновлений, сотрудничества заинтересованных сторон и механизмов управления, контролирующими качество данных.

**Ключевые слова:** Аральское море, снимки с БПЛА, динамика растительности, NDVI, LAI, биомасса, искусственный интеллект, EfficientNet, Random Forest, ГИС, дистанционное зондирование, соленость, рекультивация, база данных, мониторинг окружающей среды.

**Abstract.** This article presents a multifunctional database created in synergy with unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, artificial intelligence algorithms, and GIS technologies to monitor spatial and temporal changes in vegetation cover in the Aral Sea region with high accuracy. 72 UAV flights, PlanetScope (0.5 m), Sentinel-2 (10 m), and Landsat 8/9 (30 m) images were collected between 2000 and 2024, and NDVI, LAI, and biomass layers were created after orthorectification and radiometric calibration. The layers stored in the PostgreSQL/PostGIS database were visualized through an interactive web portal, allowing for real-time monitoring of desertified areas and assessment of the effectiveness of reclamation measures. The platform can also be used to analyze the impact of climate change, reduce natural disaster risk, and develop geospatial analysis skills in educational processes. The success of the project depends on regular updates, stakeholder collaboration, and governance mechanisms that control data quality.

**Keywords:** Aral Sea, UAV imagery, vegetation dynamics, NDVI, LAI, biomass, artificial intelligence, EfficientNet, Random Forest, GIS, remote sensing, salinity, reclamation, database, ecological monitoring.

**Kirish.**

Orolbo'yi mintaqasi Aral dengizi qurishi oqibatida yuzaga kelgan keskin ekologik inqiroz, cho'llanish va bioxilma-xillikni yo'qotish jarayonlari bilan kurashayotgan eng mo'rt hududlardan biridir [1-4, 11-13]. Muammo manbai bo'lgan suv resurslarining noto'g'ri boshqaruvi, iqlim o'zgaruvchanligi va antropogen bosim natijasida landshaft tarkibi sezilarli darajada buzildi, yashil qoplama esa yillar davomida keng miqyosda degradatsiyaga uchradi [4-7]. Mintaqada amalga oshirilayotgan o'rmon barpo etish va rekultivatsiya tashabbuslari degradatsiya sur'atini sekinlashtirishda muhim rol o'ynasa-da, ularning real samaradorligini aniqlash va resurslarni oqilona rejalashtirish uchun yuqori aniqlikdagi, muntazam yangilanib turadigan monitoring ma'lumotlari talab etiladi.

An'anaviy masofadan zondlash sensorlari (Landsat, Sentinel-2 va MODIS) hudud dinamikasini regional miqyosda kuzatishga xizmat qilib kelmoqda, biroq ularning submetrik tafsilot yetishmovchiligi to'laqonli landshaft tahlilini cheklaydi. Uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) esa kirish qiyin bo'lgan hududlarda ham centimetrlik rezolyutsiyada tasvirlarni tezkor yig'ish, real vaqt rejimida vaziyatni baholash va zamonaviy analitik usullar bilan integratsiyalash imkonini beradi. Shuning uchun UAV ma'lumotlarini sun'iy yo'ldosh tasvirlari va yer-o'lchov kuzatuvlari bilan birlashtirish, yashil qoplama holatini fazoviy-vaqtinchalik kesimda har tomonlama baholashda yangi metodologik uflarni ochadi.

Mazkur tadqiqotda UAV platformalari, sun'iy intellekt algoritmlari va GIS texnologiyalari sinergiyasida "Orolbo'yi yashil qoplama dinamikasi" nomli ko'p funksiyali ma'lumotlar bazasi shakllantirildi. Maqsad 2000-2024-yillarda mintaqaning vegetatsiya qoplamida yuz bergan o'zgarishlarni millimetr aniqligida kvantifikatsiya qilish, rekultivatsiya choralarining natijadorligini tahlil qilish va kelajak ssenariyalarini modellashtirishga ilmiy asos yaratishdir. Yaratilgan platforma foydalanuvchilarga NDVI, LAI, biomassa va yer qoplami sinflarini birlashtirgan integral qatlamlarni interfaol tarzda tasvirlash, vaqt bo'yicha taqqoslash va bashoratli tahlillarni amalga oshirishga xizmat qila-di. Ushbu yondashuv Orolbo'yi mintaqasidagi atrof-muhit boshqaruvi, rejalashtirish va jamoatchilikni xabardor qilish amaliyotiga yuqori aniqlikdagi dalil-asosli qarorlar kiritish imkonini beradi.

**Materiallar va uslublar.**

Tadqiqot Orolbo'yi mintaqasining qurigan dengiz tubi hamda Amudaryoning quyi deltasi bo'ylab 43°-46° shimoliy kenglik va 58°-61° sharqiy uzunlik oralig'ida joylashgan uchastkalarni qamrab oldi; yozda havo 45 °C gacha qiziydi, yillik yog'in esa odatda 120 mm dan kam [6-10]. Ekologik monitoringga tayanch bo'luvchi ma'lumotlar uch sathda yig'ildi: (i) centimetrlik rezolyutsiyadagi UAV ortofotolari (72 parvoz, 2024 yil may-avgust), (ii) 0,5 m lik PlanetScope mozaikalari va (iii) Sentinel-2 MSI (10 m) hamda Landsat 8/9 OLI (30 m) rasmlari 2015–2024 yillar oralig'ida bulut qoplami <10 % bo'lganlari tanlab olindi. PostgreSQL/PostGIS bazasida saqlanayotgan qatlamlar interfaol veb-portal

orqali vizuallashtirilib, cho'llanishga uchragan uchastkalarni real vaqt rejimida monitoring qilish va rekultivatsiya choralarining samaradorligini baholash imkonini berdi [3-5, 13-15].

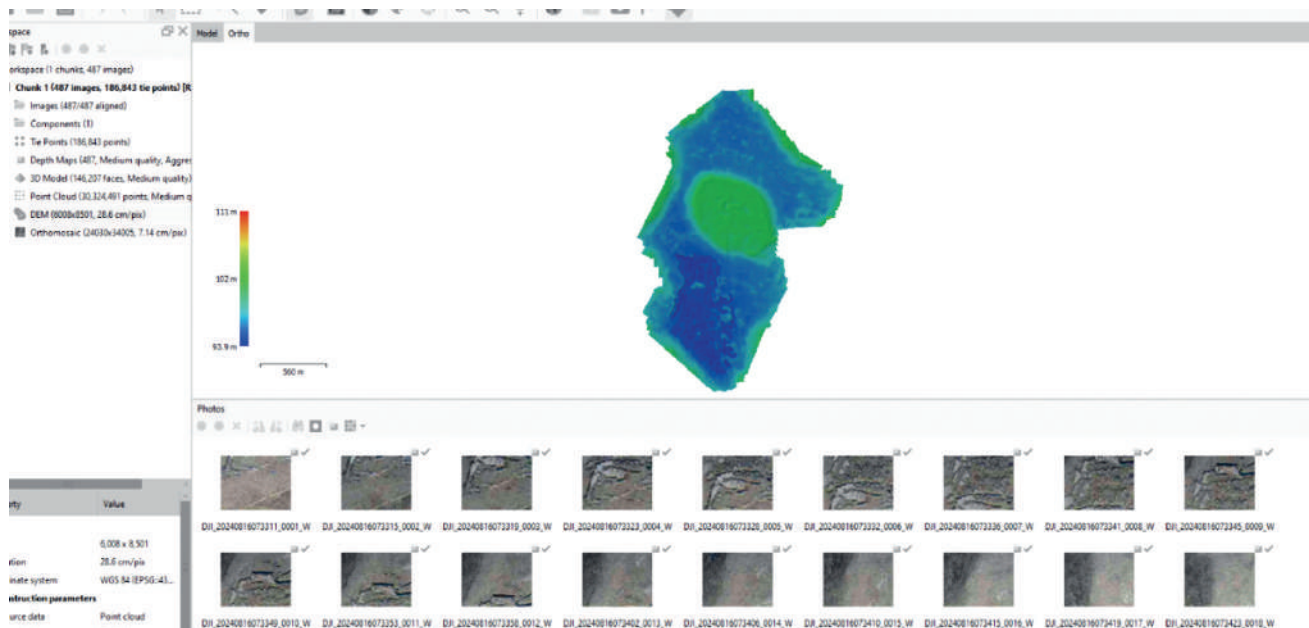
UAV platformalari multispektral va giperspektral kameralar bilan jihozlandi; parvoz yo'llari o'rmon bilan qoplangan zonalar, tabiiy tiklanish uchastkalari va sho'rlangan yalang'och tekisliklarni to'liq qamrab olishi uchun oldindan rejalashtirildi [14-19]. Tasvirlar markazlashtirilgan omborga uzatilib, ortorektifikatsiya, radiometrik kalibrlash va mozaikalashdan o'tkazildi; natijada geometriyasi aniqlashtirilgan va yorug'lik sharoitlari bo'yicha standartlashtirilgan ma'lumotlar to'plami hosil qilindi [16-19]. Ma'lumot sifati ikki bosqichda nazorat qilindi: birinchi bosqichda AI modelining xatolari confusion-matritsa yordamida baholandi; ikkinchi bosqichda dala tekshiruvda tasodifiy tanlangan 120 nuqtada UAV tasvirlari va GPS koordinatalari solishtirildi, natijada umumiy aniqlik 92 % ni tashkil etdi [15-18]. Metodologiyaning integrallashgan yondashuvi UAV, sun'iy yo'ldosh va er usti kuzatuvlarini birlashtirib, sho'rlanishga chidamli plantatsiyalarni, tabiiy yaylovlarni va degradatsiyaga uchragan uchastkalarni millimetr aniqligida xaritalashga, rekultivatsiya choralarining samaradorligini baholashga hamda kelajakdagi suv-ozuqa stsenariyalarini modellashtirishga mustahkam ilmiy poydevor yaratdi [17-19].

**Natijalar va munozara.**

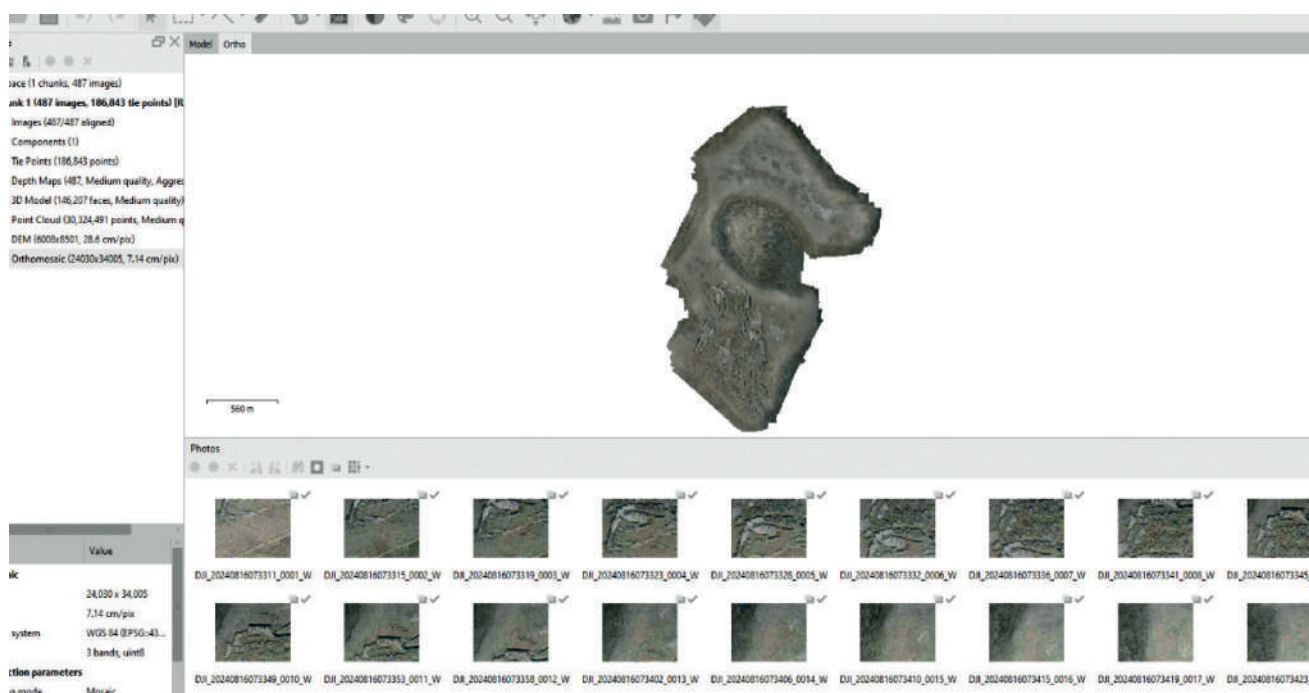
Bundan tashqari, ma'lumotlar bazasi jamoatchilikni jalb qilish va jamoatchilikni xabardor qilish kampaniyalarini qo'llab-quvvatlashi mumkin. Vaqt o'tishi bilan yashil qoplamadagi o'zgarishlarni tasavvur qilish orqali manfaatdor tomonlar tiklash ishlarining borishi va muammolarini mahalliy hamjamiyatlarga va keng jamoatchilikka yetkazishlari mumkin. Boshqaruv paneli va mobil ilovalar kabi interfaol vositalar ma'lumotlardan nomutaxassislar uchun ochiq bo'lishi mumkin, bu esa hududiy atrof-muhitni muhofaza qilish tashabbuslarida mulkchilik va ishtirok etish hissini uyg'otadi. Ommaviy foydalanish mumkin bo'lgan ma'lumotlar to'plamlari fuqarolarning ilmiy loyihalariga ham imkon beradi, bunda hamjamiyat a'zolari ma'lumotlarni to'plash va tekshirishga hissa qo'shadi, ma'lumotlar bazasini boyitadi va mahalliy imkoniyatlarni oshiradi (1-rasm).

Ma'lumotlar bazasining yana bir muhim qo'llanilishi uning ta'lim muassasalarida qo'llanilishidir. Mintaqadagi maktablar va universitetlar ma'lumotlar bazasini o'zlarining o'quv dasturlariga kiritishlari mumkin, bu esa talabalarga geofazoviy tahlil va atrof-muhit monitoringi bo'yicha amaliy tajribani taqdim etishi mumkin. Bunday yondashuv nafaqat ta'lim natijalarini yaxshilaydi, balki mintaqadagi ekologik muammolarni hal qilish uchun jihozlangan mutaxassislarning yangi avlodini tarbiyalaydi. Seminarlar va o'quv mashg'ulotlari bilim va ilg'or tajribalarni yanada kengroq jamoatchilikka foyda keltiradigan to'liqlikni yaratishi mumkin (2-rasm).

Ma'lumotlar bazasida yashil qoplama monitoringi doirasidan tashqarida potentsial ilovalar ham mavjud. Masalan, u iqlim o'zgarishi ta'siri, suv resurslarini boshqarish va qishloq xo'jaligi samaradorligi bo'yicha tadqiqotlarni



1-rasm. O‘simliklarni yashillik tasnifiga ko‘ra yashovchanligini baholash ma‘lumotlar bazasi



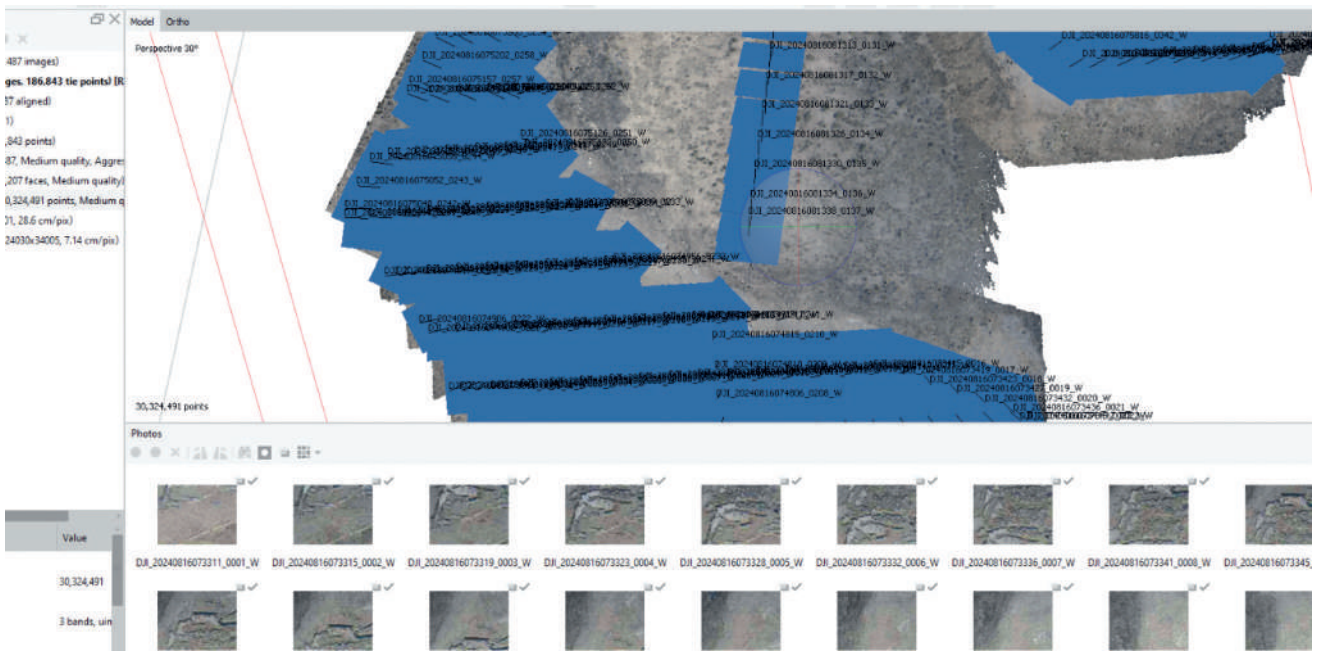
2-rasm. UAV tasvirlari ma‘lumotlar bazasini shakllantirish

qo‘llab-quvvatlashi mumkin. O‘simliklar dinamikasi, tuproq salomatligi va suv mavjudligi o‘rtasidagi munosabatlarni tahlil qilish orqali tadqiqotchilar mintaqaviy barqarorlikni oshirish uchun integratsiyalashgan strategiyalarni ishlab chiqishlari mumkin. Bundan tashqari, ma‘lumotlar bazasi chang bo‘ronlari, qurg‘oqchilik va toshqinlar kabi xavf-xatarlarga zaif hududlarni aniqlash orqali tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish bo‘yicha harakatlar haqida ma‘lumot berishi mumkin (3-rasm).

Narsalar interneti (IoT) va blokcheyn kabi rivojlanayotgan texnologiyalarning integratsiyasi ma‘lumotlar bazasi funktsionalligini yanada oshirishi mumkin. Tuproq namligi

sensorlari va ob-havo stantsiyalari kabi IoT qurilmalari UAV tasvirlarini to‘ldiruvchi real vaqtda ma‘lumotlarni taqdim etishi va yanada kengroq monitoring tizimini yaratishi mumkin. Blokcheyn texnologiyasi ma‘lumotlarning yaxlitligi va shaffofligini ta‘minlashi, manfaatdor tomonlar o‘rtasida ishonchni mustahkamlashi va xavfsiz ma‘lumotlar almashinuvini osonlashtirishi mumkin.

Ma‘lumotlar bazasi o‘sib borishi bilan u mustahkam boshqaruv va boshqaruv tuzilmalarini talab qiladi. Ma‘lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tarqatishni nazorat qilish uchun maxsus guruhni yaratish juda muhimdir. Bu guruhga masofadan zondlash, ma‘lumotlar fanlari va atrof-muhitni



3-rasm. Yashillik dinamikasini yaratishda tasvirlarni birlashtirish jarayoni

boshqarish bo'yicha mutaxassislar, shuningdek, mahalliy hamjamiyat va davlat idoralari vakillari kirishi kerak. Ma'lumotlar sifati, maxfiylik va intellektual mulk huquqlari kabi muammolarni hal qilish uchun aniq siyosat va protokollar ishlab chiqilishi kerak.

**Xulosalar:**

Xulosa qilib aytganda, UAV platformalaridan olingan yuqori aniqlikdagi tasvirlar va sun'iy intellekt algoritmlariga tayangan holda yaratilgan «Orolbo'yi yashil qoplama dinamikasi» ma'lumotlar bazasi mintaqada ekologik boshqaruv va rekultivatsiya jarayonlarini ilmiy asosda rejalashtirish uchun yangi ufqlarni ochadi. Platforma vegetatsiya qoplamidagi fazoviy-vaqtinchalik o'zgarishlarni centimetrlik rezolyutsiyada kuzatish, sho'rlanish va degradatsiyaga uchragan uchastkalarini aniqlash, shuningdek tiklash choralarini samaradorligini real vaqt rejimida baholash imkonini beradi.

Uning uzoq muddatli muvaffaqiyati doimiy yangilanishlar, manfaatdor tomonlar mahalliy hamjamiyatlar, davlat

idoralari va ilmiy muassasalar o'rtasidagi hamkorlik hamda aniq belgilangan boshqaruv mexanizmlariga bog'liq. Shu maqsadda ekspertlardan iborat turdosh guruh ma'lumotlar sifati, maxfiylik me'yorlari va intellektual mulk huquqlarini nazorat qiluvchi siyosatlarni ishlab chiqib, resursning dolzarbligi va mintaqaviy ustuvorliklarga mosligini ta'minlaydi. Innovatsion texnologiyalarni barqaror amaliyot bilan uyg'unlashtirgan holda, ushbu tashabbus Orolbo'yi hududining ekologik muvozanatini tiklash, yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish hamda mahalliy aholining hayot sifatini oshirish yo'lida takrorlanadigan muvaffaqiyatli model sifatida xizmat qiladi.

Ushbu maqola Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan ALM-202403110248-sonli shartnoma asosida moliyalashtirilgan "Sun'iy intellekt texnologiyalari asosida Orol dengizining qurigan tubi florasi inventarizatsiyasini o'tkazish va muntazam yangilanib boruvchi raqamli ma'lumotlar bazasini yaratish" mavzusidagi amaliy loyiha natijalarini yoritishga hissa qo'shadi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.
2. Chander, G., Markham, B., & Helder, D. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+ sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893–903.
3. Conrad, C., Schorch, G., Löw, F., et al. (2016). Mapping and analyzing the spatio-temporal expansion of irrigated cropland in Central Asia using multi-sensor remote-sensing data. *Remote Sensing*, 8(6), 475.
4. ESA. (2022). *Sentinel-2 MSI Technical Guide* (Issue 3.1). European Space Agency.
5. Foga, S., Scaramuzza, P., Guo, S., et al. (2017). Cloud, cloud shadow, and snow detection in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 202, 218–226.
6. Foody, G. M., & Mathur, A. (2004). Toward intelligent training of supervised image classifications: directing training data acquisition for SVM classification. *Remote Sensing of Environment*, 93(1-2), 107–117.
7. Gintzburger, G., Toderich, K., Mardonov, B., & Mahmudov, M. (2003). *Rangelands of the arid and semi-arid zones in Uzbekistan*. CIRAD-ICARDA.

6. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27.
7. Huete, A. R., Didan, K., Miura, T., et al. (2002). MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83(1-2), 195–213.
8. Kumar, L., Mutanga, O., Sannier, C., & Dymond, J. (2021). Predicting above-ground biomass in drylands with Sentinel-2 and Random Forest. *Ecological Indicators*, 122, 107278.
9. Micklin, P. (2007). The Aral Sea disaster. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35, 47–72.
10. Myneni, R. B., Ross, J., & Asrar, G. (2015). Leaf Area Index (LAI) and NDVI relationship. *Advances in Photosynthesis and Respiration*, 30, 75–100. Planet Labs PBC. (2022). *PlanetScope imaging product specifications* (Rev. 3).
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2020-yil 12-fevral). PQ-4597-son «Orolbo‘yi Xalqaro Innovatsiya Markazining faoliyatini samaradorligini oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida» qaror. Prezident.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2022-yil 28-yanvar). PF-60-son «O‘zbekiston Respublikasini Taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» farmon. Prezident.
13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2023-yil 23-noyabr). PF-199-son «“Yashil makon” loyihasini izchil amalga oshirish orqali ekologik barqarorlikni ta‘minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida» farmon. Prezident.
14. Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA SP-351*, 309–317.
15. Saidov, M., Khasanov, S., & Toderich, K. (2019). Haloxylon plantations for dust suppression on the exposed Aral seabed. *Arid Ecosystems*, 25(4), 320–329.
16. Saiga Conservation Alliance. (2020). *Reintroduction of Saiga tatarica to the Aral Sea region: Progress report 2015-2019*. Sen2Cor Team. (2023). *Sen2Cor v2.11 User Guide*. European Space Agency.
17. Toderich, K., Shuyskaya, E., & Ismail, S. (2020). Afforestation of the dried Aral Sea bed using salt-tolerant species. *Sustainability*, 12(14), 5863.
18. Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2014). Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 144, 152–171.
19. Zhu, Z., Woodcock, C. E., & Olofsson, P. (2012). Improved cloud detection for Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118, 83–94.

# IQLIM O'ZGARISHLARI BILAN BOG'LIQ MUAMMOLAR (TOSHKENT SHAHRI MISOLIDA)

**Buriyev Salimjan Samedjanovich,**  
qishloq xo'jaligi fanlari nomzodi, dotsent,  
**G'ulomov Islombek Ixomjon o'g'li,**  
tadqiqotchi,

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti,

**Roziqov Abduqodir,**  
Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti.

**Annotatsiya.** Ekologik barqarorlik tushunchasi bugungi kunda global va mintaqaviy darajadagi eng muhim ilmiy va siyosiy konsepsiyalardan biri bo'lib qolmoqda. Bu tushuncha inson faoliyati va tabiiy tizimlar o'rtasidagi murakkab o'zaro bog'liqlikni inobatga olgan holda, ekotizimlar faoliyatining davomiyligi, tashqi ta'sirlarga moslasha olishi va resurslar tiklanishini ta'minlash asosida shakllanadi. Uning asosiy tamoyillari — uzluksizlik, moslashuvchanlik va muvozanat — nafaqat nazariy jihatdan, balki ekologik boshqaruv strategiyalarining amaliy asosida ham alohida o'rin egallaydi. Bu tamoyillarni chuqur anglash va ularni modellashtirishga yondashish ekologik xavflarning oldini olish, resurslardan oqilona foydalanish va barqaror rivojlanish siyosatini samarali amalga oshirish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** barqaror rivojlanish, "barqaror rivojlanish uchburchagi", integratsiyalashgan resurslarni boshqarish (IRBM), iqlimga chidamli rejalashtirish, energiya taqchilligi va issiqlik stress.

**Аннотация.** Понятие экологической устойчивости сегодня остается одной из важнейших научных и политических концепций на глобальном и региональном уровнях. Это понятие формируется на основе обеспечения непрерывности функционирования экосистем, их способности адаптироваться к внешним воздействиям и восстановлению ресурсов с учетом сложной взаимосвязи между деятельностью человека и природными системами. Его основные принципы - непрерывность, гибкость и сбалансированность - занимают особое место не только с теоретической точки зрения, но и на практической основе стратегий экологического управления. Глубокое понимание этих принципов и подход к их моделированию позволяет предотвращать экологические риски, рационально использовать ресурсы и эффективно реализовывать политику устойчивого развития.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, "треугольник устойчивого развития", интегрированное управление ресурсами (ИУР), климат.

**Abstract.** The concept of environmental sustainability remains one of the most important scientific and political concepts at the global and regional levels today. This concept is formed on the basis of ensuring the continuity of ecosystem activity, adaptation to external influences, and resource recovery, taking into account the complex interrelationship between human activity and natural systems. Its main principles - continuity, flexibility, and balance - occupy a special place not only theoretically, but also on the practical basis of environmental management strategies. A deep understanding of these principles and an approach to their modeling will allow for the prevention of environmental risks, the rational use of resources, and the effective implementation of a sustainable development policy.

**Keywords:** sustainable development, "sustainable development triangle", integrated resource management (IRM), climate change

## Kirish.

So'nggi o'n yilliklarda atrof-muhitga inson tomonidan ko'rsatilayotgan bosimning ortib borishi, global ekologik muammolarning kuchayishi, iqlim o'zgarishining jadal-lashuvi, tabiiy resurslarning kamayishi barqaror rivojlanish masalasini jahon siyosati va ilm-fanining ustuvor mavzusi sifatida ilgari surdi [1]. Barqaror rivojlanish atamasi ilk bor 1980-yillarda Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan taklif etilgan bo'lib, 1987-yilda e'lon qilingan "Our Common Future" hisobotida bu atama keng talqin etildi [2]. Unda barqaror rivojlanish "kelajak avlodlarning o'z ehtiyojlarini qondirish imkoniyatlarini cheklamagan holda, hozirgi

ehtiyojlarni qondirish" sifatida ta'riflangan. Bu yondashuv ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy mezonlar o'rtasidagi muvo-zanatni saqlashga qaratilgan.

Barqaror rivojlanish nazariyasiga ko'ra, atrof-muhitni muhofaza qilish, iqtisodiy o'sishni ta'minlash va ijtimoiy adolatni qaror toptirish bir-biri bilan ajralmas holda olib borilishi lozim [3]. Mazkur uchlik konsepsiya "barqaror rivojlanish uchburchagi" nomi bilan mashhur bo'lib, har bir komponentning zaiflashuvi boshqalarining barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [4]. Masalan, iqtisodiy o'sish ekologik muvozanatni buzishi mumkin, yoki ijtimoiy tengsizlik muhit resurslariga adolatsiz kirishish holatlarini kuchaytiradi.

Shu sababli, bugungi global va mintaqaviy siyosat ekologik manfaatlarni iqtisodiy rejalar va ijtimoiy dasturlar bilan uyg'unlashtirishga intilmoqda [5].

Barqaror rivojlanish maqsadlarini aniqlash, ularni monitoring qilish va amalga oshirish yo'llarini ishlab chiqishda bir qancha ilg'or ilmiy yondashuvlar shakllangan [6]. Ular orasida quyidagilar alohida e'tiborga molik: integratsiyalashgan resurslarni boshqarish (IRBM) [7], ekologik xizmatlar yondashuvi, yashil infratuzilma tizimlari, tabiatga asoslangan yechimlar (Nature-based Solutions – NbS) [8], va iqlimga chidamli rejalashtirish [9]. Bularning barchasi barqaror rivojlanishni nafaqat nazariy asoslash, balki amaliyotga tatbiq etish uchun zaruriy mexanizmlarni taklif etadi.

Masalan, integratsiyalashgan resurslarni boshqarish yondashuvi suv, tuproq, bioresurslar va landshaftlardan foydalanishni yagona boshqaruv modeli asosida olib borishni ko'zlaydi [10]. Bu esa resurslar o'rtasidagi bog'liqlikni inobatga olgan holda ularni yanada samarali va ekologik xavfsiz boshqarishni ta'minlaydi. Tabiatga asoslangan yechimlar esa tabiiy jarayonlarni tiklash va ulardan foydalangan holda insoniy ehtiyojlarni qondirishga yo'naltirilgan bo'lib, masalan, daryo deltalarida ko'l zonalarini tiklash orqali suv toshqinlarini kamaytirish, yoki shahar hududlarida yashil maydonlar barpo etish orqali havo sifatini yaxshilash kabi misollarni o'z ichiga oladi [11].

Bundan tashqari, yashil infratuzilma yondashuvi urbanizatsiya jarayonlarida ekologik funksiyalarni saqlovchi tuzilmalarni yaratishga asoslanadi. Bu yondashuv transport, energetika va qurilish kabi sohalarda ekologik jihatdan zararsiz texnologiyalarni qo'llash, ekologik yo'laklar (green corridors), yomg'ir suvlari yig'uvchi inshootlar, yashil tomlar (green roofs) va vertikal bog'lar kabi elementlarni o'z ichiga oladi [12, 13]. Bunday infratuzilma elementlari ekologik muvozanatni qo'llab-quvvatlabgina qolmay, shahar muhitida inson salomatligi, ijtimoiy farovonlik va energetik samardorlikka ham xizmat qiladi.

Ekologik muvozanatni saqlashda ushbu ilg'or yondashuvlarning muvaffaqiyatli amalga oshirilgan holatlari ham mavjud [14]. Masalan, Germaniya va Niderlandiya kabi mamlakatlar urbanizatsiya jarayonida yashil infratuzilmani majburiy standart sifatida qabul qilgan. Singapurda esa har bir yangi qurilish loyihasi ekologik ko'rsatkichlarga muvofiq ekologik kompensatsiya mexanizmlari orqali baholanadi [15]. O'zbekiston sharoitida bu yondashuvlar asta-sekin joriy etilmoqda. Jumladan, "Yashil makon", "Ekologik sertifikatlash", va "Yashil energiya" dasturlari ekologik muvozanat va barqaror rivojlanish tamoyillariga asoslangan holda ishlab chiqilgan [16].

Ekologik muvozanatni saqlash va barqaror rivojlanishni ta'minlash uchun klassik yondashuvlar bilan bir qatorda, zamonaviy, ilg'or va ilm-fan yutuqlariga asoslangan integratsiyalashgan yondashuvlar zarur. Ayniqsa, Toshkent shahri kabi yirik urbanizatsiyalashgan hududlarda ekologik muvozanatga yetkazilayotgan bosim kuchli bo'lgani sababli, ushbu yondashuvlarni mahalliy sharoitlarga mos holda moslashtirish va modellashtirish alohida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

### Natijalar va munozara.

Iqlim o'zgarishi va yer sathi haroratining ekologik barqarorlikka ta'siri. Global iqlim o'zgarishining mahalliy darajadagi ifodasi ko'p hollarda yer sathi haroratining ortishi va shahar issiqlik orollari effektining kuchayishi orqali namoyon bo'ladi. Toshkent shahri bu jarayonning yaqqol misollaridan biri sifatida, oxirgi ikki o'n yillikda ekologik barqarorlik mezonlarida jiddiy o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Urbanizatsiyaning jadalligi, transport vositalari va sanoat emissiyalarining ko'payishi, yashil zonalarining qisqarishi, hamda yorituvchi-sopol (asfalt, beton) materiallar ulushining ortishi natijasida yer sathi harorati doimiy ravishda ko'tarilmoqda.

Quyidagi jadvalda ilg'or ilmiy yondashuvlar, ularning mohiyati, asosiy qo'llanilish yo'nalishlari va Toshkent shahri sharoitida potensial tatbiq etilishi haqida umumlashtirilgan ma'lumotlar berilgan (1-jadval).

2005–2024 yillar davomida Toshkent shahrining yozgi mavsum uchun o'rtacha yer sathi harorati 32,1°C dan 39,0°C gacha ko'tarilgan. Bu 7°C ga yaqin ortish, shahar landshaftining issiqlik tutish va qayta chiqarish xususiyatlari tubdan o'zgarganini bildiradi. LST ning yillik o'zgarish tendensiyasi quyidagi grafikda ifodalangan (1-rasm).

Ushbu natija shahar iqlimining izchil isib borayotganini, ayniqsa yozgi ekstremal haroratlar sonining ortganini ko'rsatadi. Grafikda issiqlik oroli intensivligi ham alohida o'qda (auxiliary axis) keltirilgan bo'lib, 2005-yildagi 1,4°C dan 2024-yilda 3,5°C gacha ortgani kuzatilgan. Bu – markaziy tumanlar va ular atrofidagi infratuzilmalarning tuproq, havo va issiqlik almashinuviga salbiy ta'sir qilyotganini bildiradi.

Fazoviy jihatdan, issiqlik orollari eng yuqori bo'lgan hududlar Yakkasaroy, Shayxontohur, Mirobod va Chilonzor tumanlarida kuzatilgan. Ushbu zonalarda asfalt qoplamasi ulushi 70% dan oshgan bo'lib, yashil qoplama esa 10% dan past darajaga tushgan. Ushbu hududlarda 2005-yilga nisbatan 2024-yilda yer sathi haroratining taqriban 15°C ga ortganini ko'rsatadi (2-rasm).

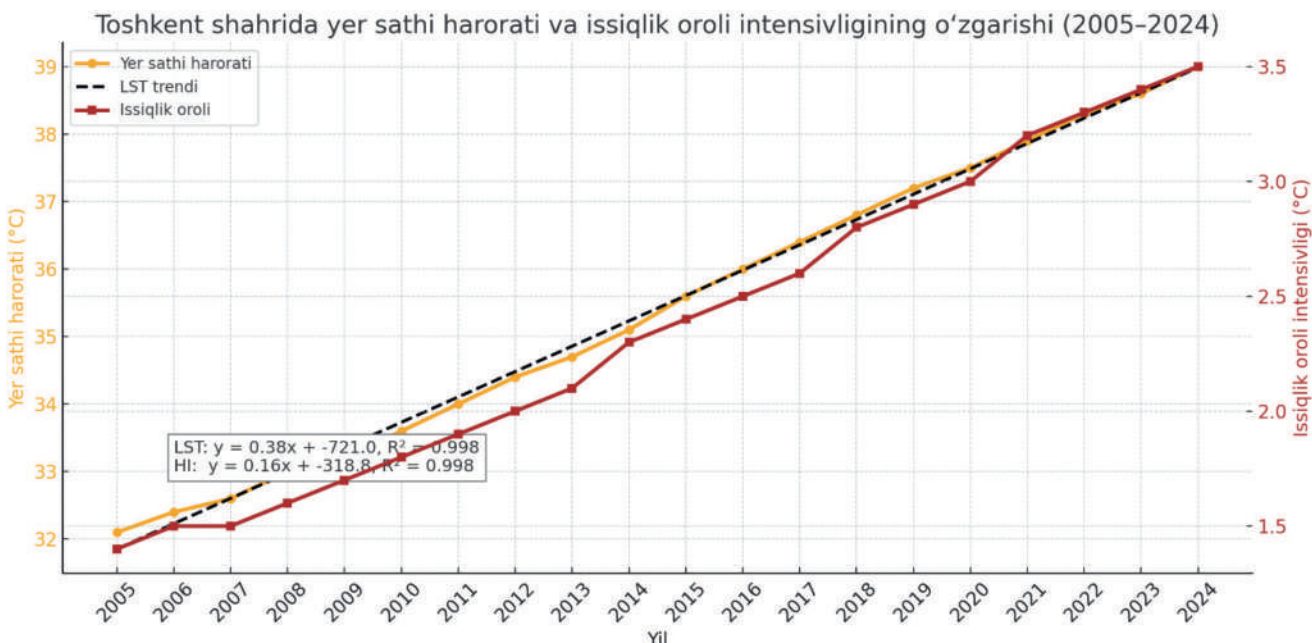
Iqlim isishining Toshkent shahridagi ekologik barqarorlikka ta'siri ko'p yo'nalishda namoyon bo'lmoqda. Birinchidan, havo haroratining ortishi bilan havoda PM2.5 va NO<sub>2</sub> zarrachalarining saqlanish muddati uzayadi. Bu esa sog'liq uchun xavflarning kuchayishiga olib keladi. Ikkinchidan, tuproq namligini yo'qotish tezlashadi va bu ko'rsatilgan degradatsiya jarayonlarini kuchaytiradi. Uchinchidan, yashil hududlarning stressga tushishi ularning biomassasi va ekologik xizmatlarini pasaytiradi, bu esa vegetatsiya qisqarishini tezlashtiradi.

Issiqlik orollari effekti shuningdek ijtimoiy tengsizlik elementiga ham ega, chunki ko'plab zich yashash hududlari (masalan, eski uy-massivlar, sanoat atrofidagi kvartallar) ekologik jihatdan zaif, haroratga nisbatan noqulay bo'lgan zonalarda joylashgan. Aholi bu hududlarda ko'proq salomatlik muammolari, energiya taqchilligi va issiqlik stressiga duch kelmoqda.

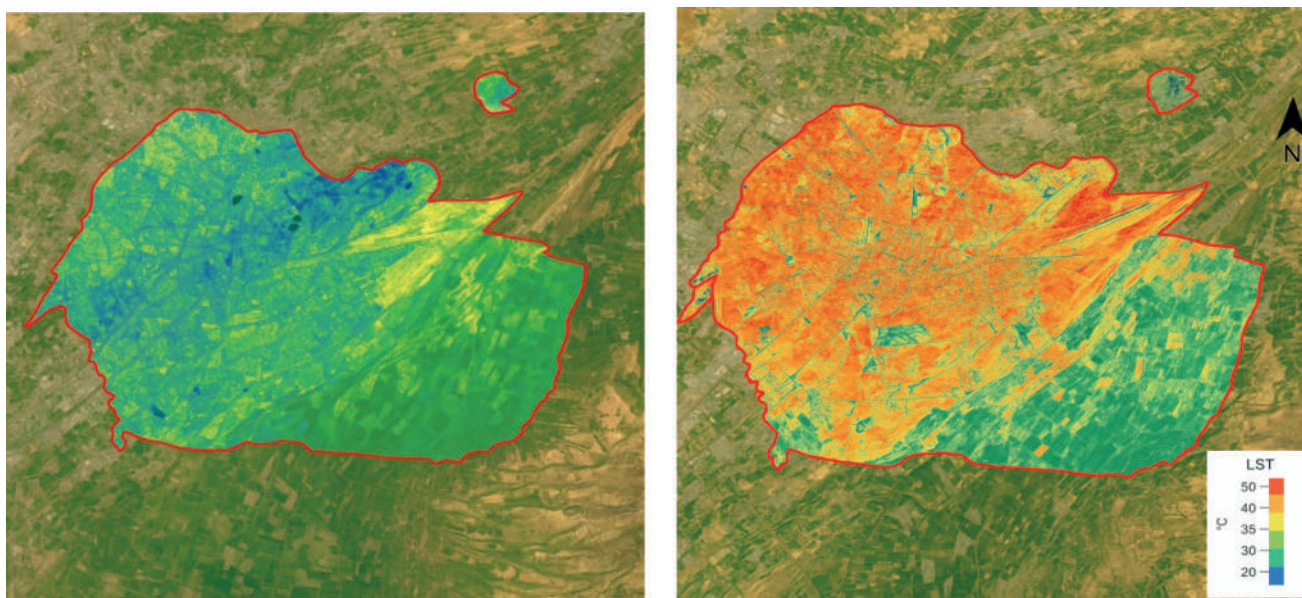
Bu holatda barqarorlikni ta'minlash uchun adaptatsion yondashuv zarur. Bunga quyidagilar kiradi: yashil inshoot-

**Barqaror rivojlanish va ekologik muvozanatni ta'minlovchi ilg'or ilmiy yondashuvlar**

T/r	Yondashuv nomi	Mohiyati	Qo'llanilish sohasi	Toshkent sharoitida tatbiq imkoniyati
1	IRBM (Integrated Resource Management)	Tabiiy resurslarni integratsiyalashgan boshqaruv	Suv, tuproq, bioresurslar	Yuqori
2	NbS (Nature-based Solutions)	Tabiiy jarayonlar va ekotizimlarga asoslangan yechimlar	Suv toshqini, havo sifati, shahar muhit	O'rtacha–yuqori
3	Yashil infratuzilma	Ekologik funksiyalarni saqlovchi muhandislik yechimlari	Qurilish, transport, suv boshqaruvi	Yuqori
4	Ekologik xizmatlar modeli	Ekotizimlar tomonidan taqdim etiluvchi xizmatlarni baholash	Landshaft boshqaruvi, turizm	O'rtacha
5	Iqlimga chidamli rejalashtirish	Iqlim o'zgarishiga moslashgan rivojlanish strategiyalari	Shaharsozlik, energetika, infratuzilma	Yuqori



1-rasm. Toshkent shahrida yer sathi harorati va issiqlik oroli intensivligining o'zgarishi (2005–2024)



a) 2005-yil holati

b) 2024-yil holati

2-rasm. Yer sathi harorati (LST) fazoviy taqsimoti xaritasi.

lar (yashil tom, ko'chatli yo'l chetlari), suv yuzalarining tiklanishi, soyali maydonlar yaratish, va asfalt/monolitik sirtlarni ekologik jihatdan bardoshli materiallarga almashtirish. Shuningdek, GAT texnologiyalari orqali LST va issiqlik orollarini doimiy monitoring qilish, bu zonalarning ekologik rejalashtirishda asosiy omil sifatida kiritilishini ta'minlaydi.

Yuqoridagi ma'lumotlar Toshkent shahrida iqlim isishining, ayniqsa LST va issiqlik orollari shaklida namoyon bo'lishining barqarorlikka tahdid sifatida tobora kuchayib borayotganini ko'rsatadi.

#### **Xulosa.**

Ekologik tahdidlarning intensivligi transport, sanoat va iqlim o'zgarishi bilan bog'liq yuklamalarda ham yaqqol ko'zga tashlandi. Avtomobil oqimi va sanoat chiqindilari hajmi doimiy ravishda ortib bormoqda, bu esa havoga chiqariladigan gazlar, chang va issiqlik emissiyalarini kuchaytirgan. Yer sathi harorati 2005–2024 yillar davomida 32.1°C dan 39.0°C gacha oshgan bo'lib, issiqlik orollari effekti 3.5°C

darajasiga yetdi. Bu holat shahar ekologik barqarorligini ta'minlash uchun favqulodda kompleks chora-tadbirlarni talab etadi.

Shuningdek, ekologik muvozanatni ta'minlashda zamonaviy ilm-fan yutuqlari asosida ishlab chiqilgan barqaror rivojlanish yondashuvlari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tabiatga asoslangan yechimlar, yashil infratuzilma, integratsiyalashgan resurslar boshqaruvi kabi strategiyalar, ekologik muhitga yetkazilayotgan bosimni kamaytirish, resurslar qayta tiklanishini qo'llab-quvvatlash hamda shahar ekologiyasini sog'lomlashtirishga xizmat qilmoqda. Bu yondashuvlarni Toshkent shahri misolida modellashtirish va ulardan foydalanish imkoniyatlarini tahlil qilish keyingi boblarda taklif etiladigan metodologiyaning ilmiy asosini belgilaydi. Shu orqali ekologik omillarning ta'sir mexanizmlarini fazoviy va statistik tahlil qilish, shahar ekologik barqarorligini baholash uchun ilmiy yondashuvni shakllantirish imkoniyati yaratiladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Verma A. K. Ecological balance: An indispensable need for human survival // *Journal of Experimental Zoology, India*. – 2018. – Vol. 21, №1. – P. 407–409
2. Voronkova V., Metelenko N., Nikitenko V., Silina I. System analysis of the economy of sustainable development as environmentally balanced and socially oriented one // *Humanities Studies*. – 2019. – №1 (78). – P. 86–97.
3. Tamburino L., Bravo G. Reconciling a positive ecological balance with human development: A quantitative assessment // *Ecological Indicators*. – 2021. – Vol. 129. – Article ID 107973
4. Huber J. Towards industrial ecology: Sustainable development as a concept of ecological modernization // *Journal of Environmental Policy and Planning*. – 2000. – Vol. 2, №4. – P. 269–285
5. Simon D. Sustainable development: Theoretical construct or attainable goal? // *Environmental Conservation*. – 1989. – Vol. 16, №1. – P. 41–48.
6. Ekins P. 'Limits to growth' and 'sustainable development': Grappling with ecological realities // *Ecological Economics*. – 1993. – Vol. 8, №3. – P. 269–288
7. Glasby G. P. Sustainable development: The need for a new paradigm // *Environment, Development and Sustainability*. – 2002. – Vol. 4. – P. 333–345
8. National Research Council, Policy Division, Board on Sustainable Development, Committee on Global Change Research. *Global environmental change: Research pathways for the next decade*. – Washington, D.C.: National Academies Press, 1999
9. Haque M. S. Environmental discourse and sustainable development: Linkages and limitations // *Ethics and the Environment*. – 2000. – Vol. 5, №1. – P. 3–21
10. Zhang G., Abbas A., Manzoor S., Khan A. Efficacy of green energy development and education in driving the ecological balance of developing Asian countries // *Environment, Development and Sustainability*. – 2025. – P. 1–26
11. Oguanobi V. U., Joel O. T. Geoscientific research's influence on renewable energy policies and ecological balancing // *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*. – 2024. – Vol. 7, №02. – P. 073–085
12. Duran D. C., Gogan L. M., Artene A., Duran V. The components of sustainable development – a possible approach // *Procedia Economics and Finance*. – 2015. – Vol. 26. – P. 806–811.
13. Duran D. C., Gogan L. M., Artene A., Duran V. Sustainable development // *Procedia Economics and Finance*. – 2015. – Vol. 26. – P. 812–819
14. Bina O. The green economy and sustainable development: An uneasy balance? // *Environment and Planning C: Government and Policy*. – 2013. – Vol. 31, №6. – P. 1023–1047
15. Sneddon C., Howarth R. B., Norgaard R. B. Sustainable development in a post-Brundtland world // *Ecological Economics*. – 2006. – Vol. 57, №2. – P. 253–268
16. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. Respublikada yashillik darajasini yanada oshirish, "Yashil makon" umummilliy loyihasini izchil amalga oshirish orqali ekologik barqarorlikni ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida. – 2023. – PF-199-son

## QISHKI BUG‘DOY DALASIDA KICHIK MIQDORDAGI ENERGIYA MUDDATLARINI HISOBGA OLGAN HOLDA ENERGIYA BALANSI YOPILISHINI YAXSHILASH

**Eshonqulov Ravshan Abdurazakovich,**

Qarshi davlat texnika universiteti “Ekologiya va atrof muhit muhofazasi” kafedrasini mudiri,  
texnika fanlari doktori, dotsent.

**Annotatsiya.** Eddy Kovariatsiya (EK) texnikasi bilan yer yuzasida o‘lchangan turbulent oqimlar odatda umumiy radiatsiya va yer osti issiqlik oqimi o‘rtasidagi farqdan ancha past bo‘ladi. Bu energiya balansini yopilishi (EBY) muammosi sifatida tanilgan. Bu yer yuzasi modellarini tasdiqlash uchun juda muhimdir, chunki u energiya oqimlarining miqdori va qismlarga ajratilishi bo‘yicha katta noaniqlikni keltirib chiqaradi. Energiya balansidagi bo‘shliq tuproq-o‘simlik-atmosfera tizimida qo‘shimcha energiya zaxiralari izlashni talab qiladi. Ushbu kichik saqlash miqdorlarini o‘lchangan EBYga qo‘shgan hissasini baholash uchun biz ushbu kichik saqlash muddatlari Germaniyaning janubi-g‘arbiy qismidagi Kraichgau mintaqasida o‘lchangan EBYga qo‘shgan hissasini baholash uchun ketma-ket ikki mavsumda (2015 and 2016) eksperimental tadqiqotlar o‘tkazildi. O‘lchagan va hisoblangan kichik saqlash muddatlari o‘simlik qoplamidagi entalpiya o‘zgarishini ( $S_c$ ), havo entalpiyasining o‘zgarishini ( $S_a$ ), fotosintez va nafas olish orqali energiya sarfi va chiqarilishini ( $S_p$ ) va atmosferadagi namlikning o‘zgarishini ( $S_q$ ) o‘z ichiga oladi. Bundan tashqari, tuproqning issiqlik zaxirasi ( $S_g$ ) EK futprintning turli joylarida aniqlandi va EK stantsiyasining bir nuqtasidagi  $S_g$  o‘lchovlari bilan taqqoslandi. Yer osti issiqlik oqimini hisoblash uchun kalorimetrik va garmonik tahlillar o‘tkazildi. O‘simliklarning o‘sishini mahsuldorlik bosqichida ularning yuqori darajada CO<sub>2</sub> o‘zlashtirilishi tufayli  $S_p$  EBYni yaxshilashga eng kuchli ta‘sir ko‘rsatdi. 2015 yilda barcha kichik saqlash muddatlari birgalikda EBYni o‘rtacha 5,0% ga oshirdi, maksimal qiymati 7,4% ni tashkil etdi, 2016 yilda yaxshilanish o‘rtacha 6,8% va may oyida 8,4% ni tashkil etdi. Plastinka ma‘lumotlari asosida garmonik tahlil bilan hisoblangan yer osti issiqlik oqimi EBYni ko‘proq kalorimetrik usulga qaraganda 3% qisqartirdi. Xulosa qilib aytganda, kichik saqlash muddatlarini hisobga olgan holda va yer osti issiqlik oqimi ma‘lumotlariga garmonik tahlilni qo‘llash orqali yaxshiroq EBYga erishish mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlar haqida gap ketganda, to‘liq yil davomida energiya muddatlarini o‘lchashga e‘tibor qaratishni tavsiya etiladi, chunki vegetatsiya davrida to‘plangan energiya yilning qolgan vaqti davomida tizimdan yo‘qolishi mumkin. Shunga qaramay, kichik energiya muddatlarining EBYga qo‘shgan muhim hissasi shuni ko‘rsatadiki, ya‘ni barcha yetishmayotgan energiyani turbulent deb hisoblanganda turbulent energiya oqimlari, ehtimol, yuqori baholab yuboriladi, masalan, Bouen koeffitsienti bilan yopish orqali tuzatiladigan odatiy yondashuvni keltrish mumkin.

**Kalit so‘zlar:** Eddy kovariatsiya (EK), energiya balansini yopilishi (EBY), kichik miqdorda saqlangan energiya, tuproqda saqlangan issiqlik, qishgi bug‘doy.

**Аннотация.** Турбулентные потоки, измеренные на поверхности с помощью метода вихревой ковариации (ВК), обычно намного ниже разницы между общим излучением и подповерхностным тепловым потоком. Это известно как проблема закрытые энергетического баланса (ЗЭБ). Это имеет решающее значение для проверки моделей поверхности Земли, поскольку вносит значительную неопределенность в величину и распределение потоков энергии. Разрыв в энергетическом балансе требует поиска дополнительных резервов энергии в системе почва-растение-атмосфера. Чтобы оценить вклад этих небольших объемов хранения в измеренный ЗЭБ, мы провели экспериментальные исследования в течение двух последовательных сезонов (2015 и 2016 гг.) в регионе Крайхгау на юго-западе Германии. Измеренные и рассчитанные периоды малого хранения включают изменение энтальпии растительного покрова ( $S_c$ ), изменение энтальпии воздуха ( $S_a$ ), потребление и выделение энергии в процессе фотосинтеза и дыхания ( $S_p$ ), а также изменение влажности атмосферы ( $S_q$ ). Кроме того, в разных точках зоны действия станции ВК определялось накопление тепла в почве ( $S_g$ ) и сравнивалось с измерениями  $S_g$  в одной точке станции ВК. Для расчета подземного теплового потока были проведены calorиметрический и гармонический анализы. Наибольшее влияние на улучшение ЗЭБ оказали  $S_p$  в продуктивную фазу роста растений из-за их высокого поглощения CO<sub>2</sub>. В 2015 году все небольшие периоды хранения в совокупности увеличили ЗЭБ в среднем на 5,0%, при максимальном значении 7,4%, тогда как в 2016 году улучшение в среднем составило 6,8% и достигло пика в 8,4% в мае. Поток тепла от грунта, рассчитанный с помощью гармонического анализа на основе данных пластины, снизил ЗЭБ на 3% по сравнению с более calorиметрическим методом. В заключение следует отметить, что лучшего показателя ЗЭБ можно достичь, рассматривая небольшие периоды хранения и применяя гармонический анализ к данным о подземном тепловом потоке. При проведении будущих исследований рекомендуется сосредоточиться на измерении энергетических периодов в течение всего года, поскольку энергия, накопленная в течение вегетационного периода, может быть потеряна из системы в течение остальной части года. Однако значительный вклад малых энергетических членов в ЗЭБ предполагает, что, если предположить, что вся недостающая энергия

является турбулентной, то турбулентные потоки энергии, вероятно, будут переоценены, чего можно добиться с помощью обычного подхода подгонки, например, с помощью коэффициента Боуэна.

**Ключевые слова:** Вихревая ковариация (ВК), закрытые энергетического баланса (ЗЭБ), небольшие количества запасенной энергии, накопление тепла в почве, озимая пшеница.

**Abstract.** Turbulent fluxes at the land surface measured by the Eddy Covariance (EC) technique are typically considerably less than the difference between net radiation and ground heat flux. This is known as the energy balance closure (EBC) problem. It is crucial for validating land surface models as it provokes substantial uncertainty to the magnitude and partitioning of energy fluxes. The gap in the energy balance calls for searching for additional energy terms in the soil-plant-atmosphere system. To evaluate the contribution of these minor storage terms to the measured EBC, we conducted an experimental study to evaluate the contribution of these minor storage terms to measured EBC in the Kraichgau region in southwest Germany over two consecutive growing seasons (2015 and 2016). The measured and calculated minor storage terms comprised the enthalpy change in the plant canopy ( $S_c$ ), the air enthalpy change ( $S_a$ ), the energy consumption and release by photosynthesis and respiration ( $S_p$ ), and the atmospheric moisture change ( $S_g$ ). Furthermore, the soil heat storage ( $S_g$ ) was determined at different locations within the EC footprint and compared to the single point measurements of  $S_g$  at the EC station. Calorimetric and harmonic analysis were performed to compute ground heat flux.  $S_p$  had the strongest effect in improving EBC due to the high net CO<sub>2</sub> uptake during the productive phase of plant growth. In 2015, all minor storage terms together increased EBC by 5.0 % on average, with a maximum value of 7.4 % in May, while the improvement in 2016 was 6.8 % on average and 8.4 % in May. Ground heat flux computed with the harmonic analysis based on plate data narrowed the EBC by 3 % more than the calorimetric method. In summary, a better EBC can be achieved by considering minor storage terms and applying a harmonic analysis to ground heat flux data. Regarding future research, we recommend to focus on year-round measurements of energy terms because energy stored during the growing season might be lost from the system during the rest of the year. Nonetheless, the significant contribution of minor energy terms to EBC indicates that turbulent energy fluxes are most likely overestimated when all the missing energy is assumed to be turbulent – the typical approach when fluxes are corrected by the Bowen ratio post-closure method for instance.

**Keywords:** Eddy Covariance, energy balance closure, minor storage terms, winter wheat.

### Kirish.

Eddi kovariatsiya texnikasi quruqlik va atmosfera o'rtasida suv, energiya yoki kichik miqdordagi gazlarining turbulent almashinuvini baholash uchun keng tarqalgan mikrometeorologik usul hisoblanadi. Bugungi kunda, EK usuli meteorologlar, agronomlar, biologlar, gidrologlar, geografilar va ekologlarni o'z ichiga olgan keng olimlar jamoasi tomonidan qo'llaniladi. TK3.1 [1] yoki EddyPro® [2] kabi ochiq dasturiy ta'minot paketlarini ishlab chiqish rivojlanishi bilan EK ma'lumotlarini qayta ishlash va baholashni amaliyotga yanada keng joriy etishga olib keldi. Shunga qaramay, yer yuzidagi energiya oqimlarini o'rganish uchun EK usulini qo'llash muayyan kamchiliklar bilan bog'liq. Termodinamikaning birinchi qonuniga binoan quruqlik yuzasida kiruvchi va chiquvchi energiya o'zaro muvozanatda bo'lishi kerak. Biroq, EK o'lchovlaridan kelib chiqadigan turbulent oqimlar umuman olganda quruqlik yuzasida o'lchangan mavjud energiyadan tizimli ravishda kichikroq. Ushbu energiya balansidagi bo'shliq mikrometeorologik tadqiqotlarda keng qamrovli va doimiy muammo hisoblanadi [3,4].

Odatda, yuza energiya balansini turbulent oqimlarning yig'indisidan ya'ni seziluvchan issiqlik ( $H$ ) va yashirin issiqlik ( $LE$ ), kichik saqlash muddatlari ( $S_p$ ,  $S_c$ ,  $S_a$  va  $S_g$ ), mavjud energiya, ya'ni umumiy radiatsiya ( $R_n$ ) va yer osti issiqlik oqimi ( $G$ ) farqi bilan tavsiflanuvchi energiyalar bilan hisoblash mumkin [5]:

$$H + LE + S_a + S_c + S_p + S_g = R_n - G \quad (1)$$

bu yerda  $S_a$  (Vt/m<sup>2</sup>) - havo entalpiyasining o'zgarishi,  $S_c$

(Vt/m<sup>2</sup>) - atmosferadagi namlikning o'zgarishi,  $S_p$  (Vt/m<sup>2</sup>) - fotosintez va nafas olishdagi energiya sarfi va ajralib chiqishi,  $S_c$  (Vt/m<sup>2</sup>) - bu o'simlik qoplamida entalpiyaning o'zgarishi. Barcha oqimlar Vt/m<sup>2</sup> da berilgan. Eslatma: standart EK tadqiqotlarida tenglamaning chap tomonidagi saqlash muddatlari odatda hisobga olinmaydi.

Energiya balansining nomuvofiqligi amaliy jihatda turbulent oqimlarning yetrlicha baholanmasligi yoki mavjud energiyaning ortiqcha baholanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. EBYning odatdiy qiymatlari  $(H + LE)/(R_n - G)$  deb belgilanganligi kabi aksariyat (agro-) ekotizimlar uchun 70 dan 90% gacha bo'ladi [6,7]. Yuza energiya nomuvofiqligi muammosining mumkin bo'lgan sabablarini aniqlash uchun ko'plab tadqiqotlar o'tkazildi. Muhim sabablarga EK o'lchovlarining instrumental xatolari [3,8], tuproq, havo va o'simliklarda energiya saqlash muddatlarini e'tiborsiz qoldirish [5,9] yoki radiatsiya o'lchash bilan bog'liq muammolarni [10] ko'rsatish mumkin. EBYdagi bo'shliqlarning boshqa asosiy talqinlari o'z ichiga ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida past chastotali ulushlarning yo'qolishi kiritish mumkin, chunki nomuvofiq vaqtinchalik o'rtacha davrlar sababi bitta EK minorasi tomonidan mezomiyosli oqimlarni tutib bo'lmaydi [11], shuningdek murakkab relyef va yuza geterogenligini [12] ham keltirish mumkin.

Yuqorida kelirilgan omillar tadqiqotlarda tez-tez muhokama qilingan va EBY muammosining omillari sifatida o'rganilgan [11,13-16], so'nggi izohlar tuproq-o'simlik-atmosfera tizimida energiyani saqlash muddatlarini e'tiborsiz

qoldirishini o'z ichiga olib, bular bevosita EK qurilmalari bilan o'lchanmaydi [4,17]. Ushbu kichik saqlash muddatlari odatda qoldirilib ketiladi, chunki ularni o'lchash qiyin va kichik deb hisoblashadi. Makkajo'xori va soya dalalarida ushbu muddatlarning EBYga ta'sirini baholashga qaratilgan dastlabki urinishlar olimlar tomonidan amalga oshirilgan [9]. Saqlashning kichik muddatlariga odatda havo entalpiyasi o'zgarishi, atmosfera namligining o'zgarishi, fotosintez va nafas olishdagi energiya sarfi va ajralib chiqishi, o'simlik biomassasida issiqlik saqlanishi va shudring suvining issiqlikni saqlashi kiradi [5]. Qishloq xo'jaligi dalalarida o'tkazilgan avvalgi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, CO<sub>2</sub> ni o'zlashtrilishi va o'simlik biomassasidagi issiqlik natijasida saqlangan energiya EBYni yaxshilash uchun eng mos bo'lgan miqdor hisoblanadi [9,18]. Fotosintez va nafas olish orqali energiya almashinuvi EK tomonidan CO<sub>2</sub> ning umumiy ekotizim almashinuvining (UEA) konversiyasi sifatida bevosita o'lchanadi [4].

O'rmon ekotizimlarida qo'shimcha saqlash muddatlarini hisobga olgan holda (biomassa, havo va tuproqdagi issiqlik omborlari) EBYni 86 foizdan 95 foizgacha yaxshilagan [19]. Yevropaning ignabargli o'rmon maydonlarida fotosintetik faollik tufayli to'plangan havo va biomassada issiqlik saqlanishini o'lchash orqali 90% dan 100% gacha yaxshilanish haqida ma'lumot berilgan [20]. Ayrim tadqiqotchilar ham kichik issiqlik saqlash muddatlarini hisobga olgan holda EBYni yaxshilashga erishishgan [21,22].

EK o'lchovlarining energiya balansining yopilishi, shuningdek, miqyosga bog'liqligi ham mavjud bo'lib [18], bu kuzatuv davrida turbulent oqimlarning manbasini (futprint) hisobga olishni muhimligini oshiradi [23]. Futprint shamol tezligi va yo'nalishi, yer yuzasining notekisligi, o'lchov balandligi, atmosferaning barqarorligi va moddalar almashinuvchi chegara qatlami balandligiga bog'liq [18,24,25]. Bir nechta tadqiqotchilar EBY va futprint o'rtasidagi munosabatni o'rganishgan. Ayrim olimlar [18] futprint kattalashishi bilan EBY kamayadi deb ta'kidlashsa, boshqalari [14] FLUXNET tadqiqot maydonlari bo'yicha EBY va futprint o'rtasida hech qanday statistik aloqani topishmadi.

Yer yuzasining energiya balansini bexato aniqlashda asosiy komponent bo'lib yer osti issiqlik oqimi hisoblanadi [5,26–29]. O'sayotgan ekinlar uchun, umumiy nurlanishning 1 - 10% ni bir soatlik asosida hisoblab olinadi [28], uni hisob ishlarida ishlatilmasligi EBYda katta xatolarga olib kelishini ta'kidlangan [28,30]. Sauer va boshq. [31] yer osti issiqlik oqimi va uning EBY uchun roli haqida keng qamrovli sharh taqdim etishdi. Shuningdek, ular dala sharoitida tuproqning issiqlik zaxiralarning fazoviy o'zgarishning muhimligini ta'kidladilar. Biroq, yer osti issiqlik oqimining manba maydoni odatda *H* va *LE* ning futprintidan ancha kichik bo'lib, EBY miqdoriga sezilarli noaniqlik qo'shadi. Bundan tashqari, tuproqda saqlangan issiqlik yer osti issiqlik oqimining asosiy tarkibiy qismidir va u yer yuzasi EBY baholashda muhim rol o'ynaydi [32,33]. Tuproq sathidagi yer osti issiqlik oqimi, agar u tuproq yuzasidan bir necha santimetr quyiroqda o'lchangan

bo'lsa, yetarlicha baholanmaydi. Tuproq yuzasida "haqiqiy" yer osti issiqlik oqimini olish uchun tuproq yuzasi va tuproq issiqlik oqimining o'lchov nuqtasi o'rtasidagi issiqlik saqlanishining o'zgarishini qo'shish kerak. Tuproqning issiqlikni saqlashini hisoblash uchun tuproq tarkibidagi suv miqdori, tuproq harorati va zichligini o'lchashni talab qiladi [28,34]. So'nggi yillarda, tuproqning issiqlik zaxirasining EBYga qo'shgan hissasiga bag'ishlangan tadqiqotlar soni ko'paymoqda [9,18,35,36].

So'nggi uch dekadada, yer osti issiqlik oqimini garmonik tahlil qilish yo'li bilan hisoblash ommalashdi [29,30,33,37,38]. Ushbu tahlil tuproqning chuqurlikdagi o'lchovlari natijasida yer osti issiqlik oqimini hisoblash imkonini beradi, ammo gomogen tuproqlarda olib borilishi bilan cheklanadi. Bundan tashqari, garmonik tahlilga asoslangan EBY kalorimetrik usul bilan olingan yer osti issiqlik oqimlari bilan hisoblangan EBY qaraganda yuqori bo'ldi [5,30]. Buning sababi shundaki, dastlabki hisoblash jarayonida yer osti issiqlik oqimi va haroratning yuqori va past chastotalarining murakkab o'zaro ta'sirini e'tiborga oladi [30]. Niderlandiyalik tadqiqotchilar [5] kalorimetrik usul bilan taqqoslaganda, yer osti issiqlik oqimining garmonik tahlili o'tloq maydonining EBYni 81 dan 90% gacha oshirganligini aniqlashdi.

Ushbu tadqiqot maqsadi kichik energiya saqlash muddatlarining hissasini baholash orqali EBYdagi bo'shliqni kamaytirishga qaratilgan. Tadqiqotning keyingi maqsadlariga quyidagilar kiradi: (i) EK futprintidagi kichik saqlash muddatlarini baholashning EBYga qanday hissa qo'shganligini tekshirish, (ii) EK stantsiyasi yonida bitta nuqtada o'lchangan tuproq issiqlik zaxirasining to'liq EK futprintida olib borilgan o'lchovlari bilan taqqoslashni tadqiqi etish va, (iii) kalorimetrik va garmonik tahlillar bilan hisoblangan yer osti issiqlik oqimlarini taqqoslash.

#### **Materiallar va metodlar.**

##### **Joy xarakteristiklari**

Tadqiqot "Katharinentalerhof" fermer xo'jaligi dalalarida (48.92°N, 8.70°E, 320 m.a.s.) Kraichgau shahrida o'tkazildi (1-rasm). Kraichgau Germaniyaning eng iliq mintaqalaridan biridir. 1981-2010 yillarda o'rtacha yillik harorat 9,4°C va o'rtacha yillik yog'ingarchilik yig'indisi 889 mm bo'ldi (Germaniya ob-havo xizmati, Pfortsgeym-Ispringen meteorologik stantsiyasi). Shamolning dominant yo'nalishi janubi-g'arbiy yo'nalish hisoblanadi. 2009-yilda bir-biriga qo'shni dalalarda uchta eddi kovariatsiya (EKr) stantsiyalari o'rnatildi (1-rasm). Ushbu tadqiqotning kuzatuvlari 2015-yilda EK1 atrofidagi maydonda va 2016 yilda EK3 maydonida o'tkazildi. EK1da 95% o'lchangan oqimlar kuzatilgan masofa (futprint) shimolga, sharqqa, janubga va g'arbga nisbatan mos ravishda 81, 175, 113 va 187 m bo'ldi. EK3 uchun tegishli masofalar 97, 222, 93 va 146 m [39] (shimoliy, sharq, janubiy, g'arbiy) bo'ldi (1-rasm.) Ekinlarni almashlab ekish qishki bug'doy, qishki arpa, va energiya olish uchun mo'ljallangan makkajo'xori keyin qishki qoplama ekinlar bilan olib boriladi. Qishki bug'doy har bir dalada kamida har ikkinchi yilda yetishtiriladigan dominant o'simlik hisoblanadi. Binobarin, ushbu tadqiqotning o'rganilgan hosili

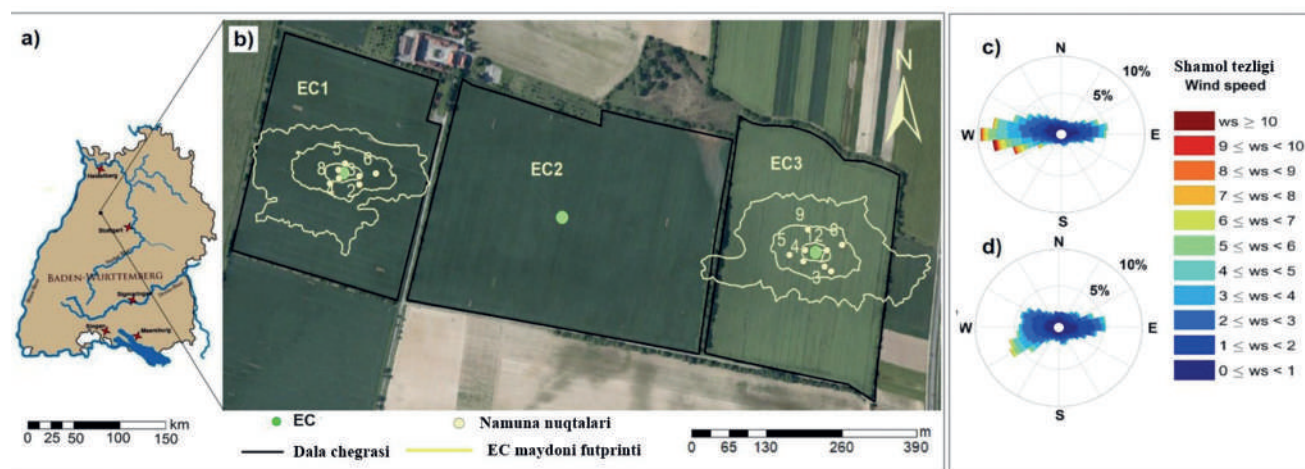
har ikki yilda ham qishki bug'doy edi (2015-yilda *Sokal* va 2016-yilda *Estivus*, *Pamier* va *Ferrum* navlari). EK1 va EK3 maydonlarining o'lchamlari mos ravishda 14,9 va 15,8 ga. Dalalarni mahalliy fermer boshqaradi va yerni haydash yoki yengil ishlov berish usulida olib boriladi. EK1 maydoni shimoliy va g'arbiy chegaralar bo'yab to'siqlar bilan o'ralgan bo'lsa, EK3 maydoni har tomondan daraxtlar bilan o'ralgan. Asosiy vegetatsiya davrida barglar maydonining o'rtacha ko'rsatkichi (*Leaf Area Index - LAI*) 2015- va 2016- yillarda mos ravishda EK1 da 3,9 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> va EK3 da 3,0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> ni tashkil etdi.

Ikkala maydonning tuproq turi Stagnic Luvisol (IUSS Working Group WRB, 2014) bo'lib, u qalinligi bir necha metr bo'lgan lyoss cho'kmalaridan hosil bo'lgan. Tuproqning yuqori qatlam xususiyatlari bir hil tuproq sharoitlarini aks ettirib, u 1-jadvalda keltirilgan. Asosiy tosh qobiq

ohaktoshidir. Qo'shimcha ma'lumotlarni tadqiqotchilarning [39–42] ishlaridan topish mumkin.

### Eddi kovariatsiya o'lchovlari

Turbulent oqimlar EK texnikasi yordamida quyilgan maqsadga qarab olib borildi. Barcha stantsiyalar LI-7500 ochiq yo'lli infraqizil CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O analizatori (LI-COR Bioscience, Linkoln, NE, USA) va CSAT3 3-D tovush anemometerlari (Campbell Scientific Inc., Logan, UT, AQSh) bilan jihozlangan. EK1 va EK3 tadqiqot maydonlarida tovush anemometrlar va gaz analizatorlari 2,94 va 2,68 m balandlikda o'rnatildi. Ikkala o'lchaov asboblari orasidagi masofa mos ravishda 0,205 va 0,265 m bo'ladi. CSAT yo'nalishi ikkala maydonda shimolga qarshi 180° quyildi, va LI-7500 uchun EK1 va EK3 da ikkala dala uchun mos ravishda 52 va 29° qiymatlari o'rnatildi. Ma'lumotlar o'rtacha 30 daqiqalik intervallar bilan 10 Hz bilan to'plandi. Kiruvchi va chiquvchi uzun va qisqa to'liqini



1-rasm. a) O'rganilayotgan hududning geografik sharhi, b) eddi kovariatsiya (EK) stantsiyasining joylashuvi va ularning futprinti bilan o'rganish joylari. Chiziqlar (ichkaridan tashqariga qarab) o'lchangan turbulent oqimlarga o'rtacha 50, 80 va 95% hissa qo'shadigan manba maydonlarini bildiradi. Sariq nuqtalar tuproq issiqlik zaxirasi o'lchovlari holati ko'rsatilgan (rasm manbasi: Google Earth 2013-yil 16-iyundan olingan panoramasi) va c) va d) mos ravishda EK1 va EK3 da shamol tezligi va yo'nalishi ko'rsatilgan.

1-jadval

EK1 va EK3 maydonlarining yuqori qatlam xususiyatlari

Chuqurlik (m)	Hamj massasi <sup>a</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	Tuzilishi <sup>b</sup> Q/L/G* (og'irlik bo'yicha, %)	Organik modda miqdori <sup>b</sup> (og'irlik bo'yicha, %)	Karbonat tarkibi <sup>b</sup> (og'irlik bo'yicha, %)	pH <sup>b</sup> (0.01 M CaCl <sub>2</sub> )
<b>EK1</b>					
0–0.1	1.39				
0.1–0.2	1.40	2.5/79.4/18.2	1.75	1.50	6.9
0.2–0.3	1.39				
<b>EK3</b>					
0–0.1	1.46				
0.1–0.2	1.50	1.8/81.1/17.1	1.64	1.46	6.4
0.2–0.3	1.51				

\*Qum fraksiyasi Q), loy (L), gil (G).

<sup>a</sup> 2015 (EK1) va 2016 (EK3) vegetatsiya davridagi ikkita namuna olish kampaniyasining o'rtacha qiymati har bir stantsiya uchun 6 ta maydonda.

<sup>b</sup> 2009-yilda EK stantsiyasiga yaqin tuproq profilidan olingan qiymatlar.

nurlanish 4 komponentli radiometr yordamida o'Ichandi (NR01, Hukseflux Thermal Sensors, Delft, Niderlandiya). Radiometrlar EK stantsiyalari yonida, yerdan taxminan 2 m balandlikda bug'doy dalasida joylashtirildi. Har bir EK stantsiyasida havoning harorati va namligi harorat va nisbiy namlik datchigi (HMP45C, Vaisala Inc, Xelsinki, Finlyandiya) yordamida 2 m balandlikda o'Ichandi. Tuproqning harorat datchiklari (107 Thermistor prob ( $\pm 0,2$  ° C), Campbell Scientific Inc., Logan, UT, Buyuk Britaniya) 0,02, 0,06, 0,15, 0,30 va 0,45 m tuproq chuqurliklarida o'rnatildi. EK stantsiyalari yaqinidagi yer osti issiqlik oqimini o'lchash uchun uchta issiqlik oqimi plitalari (HFP01, Hukseflux Thermal sensorlar, Delft, Niderlandiya) 0,08 m chuqurlikda ko'mildi. Tuproqning hajmiy suv miqdori 0,05, 0,15, 0,30, 0,45 va 0,75 m chuqurlikda doimiy ravishda o'lchash uchun chastotadomenli reflektometriya (FDR) datchiklaridan (CS616, Campbell Scientific Inc., Logan, UT, AQSh) foydalanildi. Yog'ingarchilik miqdorini o'lchash uchun 0,2 mm li chelak ko'rinishidagi qurilma (ARG 100, Environmental o'lchovlari Ltd, Shimoliy Qalqoni, Buyuk Britaniya) ishlatildi.

#### Ma'lumotlarni qayta ishlash va filtrlash

TK3.1 dasturiy ta'minoti [43] EK ma'lumotlarini qayta ishlash va maxsus yashirin issiqlikning oqimi (LE), seziluvchan issiqlik (H) oqimlarini hamda CO<sub>2</sub> ning umumiy ekotizim almashinuvi (UEA) hisoblash uchun ishlatildi. TK3.1 tomonidan taqdim etilgan sifat belgilaridan foydalanib, keyingi baholash uchun yuqori (*belgilar 1-3*) va o'rtacha sifatli ma'lumotlar (*belgilar 4-6*) ajratib olindi. Sifati kam ma'lumotlar to'plamdan (*belgilar 7-9*) olib tashlandi. Keyingi bosqichda esa filtrlashdan keyin ma'lumotlar ichidan spayklarni (keskin oshib yoki tushib ketgan ma'lumotlar) median filtri yordamida aniqlandi. Buni amalga oshirish maqsadida, oqimlarning absolyut miqdoridan uch kunlik medianlar hisoblab chiqildi. O'tgan uch kunning o'rtacha oqimidan olti baravaridan yuqori bo'lgan har bir oqim qiymati spayk sifatida qabul qilindi va ma'lumotlar to'plamidan olib tashlandi. Bu ma'lumotlar bazasida 7-9 belgisi bilan belgilangan ma'lumotlarni ma'lumotlar to'plamidan chiqarib tashlagandan so'ng qolgan fizik bo'lmagan (fizik qonuniyatlarga mos kelmagan) oqimlarni yo'q qilish maqsadida amalga oshirildi. Xuddi shu ma'lumotlarni ishlash tartibi har ikkala vegetatsiya davri uchun umumiy ekotizim almashinuvi (UEA), LE va H kabi barcha EK oqimlari uchun amalga oshirildi. Barcha qayd etilgan ma'lumotlar uchun hisoblash vaqti oralig'i 30 min. Ushbu filtrlash jarayonidan so'ng ma'lumotlar mavjudligi taqdiqot davrga qarab 61 dan 73% gacha bo'ldi (*3-jadval*). Ma'lumotlarning o'rtacha mavjudligi 66% ni tashkil etdi, shundan mos ravishda 65 va 35% kunduzgi va tungi ma'lumotlarga to'g'ri keldi, shunda kunduzi va tungi vaqtni ajratish uchun 20 Vt/m<sup>2</sup> global radiatsiya chegarasi ishlatilgan.

#### EK o'lchovlaridan energiya balansini yopish

EK o'lchovlaridan hisoblanb olingan yer yuzasi EBY ni turbulent oqimlarning (LE+H) mavjud energiyaga nisbatan oddiy chiziqli regressiyasi (OChR) bilan baholash mumkin. Ikkinchisi ya'ni mavjud energiya umumiy radiatsiya (R<sub>n</sub>)

va yer osti issiqlik oqimi (G) o'rtasidagi farq sifatida qabul qilinadi. Agarda qiyalik 1 ga va kesishish nuqtasi 0 ga teng bo'lsa OChR natijasi mukammal EBY ni ifodalaydi [16,44].

#### Energiya balansining kichik saqlash shartlari

Havo entalpiyasi o'zgarishini, atmosfera namligining o'zgarishini va CO<sub>2</sub> oqimi bilan bog'liq energiya almashinuvini o'lchash va hisoblash

Havoning haroratining o'zgarishi tufayli saqlangan yoki chiqarilgan energiya quyidagi tenglama bilan hisoblab chiqiladi:

$$S_a = p_a \cdot C_a \cdot \frac{\Delta T_a}{\Delta t} \cdot L_{EC} \quad (2)$$

bu yerda p<sub>a</sub> (kg/m<sup>3</sup>) - atmosfera namligining zichligi, C<sub>a</sub> (Jkg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>) - nam havoning solishtirma issiqlik sig'imi, ΔT<sub>a</sub> (K) - havo haroratining o'zgarishi, L<sub>EC</sub> (m) - gaz analizatori bilan o'simlik qoplaminig yuqori uchi tugash qismi orasidagi masofa va Δt (s) - vaqt bo'yicha o'rtachalash oralig'i. Havoning harorati va atmosfera bosimi asosida hisoblangan atmosfera namligining zichligi 1,15 dan 1,27 kg/m<sup>3</sup> gacha oraliqda o'zgardi. C<sub>a</sub> ko'rsatkichi uchun standart qiymat 1004 J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ga teng.

Namlikda tebranishlar kabi energiya zaxirasining o'zgarishini hisoblash uchun quyidagi tenglama qo'llanildi:

$$S_q = \frac{p_a \cdot L_v \cdot \Delta q}{\Delta t} \cdot L_{EC} \quad (3)$$

bu yerda L<sub>v</sub> (J kg<sup>-1</sup>) - bug'lanish uchun yashirin issiqlik (2400 MJ kg<sup>-1</sup>) va Δq (kg kg<sup>-1</sup>) atmosferaning o'ziga xos namligining o'zgarishi.

Tuproq-o'simlik tizimi va atmosfera o'rtasidagi CO<sub>2</sub> almashinuvi natijasida saqlangan yoki chiqarilgan energiya Leuning va boshq. [4] bo'yicha hisoblandi:

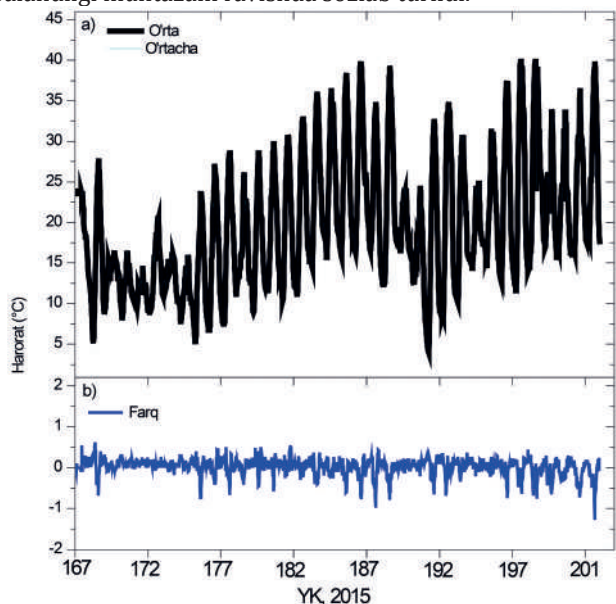
$$S_p = -\alpha_p \cdot FCO_2 \quad (4)$$

bu yerda α<sub>p</sub> fotosintez energiyasini o'tkazish (aylantirish) koeffitsienti (0.469 J μmol<sup>-1</sup>) va FCO<sub>2</sub> is - bu EK stantsiyasida o'lchangan CO<sub>2</sub> oqimi (μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) bo'lib, odatda CO<sub>2</sub> ning umumiy ekotizim almashinuvi (UEA) deb ataladi. Bu yondashuv dastlab Blanken va boshq. [45] o'rmon ekotizimlari uchun va keyinchalik qishloq xo'jalik ekotizimlari uchun bir nechta tadqiqotlarda ishlatilgan [9,17,18].

#### O'simlik qoplamidagi saqlangan issiqlik

2015-yil 16 -iyunidan boshlab o'simlik qoplamidagi harorat universal haroratni yozib oluvchi asboblardan o'lchandi (UTL1, GEOTEST Ltd., Bern, Shveytsariya). Haroratni avtomatik qayd etuvchi asboblardan dala futprintning sakkizta joyida uchta (yuqori, o'rta va pastki) holatda plastik tayoqchalarga biriktirilgan holda o'rnatildi. Asboblarni o'rnatish vaqtida o'simlik o'rtacha balandligi taxminan 0,80 - 0,95 m edi. Har bir haroratni yozuvchi asbob moslamasi diametri 0,12 m (ichki voronka) va 0,16 m (tashqi voronka) bo'lgan ikkita voronkaga yelim orqali yopishtirildi. Voronkalar asboblarni to'g'ridan-to'g'ri quyosh nurlanishidan va yog'ingarchilikdan himoya qildi [46]. Voronkalar ostida va yuqorisida havo almashinuvini ta'minlash uchun ichki voronkada diametri 0,02 m bo'lgan to'rtta kichik tuynuk

ochildi. 2016-yilda o'simlik qoplamidagi haroratni o'lchash 27-aprelda boshlandi. Dala maydoni futprinting to'qqizta joyida haroratni o'lchovchi asboblari o'rnatildi. O'simlik qoplamining o'rtasiga faqat bitta asbob o'rnatildi, chunki birinchi yil ma'lumotlariga ko'ra, bu harorat o'simlik qoplamidagi o'rtacha harorati uchun representativ ekanligini ko'rsatdi (2-rasm). Bug'doyni o'sishiga muvofiq o'lchov balandligi muntazam ravishda sozlab turildi.



**2-rasm. O'simlik qoplamining o'rta qismida o'lchangan harorati va uch xil o'rnatish balandligining o'rtacha haroratning taqqoslanishi (a) hamda ular o'rtasidagi farqning vaqtinchalik rivojlanishi (b).**

O'simliklarni o'sish davrida uning tarkibidagi suv miqdorini rivojlanishi ikki haftada bir marta o'simliklardan namuna olish orqali aniqlandi. To'rt dona o'simlik namunasi EK stantsiyalari atrofida 50 metr atrofida tasodifiy tanlash yo'li bilan olindi va suv yo'qotishining oldini olish uchun darhol polietilen xaltalarda saqlanib, laboratoriyaga 1 soat ichida yetkazildi. Laboratoriyada namunalar yangi massani aniqlash uchun tarozida tortildi va pechida 60 °C da taxminan 48 soat davomida quritildi. Nam va quruq massalardan yangi o'simlik namunalarining suv miqdorini hisoblab olindi. Namuna olish kunlari orasida o'simlik tarkibidagi suv miqdori va quruq biomassaning qiymatlari chiziqli ravishda interpolatsiya qilib topildi.

O'simlik qoplamidagi saqlangan energiyaning vaqt oralig'idagi o'zgarishi quyidagicha hisoblanadi:

$$S_c = \frac{\Delta T_c (m_w \cdot C_w + m_{om} \cdot C_{om})}{\Delta t} \quad (5)$$

bu yerda  $\Delta T_c$  (K) - bu uchta haroratni o'lchash asboblari tomonidan aniqlangan o'simlik qoplamidagi o'rtacha haroratning o'zgarishi,  $m_w$  ( $\text{kg m}^{-2}$ ) - bir birlik maydon uchun o'simlik tanasidagi suv massasi,  $m_{om}$  ( $\text{kg m}^{-2}$ ) - berilgan bir birlik maydon uchun o'simlikning organik massasi,  $C_w$  ( $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ) - suvning solishtirma issiqlik sig'imi,  $C_{om}$  ( $\text{J kg}^{-1}$ )

$\text{K}^{-1}$ ) - organik moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi va  $\Delta t$  (s) - bu o'rtacha vaqt oralig'i (30 min kabi olingan). Suvning solishtirma sig'imi ( $C_w$ ) va biomassaning ( $C_{om}$ ) organik moddalari mos ravishda  $4190 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$  va  $1920 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$  deb olindi (Atzema, 1993; Jacobs va boshq., 2008).

### **EK futprintida tuproqning saqlangan issiqligini o'lchash**

Tadqiqot maydonlarining o'rtacha futprinti oldingi tadqiqotda [39] Lagranj stoxastik modelidan foydalanib [47] aniqlangan. Ikkala maydonning EK futprinti ichida tuproqning issiqlik saqlashini aniqlash uchun universal haroratni o'lchovchi asboblari (UTL1 ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ), GEOTEST Ltd., Bern, Shveysariya) ishlatildi. 2015-yilda oltita nuqtada UTL1 0,02, 0,06, 0,10 va 0,14 m chuqurlikda va 2016-yilda 0,02 va 0,06 m chuqurlikda o'rnatildi. O'lchash davri 2015 yil 7 maydan 8 iyungacha (Yil kunlari 27–159 YK) va 2016-yil 26-apreldan 26-iyulgacha (117–208 YK). Haroratni o'lchovchi asboblardan olingan ma'lumotlar 0–0,08 m tuproq qatlamidagi tuproq issiqlik saqlashini o'zgarishini hisoblash uchun ishlatildi. Haroratni yozib olgan asboblardagi ma'lumotlar keyingi qayta ishlash uchun ishlab chiqaruvchining BoxCarPro 4.3 dasturiy ta'minotiga (GEOTEST Ltd, Bern, Shveysariya) o'tkazildi.

Tuproqning issiqlik saqlashi quyidagicha hisoblanadi.

$$S_g = \frac{C_v \cdot \Delta T_s \cdot L_s}{\Delta t} \quad (6)$$

bu yerda  $C_v$  ( $\text{J m}^{-3} \text{K}$ ) - tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi,  $\Delta T_s$  (K) - o'lchangan tuproq haroratining o'zgarishi,  $L_s$  (0,08 m) - tuproq qatlamining datchiklar ustidagi qalinligi va  $\Delta t$  (s) vaqt oralig'i.  $C_v$  tuproq namligiga bog'liq bo'lganligi sababli, SM1 tuproq namligi o'lchovchi asboblari (Adcon Telemetry, Vena, Avstriya) harorat datchiklariga yaqin joyda o'rnatildi. SM1 datchigi tuproq namligidan muntazam namuna olish ma'lumotlari bo'yicha kalibrlandi. Tuproqning hajmiy issiqlik sig'imi de Vriz [48] tenglamasi yordamida hisoblab chiqildi:

$$C_v = (\theta + 0.46 \cdot (1 - \theta - X_0) + 0.60 \cdot X_0) \cdot W_{hc} \quad (7)$$

bu yerda  $\theta$  - suvning hajmiy miqdori ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ),  $\theta$  - tuproqning g'ovakligi,  $X_0$  - tuproq organik uglerodning hajmiy fraksiyasi (EK1 maydoni uchun 0,016 va EK3 maydoni uchun 0,015) va  $W_{hc}$  - suvning solishtirma issiqlik sig'imi ( $4190 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-3} \text{K}^{-1}$ ). Tuproqning g'ovakligi tuproqning hajmiy zichligidan quyidagicha hisoblandi:

$$\theta = 1 - \frac{p_s}{p_r} \quad (8)$$

bu yerda  $p_s$  ( $\text{kg m}^{-3}$ ) - tuproq massasining zichligi (1-jadval) va  $p_r$  ( $\text{kg m}^{-3}$ ) - tuproqdagi qattiq moddalarning zichligi ( $\sim 2650 \text{ kg m}^{-3}$ ).

2015-yilda tuproq va o'simlik qoplamidagi haroratni o'lchashning ikki xil davrda olib borilganligi sababli, tadqiqot natijalari asosan 127–159 YK va 168–202 YK davrlari uchun taqdim etiladi.

### **Yer osti issiqlik oqimining kalorimetrik and garmonik tahlili**

Yer osti issiqlik oqimini hisoblashning kalorimetrik usuli mikrometeorologik va tuproq tizimini tadqiq qilishda keng qo'llaniladi [29,49]. Usul tuproq haroratining

vaqtinchalik o'zgarishiga va saqlangan issiqlikni tuproq namligi miqdorining funksiyasi kabi issiqlikni saqlashiga (7-tenglama). Tuproq issiqlik oqimi plitalarining o'lchovlari va tuproqning issiqlik saqlanishini hisoblashidan olingan yer osti issiqlik oqimi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$G_c = G_{0,08} + S_g \quad (9)$$

bu yerda  $G_c$  ( $Vt/m^2$ ) - kalorimetrik usul bilan baholangan yer osti issiqlik oqimi,  $G_{0,08}$  ( $Vt/m^2$ ) - bu 0,08 m tuproq chuqurligida uchta issiqlik oqimi plitalari tomonidan qayd etilgan tuproq issiqlik oqimining o'rtacha qiymati va  $S_g$  ( $Vt/m^2$ ) plitalar ustidagi tuproq qatlamida tuproqning issiqlik saqlanishini bildiradi. Qo'shimcha ravishda 0,02 va 0,06 m harorat o'lchovlaridan yoki 0,08 m da o'lchangan tuproq issiqlik oqimidan garmonik tahlil orqali yer osti issiqlik oqimi hisoblab chiqildi. Garmonik tahlilning dastlabki sharti tuproq gomogenligi hisoblanadi, u muntazam ravishda ishlov berish tadbirlari tufayli o'rganilayotgan joylarning yuqori qatlami uchun taxmin qilinishi mumkin. O'lchangan harorat va tuproqdagi issiqlik oqimi ma'lumotlariga garmonik tahlilni qo'llash boshqa joylarda batafsil tavsiflangan [29,30,50,51]. Kiruvchi o'zgaruvchi sifatida tuproq harorati o'lchovchi datchik chuqurligi, tuproqning namlanish chuqurligi, tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi va kuzatuvlar olib borilgan kunlar soni kiritildi. Tuproqning namlanish chuqurligi ochiq havo kunlarida tuproqning yuqori qatlamida o'lchangan harorati ma'lumotlari yordamida aniqlandi. Har bir qatlam uchun tuproq harorati amplitudasi ketma-ket ikki kun hisobidan aniqlandi. Tuproqning namlanish chuqurligi amplitudaning teskari egri chizig'ining yarim logaritmik regressiya chizig'iga teskari quyish orqali hisoblandi. Hisoblangan bir oylik o'rtacha tuproqning namlanish chuqurliklari qiymati butun vegetatsiya davri uchun ishlatildi, chunki u suv solishtirma hajmi uchun nisbatan constant  $> 10\%$  [51]. Tuproqning namlanish chuqurligini hisoblash uchun sifat mezoni sifatida faqatgina aniqlash koeffitsienti ( $R^2$ )  $> 0,98$  bo'lgan regressiyalar qabul qilindi. Barcha hisob-kitoblar bepul R dasturi bilan amalga oshirildi [52]. 2015-yilda EK futprinti yuzasi bo'ylab to'g'ri keladigan va EK1 stantsiyasiga yaqin bo'lgan o'rtacha tuproqning namlanish chuqurliklari 0,11 va 0,12 m, issiqlik diffuzivliklari esa mos ravishda 0,00170 va 0,00193  $m^2$ /soatni tashkil etdi. EK3 joyi uchun 2016-yilda o'rtacha tuproqning namlanish chuqurligi butun EK futprinti uchun va stantsiyaga yaqin joy uchun 0,10 m ni tashkil etdi, o'rtacha issiqlik diffuzivligi esa mos ravishda 0,00145 va 0,00131  $m^2$ /soatni tashkil etdi. Tuproq issiqlik oqimini o'lchashda garmonik tahlil EK stantsiyalarida ( $G_{hp}$ ), shuningdek EK stantsiyasida ( $G_{ht}$ ) harorat o'lchovlarida va EK futprinti ( $G_{hf}$ ) da o'lchashda qo'llanildi. Shuni ta'kidlash zarurki, EK ning futprinti ( $G_{hf}$ ) yer osti issiqlik oqimi 2015-yil ikkinchi davrida tuproq haroratini o'lchash imkoniyati bo'lmaganligi sababli keltirilmadi.

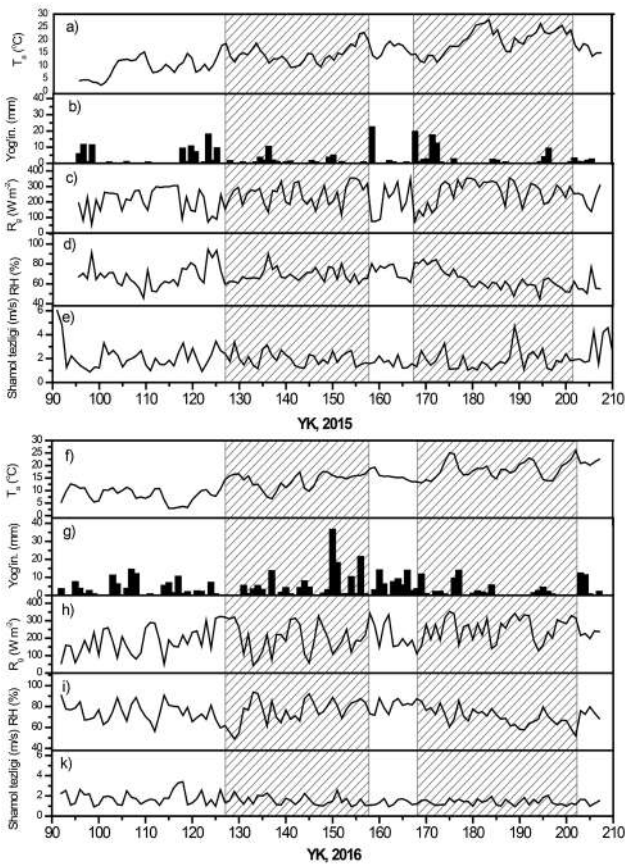
**Natijalar va munozara**

**Kuzatish davrlarida ob-havo sharoitlari**

Dala tajribasi davomida baholangan ikki vegetatsiya davridagi asosiy meteorologik o'zgaruvchilar 3-rasmda keltirilgan. 2015-yilda o'rtacha havo harorati 14,7 °C ni tashkil etdi. Kundalik maksimal va minimal havo harorati

mos ravishda 27,7 va 2,4 °C ni tashkil etdi (3a-rasm). Bu davrda to'plangan yog'ingarchilik 241 mm (3b-rasm). Global radiatsiya va nisbiy namlikning kunlik o'rtacha ko'rsatkichlari mos ravishda 235  $Vt/m^2$  (3c-rasm) va 67% ni (3d-rasm) tashkil etdi. Bundan tashqari, 3e-rasm shamolning kunlik gorizontal tezligi uchun minimal va maksimal 0,9 va 6,0 m/s qiymatlarini ko'rsatadi.

Ikkinchi davrda (2016) o'rtacha kunlik havo harorati 3,0 dan 25,9 °C gacha o'zgarib, o'rtacha 14,1 °C ga teng bo'ldi (3f-rasm). Mavsumiy yog'ingarchilik (3g-rasm) 389 mm gacha to'plangan. Global radiatsiya va nisbiy namlikning o'rtacha ko'rsatkichlari mos ravishda 211  $Vt/m^2$  va 73,9% ni tashkil etdi (3h-rasm, i). Shamolning tezligi 0,9 dan 3,4 m/s gacha bo'ldi (3k-rasm).



**2-rasm. O'rtacha kunlik havo harorati (Ta), kunlik yog'ingarchilik, o'rtacha kunlik global radiatsiya (Rg), o'rtacha kunlik nisbiy namlik (RH) va shamolning o'rtacha kunlik kuzatuv davridagi o'rtacha tezliginig vaqt qatorlari (a, b, c, d, e) va 2016 (f, g, h, i, k). Punktir bilan chizilgan zonalar ikkita asosiy o'lchov davrlarini bildiradi (DOY 127 - 159 va DOY 168 - 202).**

**Energiya balansining yopilishi**

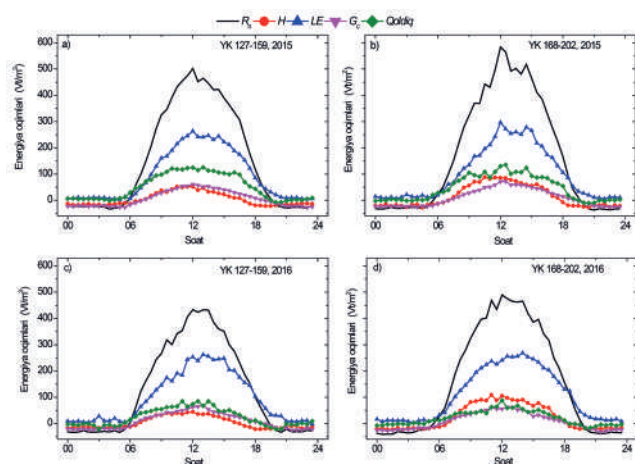
Vaqt bo'yicha berilgan ma'lumotlardan energiya balansining to'rtala tarkibiy qismi mavjud, o'rtacha qiymatlar (2-jadval) va o'rtacha sutkalik o'zgarishlar (4-rasm) hisoblab chiqilgan. Barcha davrlarda, umumiy radiatsiyaning eng katta qismi yashirin issiqlikka aylantirildi. LE vegetatsiya davrida ancha barqaror bo'lgan bo'lsa, H har ikki yilda ham birinchi

davrdan ikkinchi davrgacha o'sdi. To'rt davrning uchtaida, qoldiq energiya seziluvchan issiqlik oqimidan yuqori va to'rt davr davomida yer osti issiqlik oqimidan yuqori bo'ldi. Bundan tashqari, o'rtacha qoldiq energiya 2015-yilda EK1da 2016-yilda EK3 ga nisbatan ikki baravar katta bo'ldi.

2-jadval

**EK1 avd EK3 joylari uchun qismlarga ajratilgan energiya balansi komponentlarining o'rtacha oqimlari**

Oqim	EK1 (2015)		EK3 (2016)	
	YK 127-159	YK 168-202	YK 127-159	YK 168-202
	Vt/m <sup>2</sup>		Vt/m <sup>2</sup>	
R <sub>n</sub>	180.5	196.0	162.4	187.1
LE	107.0	111.6	114.4	119.5
H	6.0	19.3	5.8	31.1
G	10.5	13.5	13.8	12.4
Qoldiq	57.0	51.5	28.4	24.1

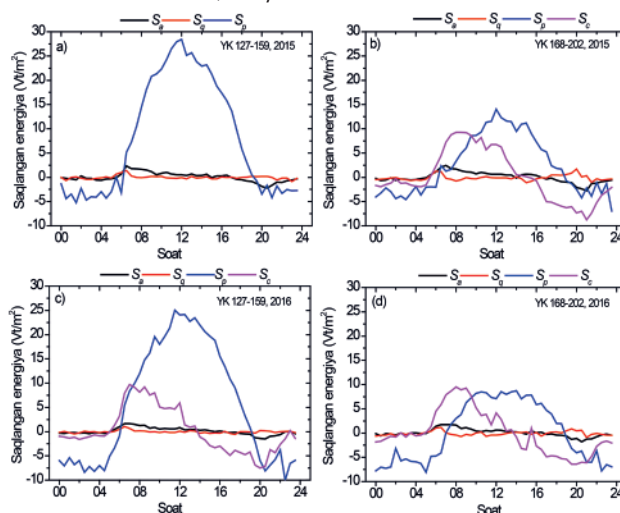


**2.3-rasm. Qishki bug'doydan olingan 2015 (a,b) va 2016 (c,d) yillarda ikkita kuzatish davrlarida umumiy radiatsiya (R<sub>n</sub>), sezgir issiqlik (H), yashirin issiqlik (LE) va yer osti issiqlik oqimi (G) ning o'rtacha sutkalik o'zgarishlari.**

Energiya balansining yopilishi har ikkala joyda oyga qarab o'zgarib turdi (3-jadval). 2015-yilda (EK1) eng yuqori EBY iyulda kuzatilgan bo'lsa, 2016 yilda (EK3) eng yuqori yopilish iyun oyida olindi. Ikkala joyda ham EBY ikkinchi kuzatuv davrida yuqori bo'ldi. Biroq, ma'lum bir oy yoki davrdan qat'i nazar, 2016-yilda EK3 da yetishtirilgan qishgi bug'doyga nisbatan energiya muvozanati muntazam ravishda pastroqligini ko'rsatdi.

**Kichik miqdordagi oqimlar va saqlangan muddatlar**

Kichik miqdordagi energiyaning o'rtacha kunlik sikllari 2.5-rasmda keltirilgan. Eng kichik saqlash shartlari havо entalpiyasining o'zgarishi (S<sub>a</sub>) va atmosferadagi namlikning o'zgarishi (S<sub>q</sub>) bo'lib, ular 1,8 dan -1,9 Vt/m<sup>2</sup> gacha bo'lgan qiymatlarga yetdi. Eng katta saqlangan energiya muddati S<sub>p</sub> bo'lib, bu birinchi davrda o'rtacha kunlik qiymati 28,4 Vt/m<sup>2</sup> 2015 yilda (127-159 YK) va 2016 yilda 168-202 YK davomida minimal 8,7 Vt/m<sup>2</sup> ni tashkil etdi.



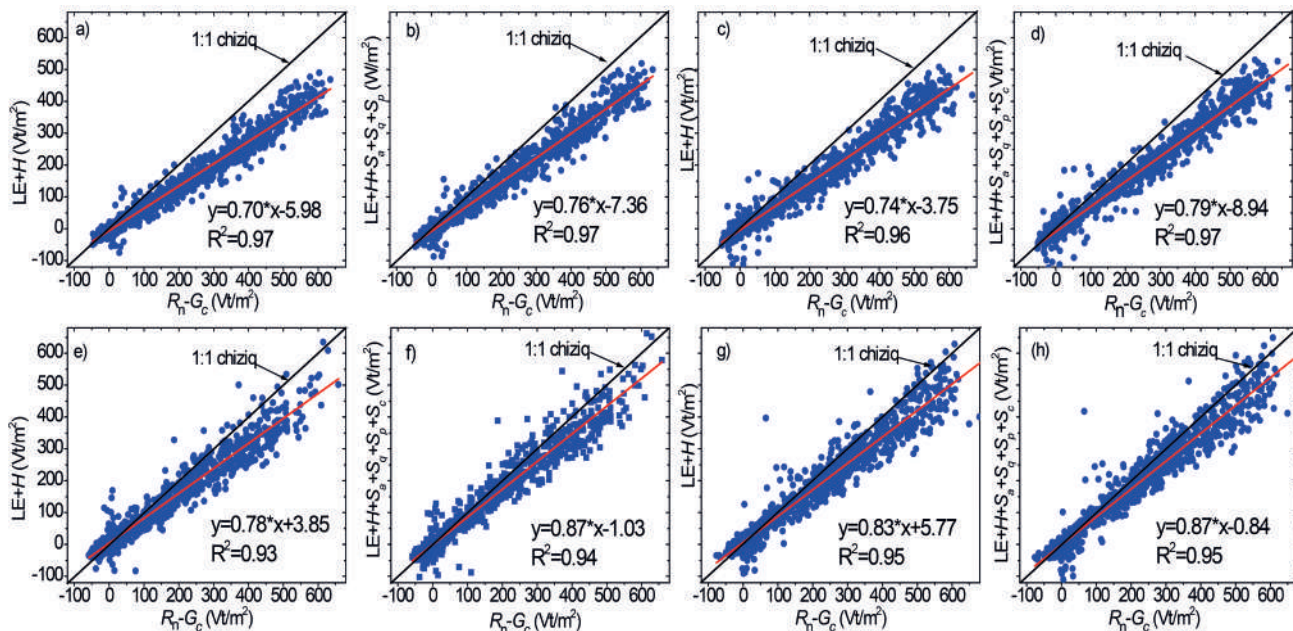
**2.4-rasm. Kichik oqimning o'rtacha sutkalik sikllari va qishki bug'doyda saqlash muddatlari: S<sub>a</sub>: havо entalpiyasining o'zgarishi, S<sub>q</sub>: atmosfere-radagi namlikning o'zgarishi, S<sub>p</sub>: fotosintez va nafas olish orqali energiya sarfi va chiqishi, S<sub>c</sub>: entalpiyaning o'simlik soyasida o'zgarishi.**

3-jadval

**EK1 va EK3 da qishgi bug'doyga nisbatan energiya balansining yopilishi va energiya qoldiqlari**

Stansiya (Yil)	EK1 (2015)							EK3 (2016)						
	Apr	May	Iyun	Iyul*	YK 127-159	YK 168-202	To'liq mavsum	Apr	May	Iyun	Iyul**	YK 127-159	YK 168-202	To'liq mavsum
EBY, %	67.5	69.6	69.3	76.4	70.0	73.8	70.8	73.6	76.1	83.3	79.8	78.3	82.9	79.9
O'rtacha qoldiq, Vt/m <sup>2</sup>	51.6	47.8	58.1	47.4	57.0	51.5	51.5	29.2	28.7	26.7	25.4	28.4	24.1	27.6
Oqimni filtrlashdan keyin mavjud bo'lgan ma'lumotlar nuqtalari soni	890 (62%)	972 (65%)	1000 (69%)	685 (68%)	1118 (73%)	1108 (68%)	3546 (66%)	877 (61%)	1016 (68%)	938 (65%)	793 (69%)	1043 (68%)	1194 (73%)	3624 (66%)

\* 1-21 iyul kunlari; \*\* 1-24 iyul kunlari



5-rasm. Yarim soatlik mavjud energiyaning ( $R_n - G_c$ ) turbulent energiya oqimlari va kichik oqim va saqlash muddatlariga nisbatan yarim soatlik tarqalish digrammasi ( $S_a$ : havo entalpiyasi o'zgarishi,  $S_q$ : atmosfera namligining o'zgarishi,  $S_p$ : fotosintez va nafas olish orqali energiya sarfi va chiqishi,  $S_c$ : o'simlik qoplamida entalpiyaning o'zgarishi).  $G_c$  - 0,08 m chuqurlikdagi plastinka o'lchovlari va kalorimetrik usul bilan aniqlangan plastinkalar ustidagi tuproqning issiqlik zaxiralari yig'indisi sifatida yer osti issiqlik oqimi. Yuqori panellar: 2015 yilda 127-159 YK (a, b) va 168-202 YK (c, d); Pastki panellar: 2016 yilda 127-159 YK (e, f) va 168-202 YK (g, h).

O'simlik qoplamining entalpiyasining o'zgarishi kunlik o'rtacha  $-8,8 \text{ Vt/m}^2$  (2015 yilda 168-202 YK) va  $9,5 \text{ Vt/m}^2$  (2016-yilda 127-159 YK) o'rtasida va har ikki yilda ham juda o'xshash bo'ldi.

Kutilganidek, turbulent oqimlarga ( $LE+H$ ) kichik saqlash shartlarini ( $S_a+S_q+S_p+S_c$ ) qo'shib, mavjud energiyaga qarshi chizilgan chiziqli regressiya nishabida ko'rsatilgandek, barcha baholangan davrlarning EBY qisqartirdi. Ushbu ta'sir 2016 yilning 127-159 YK (absolyut yaxshilanish 9%) davomida eng yuqori darajada bo'ldi (6e-rasm, f), eng past ko'rsatkich shu yilning 168-202 YK davrida kuzatildi (mutlaq yaxshilanish 4%) (6g-rasm, h).

Qishki bug'doyning ikki vegetatsiya davrida  $S_p$  EBYga eng yuqori ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Ushbu ta'sir may oyida eng yuqori darajaga ko'tarildi va ikkala yil uchun ham iyun va iyul oylarida pasayib ketdi (4-jadval). To'rt davrning uch qismida ichida o'lchangan  $S_c$  EBY yaxshilanishiga ikkinchi eng kuchli ta'sir ko'rsatdi, ammo bu  $S_c$  effekti uchun aniq vaqtinchalik tendentsiya sezilmadi.  $S_a$  uchun EBYda biroz yaxshilanish kuzatilgan bo'lsa,  $S_q$  ning energiya balansiga kiritilishi EBYni umuman yaxshilamadi.

**Turli fazoviy o'lchamlarda tuproq tuproq issiqlik saqlashini taqqoslash**

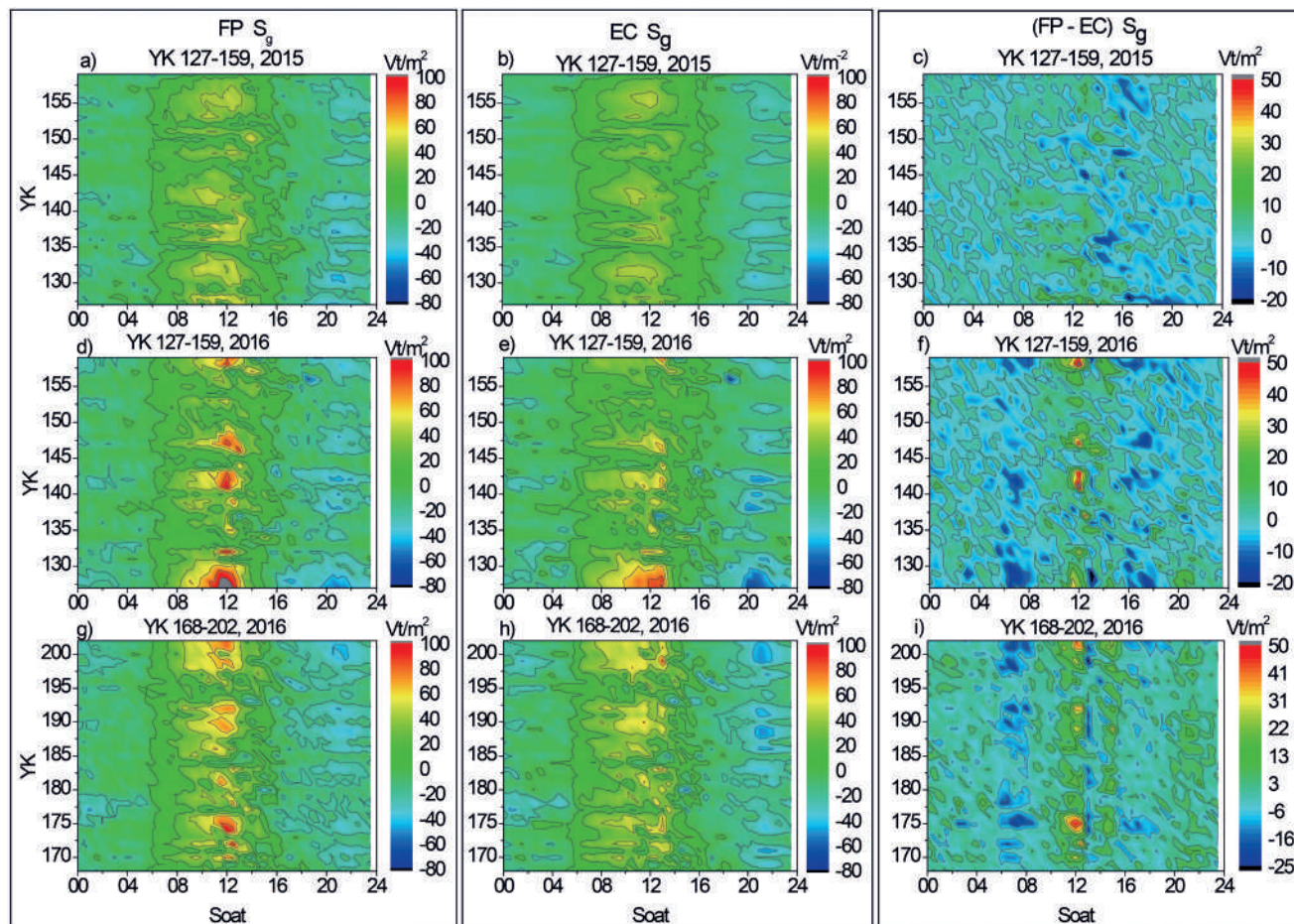
2015-yilning 127-159 YK davomida, tuproq issiqligini

4-jadval

Har xil davrlarda va yillarda saqlashning kichik muddatlarini hisobga olish energiya balansini yopilishida o'zgarishi. Raqamlar mavjud energiya foizining mutlaq yaxshilanishini ko'rsatadi

Stansiya (yil)	EK1 (2015)							EK3 (2016)						
	Aprel	May	Iyun	Iyul*	YK 127-159	YK 168-202	To'liq mavsum	Aprel	May	Iyun	Iyul**	127-159 YK	168-202 YK	To'liq mavsum
%														
$S_a$	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$S_q$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
$S_p$	5.0	7.1	4.6	2.1	6.2	2.9	4.7	6.7	6.8	4.9	1.9	6.8	3.0	5.1
$S_c$	-	-	-	1.7	-	1.7	-	-	1.4	1.8	1.2	1.7	1.3	1.5
Jami	5.4	7.4	4.8	4.0	6.4	4.7	5.0	7.0	8.4	6.9	3.2	8.7	4.5	6.8

**Eslatma:**  $S_a$  - havo entalpiyasining o'zgarishi,  $S_q$  - atmosferadagi namlikni o'zgarishi,  $S_p$  - fotosintez va nafas olish orqali energiya sarfi va chiqishi,  $S_c$  - o'simlik qoplamidagi entalpiyaning o'zgarishi. \* 1-21- iyul; \*\* 1-24- iyul



**7-rasm.** Tuproqning 0.08 m qatlamidagi tuproq issiqlik zaxirasi ( $S_g$ ) o'zgarishining Eddi kovariatsiya (EK) futprinti ( $FP_{S_g}$ , chap panel) bo'ylab barcha o'lchovlarning o'rtachasini va EK stansiyasi ( $EK_{S_g}$ , o'rta panel) yaqinida o'lchangan tuproq issiqlik zaxirasi hamda ikkala tuproq issiqlik zaxiralari ( $(FP_{S_g}) - (EK_{S_g})$ , o'ng panel) o'rtasidagi farqlarni turli davrlar va yillar bo'yicha taqqoslanishi. Yuqori panellar (a, b, c): 2015-yilda EK1 da 127-159 YK; o'rta panellar (d, e, f): 2016-yilda EK3 da 127-159 YK; pastki panellar (g, h, i): 2016-yilda EK3 da 168-202 YK.

saqlashning EK stansiyasi yonidagi bitta nuqtagi o'lchov va EK futprinti bo'yicha ko'p o'lchovlardagi o'rtacha qiymati nolga yaqin bo'ldi ( $0,13 \text{ Vt/m}^2$ ). Biroq, futprint bo'ylab miqdor chegarasi ( $-46,5$  dan  $60,0 \text{ Vt/m}^2$  gacha) EK stansiyasidagi o'lchovga nisbatan yuqori bo'ldi ( $-40,5$  va  $49,0 \text{ Vt/m}^2$  oralig'ida) (*7a-rasm, b*).

2016-yilda tuproqning o'rtacha issiqlik saqlashi kuzatilgan har ikkala davr uchun ham, fazoviy rezolyutsiyada ham o'xshash bo'lib, 127-159 YK paytida  $0,47 \text{ Vt/m}^2$ , 168-202 YK da futprint  $0,87$  va EK stansiyasida  $0,43 \text{ Vt/m}^2$  bo'ldi. Biroq, EK stansiyasida maksimum va minimumlar ( $89 \text{ Vt/m}^2$  va  $-77 \text{ Vt/m}^2$ ) ikkala davrda ham butun EK futprinti bilan taqqoslaganda ( $108 \text{ Vt/m}^2$  va  $-64 \text{ Vt/m}^2$ ) pastroq bo'ldi. Ikkala fazoviy rezolyutsiyalar orasidagi tuproqning issiqlik saqlashi eng katta farqlar tush paytida ba'zan ro'y berdi. 2015-yilda maksimal farq  $37,7 \text{ Vt/m}^2$  ni tashkil etgan bo'lsa, 2016-yilning 127-159 YK davrida maksimal qiymat  $59,1 \text{ Vt/m}^2$  ga ko'tarildi (*7c-rasm, f, i-rasm*).

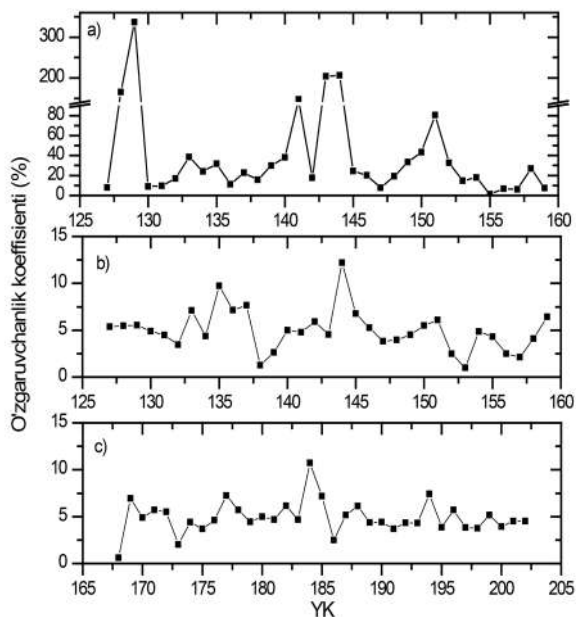
EK issiqlik futprinti bo'yicha yer osti issiqlik saqlashining fazoviy o'zgaruvchanligi 2015-yilda 2016-yilga nisbatan ancha yuqori va o'zgaruvchan edi (*8-rasm*). Kunlik o'rtacha

o'zgaruvchanlik koeffitsienti ( $O'K$ ) 2015 yilda 1,1 dan 336% gacha bo'ldi, eng yuqori ko'rsatkich 127 YK da kuzatildi (*8a-rasm*). Bundan tashqari, 141, 143 va 144 YK da yuqori fazoviy o'zgaruvchanlik mos ravishda 147, 204 va 206%  $O'K$  bilan kuzatildi. Aksincha,  $S_g$  ning EK futprintidan olingan  $O'K$  127-159 YK davrida faqat 1,0 dan 12,2% gacha va 2016 yil 168 - 202 YK davomida 0,6 va 10,7% gacha bo'ldi (*8b-rasm, s*).

#### Kalorimetrik va garmonik tahlillardan yer osti issiqlik oqimlari

9-rasmda EK stansiyasida ( $G_{ht}$ ) tuproq haroratining garmonik tahlilidan hisoblangan yer osti issiqlik oqimining kunlik o'rtachasi, EK dala futprintida ( $G_{hf}$ ), EK stansiyasi yonida plastinka orqali o'lchangan issiqlik oqimi ( $G_{hp}$ ) shu bilan birga EK stansiyasi yonida plastinkalardan olingan issiqlik oqimlariga qo'shilgan tuproq issiqlik zaxirasining kalorimetrik tahlili ( $G_c$ ) ko'rsatilgan.

Issiqlik oqimini plastinka o'lchovlari ( $G_{hp}$ ) dan olingan garmonik tahlil va ( $G_c$ ) standart kalorimetrik usul ( $G_c$ ) bilan olingan yerning issiqlik oqimlarini taqqoslanganda  $G_{hp}$  shuni ko'rsatdiki, ya'ni  $G_{hp}$  ertalabki soatlar va tushgacha muntazam ravishda yuqori bo'ldi, bunda  $G_c$  tushdan reyin

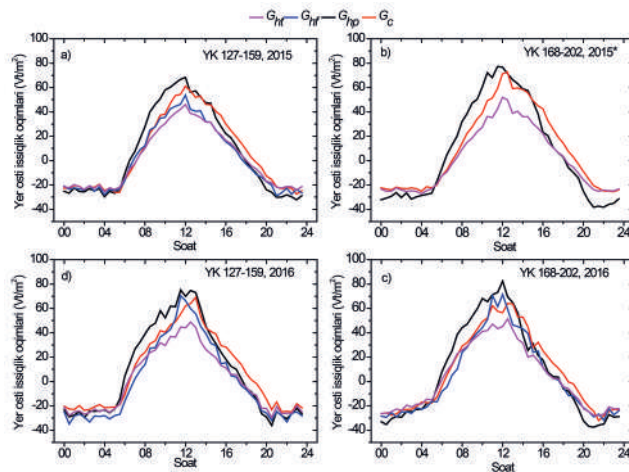


**8-rasm.** Turli xil tadqiqot davrlari davomida eddi kovariatsiya futprintining oltita joyida o'lgangan yer osti issiqlik oqimining kunlik o'rtacha koeffitsienti. a) 2015 yilda 127–159 YK b) 2016 yilda 127–159 YK, c) 2016 yilda 168–202 YK.

va tunda yuqori bo'ldi. Bundan tashqari, barcha kuzatilgan davrlarda  $G_{hp}$  eng katta amplitudaga egaligini ko'rsatdi. Tuproq harorati ma'lumotlarning garmonik tahlillari ( $G_{ht}$ ,  $G_{hf}$ ) nisbatan susaygan amplitudalarni aniqladi, bu suhsiz EK stansiyasida ( $G_{ht}$ ) yer osti issiqlik oqimida aniq bo'ldi.

Ikki usul ( $G_{hp}$ ,  $G_c$ ) bo'yicha hisoblangan yer osti issiqlik oqimlarini keying taqqoslash 10-rasmda keltirilgan. Erta tongdan to tushgacha garmonik tahlillar muntazam ravishda yuqori yer osti issiqlik oqimlarini ko'rsatdi. Aksincha, tushdan to yarim tungacha garmonik tahlillar past qiymatlarni berishga moyilligini ko'rsatdi.

Yer osti issiqlik oqimini aniqlashning EBYga ta'siri  $LE+H$  ni  $R_n-G_x$  ga regressiyalash yo'li bilan tekshirildi (5-jadval). Standart usul ( $G_c$ ) bilan taqqoslaganda, EBY yer osti issiqlik oqimi issiqlik oqimi plastinka o'lchovlari ( $G_{hp}$ ) dan hisoblangan garmonik tahlil bilan hisoblab chiqilgan to'rtta tekshirilgan davrning uchtasida oshdi. Taxminan 3% bilan eng yaxshi natijaga 2016-yilning birinchi davrida erishildi (127–159 YK). Ammo  $G_{ht}$  bilan EBY barcha davrlarda pasayib



**9-rasm.** To'rt xil usul bilan aniqlangan yer osti issiqlik oqimlarining ( $G_{ht}$ ,  $G_{hf}$ ,  $G_{hp}$ ,  $G_c$ ) o'rtacha kunlik sikllari.  $G_{ht}$  - stansiyasida o'lgangan tuproq haroratining garmonik tahlili;  $G_{hf}$  - EK futprintida o'lgangan tuproq haroratining garmonik tahlili;  $G_{hp}$  - EK stansiyasida issiqlik oqimi plastinkalari bilan o'lgangan yer osti issiqlik oqimlarining garmonik tahlili;  $G_c$  - EK stansiyasida yer osti issiqlik oqimi o'lchovlariga qo'shilgan tuproq issiqligini zaxirasining kalorimetrik hisobi.

**\*2015 yilning ikkinchi davrda EK futprinti bo'yicha tuproq harorati mavjud bo'lmadi, shu sababli  $G_{hf}$  uchun hisob ishlarini olib borishni imkoni bo'lmadi.**

ketdi. Xuddi shu narsa  $G_{ht}$  bilan ham bog'liq edi, ammo EBY ning kamayishi  $G_{ht}$  ga nisbatan pastroq edi. Xulosa qilib aytganda, yer osti issiqlik oqimini hisoblash usuli EBYdagi 5% gacha farqni tashkil etdi (5-jadval).

**Yuza EBY baholash**

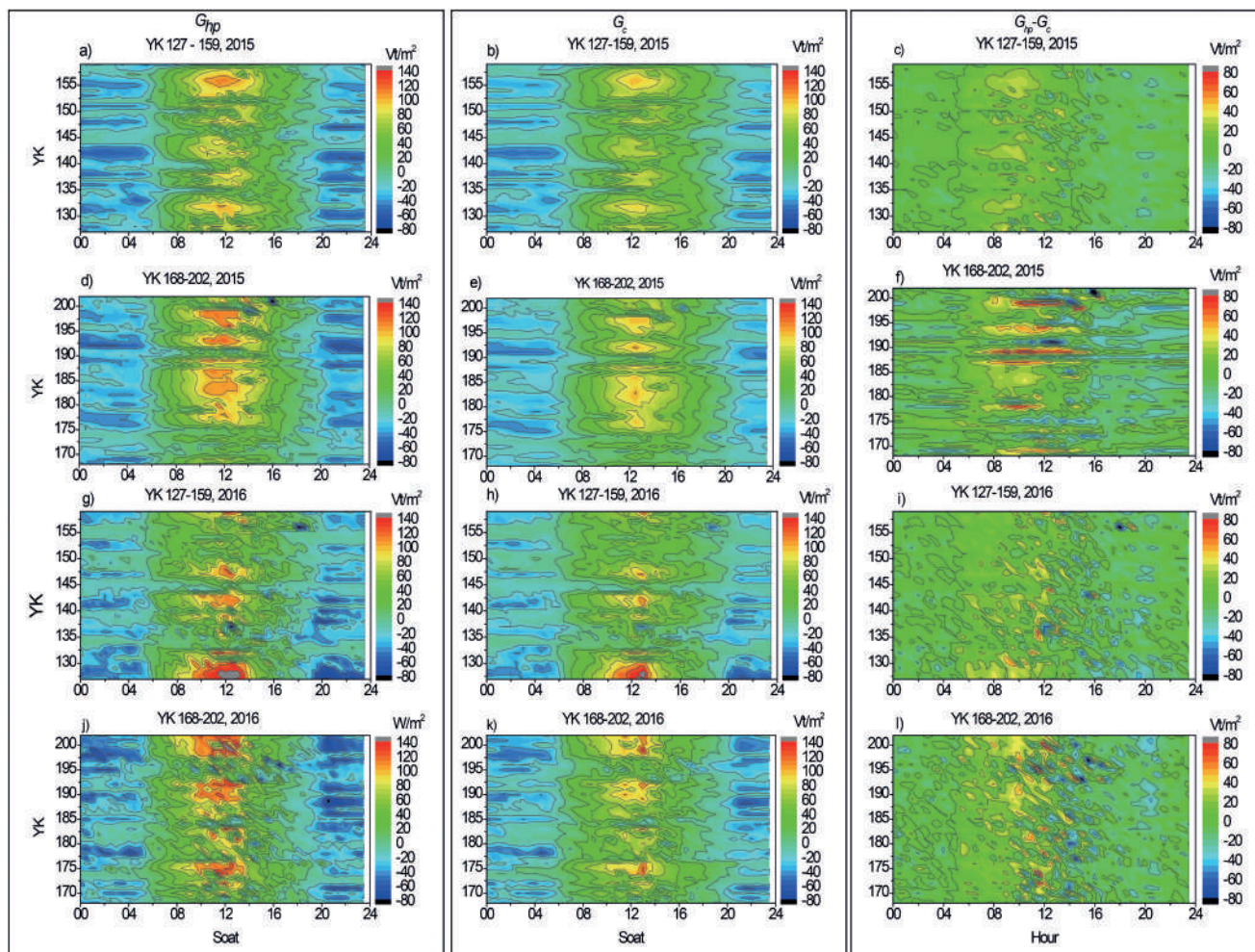
Qishgi bug'doyning ketma-ket ikki vegetatsiya davridagi o'lgangan energiya balanslari oylik EBY 67,5 dan 83,3% gacha bo'lgan darajasiga yetdi (2.3-jadval). Shuning uchun usbu ishda olingan natijalar ekin maydonlari bo'yicha avvalgi tadqiqotlar natijalari chegaralariga mos keladi [9,11,13,18,39–41,53,54]. Ikki o'rganilgan vegetatsiya davri uchun energiya balansining eng yuqori yopilishi 2015-yil iyul oyida (76,4%) va 2016-yil iyunida (83,3%) aniqlandi.

2015- va 2016-yillarda energiya balanslarining o'rtacha qoldiqlari mos ravishda 51,5 va 27,6 Vt/m<sup>2</sup> ni tashkil etdi,

5-jadval

**Turli xil usullar bilan hisoblangan yer osti issiqlik oqimlari bilan energiya balansini yopish (har xil hisoblangan yer osti issiqlik oqimining qisqartirishlari uchun 9-rasmning sarlavhasiga qarang).**

YK	Stansiya (yil)	EK1 (2015)				EK3 (2016)			
		$LE+H$ qarshi $R_n-G_{ht}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_{hf}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_{hp}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_c$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_{ht}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_{hf}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_{hp}$	$LE+H$ qarshi $R_n-G_c$
127 – 159	Qiyalik	0.68	0.69	0.72	0.70	0.76	0.79	0.81	0.78
	Kesishish	-6.66	-8.55	-9.63	-5.98	0.23	-4.09	-0.28	3.85
168 – 202	Qiyalik	0.72	-	0.74	0.74	0.81	0.84	0.85	0.83
	Kesishish	-4.83	-	-4.65	-3.75	5.14	0.92	1.66	5.56



**10-rasm. EK stansiyasi yonida 0,08 m tuproq chuqurligidagi garmonik tahlilga asoslangan yer osti issiqlik oqimi plastinkalaridagi o'lchashlar va plastinka o'lchovlariga qo'shilgan kalorimetrik usulda hisoblangan tuproq issiqlik zahiralari ( $G_c$ , o'rta panel) bilan taqqoslanishi, shuningdek, har xil davrlar va yillardagi ikki usul o'rtasidagi farq ( $G_{hp} - G_c$ , o'ng panel). 2015- va 2016- yillarda o'lchovlar mos ravishda EK1 va EK3 da olib borildi.**

bu turli tadqiqotlarning natijalariga [17, 21, 55] mos keladi. Kuzatuv davrida yashirin issiqlikning turbulent energiya oqimlariga katta hissa o'simliklarning intensiv rivojlanishi va tuproq namligining yuqori bilan bog'liq bo'ldi. Biroq, bug'doyning pishib etish bosqichida energiya qismlarga bo'linishi o'zgardi. Transpiratsiyani pasayishi tufayli seziluvchan issiqlik oqimi muhim darajada oshdi [18,40,56]. Ushbu davrlarda (168–202 YK), EBY har ikki yilning birinchi o'rganish davrlariga nisbatan yuqori (127 – 159 YK) bo'ldi. Ushbu topilgan natijalarning potentsial sabablariga qishloq xo'jaligi dalalarining ekinlarni rivojlanishini kechki bosqichlarida gomogenligi ko'rsatish mumkin [14], o'simlik balandligi oshishi bilan maydon futprinti kamayganligi [18] va issiqlik kuchaytirgan turbulent oqimlar kuchliroq rivojlanishi bo'lishi mumkin [57].

2016-yilda EK3 dagi EBY (79.9%) 2015 yilda EK1da EBYga (70.8%) qaraganda ancha yuqori bo'ldi. Ushbu tadqiqotga muvofiq, Imukova va boshq. [39] EK3da 2012-yilda (71%) 2013-yilda EK1 (60%) bilan taqqoslaganda yuqori EBY ni topdi, ammo ularning tadqiqotlarida ikkala joyda ham

yopilish darajasi pastroq edi. Imukova va boshqalar [39] tomonidan muhokama qilinganidek, EK1da EBY oralig'ining yuqori bo'lishining mumkin bo'lgan sababi daladan 500 m janubda joylagan tepalikli o'rmonli maydon bo'lishi mumkin. Bu mezomashtabli uyurmamalarning paydo bo'lishiga sabab bo'lishi EK usuli signalning aksariyatini o'tkazib yuborgan bo'lishi mumkin. Shuning uchun, janubiy va janubi-g'arbiy shamollar bo'lgan davrda ushbu holat EBYga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin edi. Biroq, 2015-yilda janubi-g'arbiy tomondan esgan shamollar bilan bog'liq bo'lgan bir nechta vaziyat qayd etilgan (2.1-rasm). EK usuli asosan landshaftning geterogenligi tufayli kelib chiqadigan katta uyurmalar tranzitini to'liq tutib olmaydi [11,55,58]. Tadqiqot maydonlarining geterogenligi ko'pincha o'lchangan EBY bo'shliqlarining asosiy sababi sifatida qaraladi [14,55,58]. Spektral tahlil yordamida tutil qolinmagan turbulent oqimlarni tekshirish va geterogen landshaftlarda mos vaqt oralig'ini aniqlash uchun foydalanish mumkin. Bir nechta tadqiqotlarda vaqt oralig'i oshirish bilan ko'proq tuib qolingan past chastotalar natijasida energiya qoldiqlari

kamayib borishi ko'rsatilgan [8,18,25,59]. Biroq, vaqt oralig'i intervalini oshirishning ta'siri joy xususiyatlariga bog'liq bo'lib, ko'pincha baland o'simliklarga masalan, o'rmonlarga ko'proq foydasi seziladi [34,60]. Bundan tashqari, Sievers va boshq. [61] EK oqimlari ma'lum bir maydon yoki faoliyat bilan bog'liq bo'lsa, past chastotalar ma'lumotlar bazasidan chiqarib tashlanishi kerakligini ta'kidlaydi. Ushbu tadqiqotda bo'lgani kabi o'lchovlar asosan qishloq xo'jaligi dalalarida o'tkazilganligi sababli past chastotalarni hisobga olgan holda yuqori EBY hatto maqsadga muvofiq bo'lmasligi mumkin, chunki bu signallar o'lchov ishlari olib borilgan hududga taaluqli emas.

Energiyaning nomuvozanatligiga yana bir qo'shimcha sabab bo'lib yetarli bo'lmagan turbulent almashinuvi tufayli turbulent oqimlarning past baolanishi hisoblanadi. Barqarorlik parametri o'lchov balandligi ( $z$ ) ni Monin-Obuxov uzunligiga ( $L$ ) bo'lish orqali olindi va  $z/L = 0,01$  chegara yuqorida keltirilgan bo'yicha tanlangan bo'lib, bu tegishli vaqt oralig'lariga barqaror atmosfera sharoitlarini ifodalash uchun olindi. Ikkala tadqiqot yillari ham mavjud ma'lumotlarning 46% barqaror atmosfera sharoitlarini ko'rsatdi. Shuningdek, EK1 va EK3 o'rtasida ishqalanish tezligida farqlar kuzatilmadi. Shunday qilib, yetarlicha bo'lmagan turbulent almashinish o'rganilgan joylarda kuzatilgan energiya balansidagi bo'shliqlar uchun muhim rol o'ynashi mumkin, ammo bu ikkala maydon o'rtasidagi EBYdagi farqlarning potentsial sababi sifatida chiqarib tashlanishi mumkin. Sanches va boshq. [25] ishqalanish tezligi 0,25 m/s dan past bo'lgan oqimlarni olib tashlanganida, shimoliy o'rmonda EBY ning 13% yaxshilanishiga erishdi. Yuqoridagi munozarani hisobga olgan holda, turbulent oqim tarkibiy qismlarini batafsil baholash uchun boshqa usullar bo'yicha keyingi eksperimental tekshiruvlar o'tkazish va EK o'lchovi bilan taqqoslash zarur. Ushbu usullar qo'lbola [7] yoki avtomatik kameralar [62,63], aerodinamik usullar [64], uyurma to'planishi, lizimetr o'lchovlari [65-67] o'simliklar tanasidagi suv oqimini o'lchash [68,69], tuproq suvining muvozanati usuli [39] yoki boshqalar foydalanishni o'z ichiga olishi mumkin.

#### **Kichik miqdorda saqlangan shartlarining EBYga ta'siri**

$S_p$  ning yer uzasi energiya balansiga qo'shgan hissasi sinalgan saqlash muddatlari orasida eng yuqori ko'rsatkichga ega bo'lib, 2015 va 2016 yillarda intensiv vegetatsiya davrida (may oyi) mos ravishda 7,1 va 6,8% ni tashkil etdi. Qishki bug'doyning pishib etilish davrida (iyul oyi), 2015 va 2016 yillarda  $S_p$  mos ravishda 2,1 va 1,9% bilan EBYga kam hissa qo'shdi. Bizning tadqiqotimizda,  $S_p$  boshqa tadqiqotlarga qaraganda yuqori edi [5,9,18]. Jacobs va boshq. [5], masalan, ma'lum bir maysazorda  $S_p$  EBYga maksimal 3% hissa qo'shganligi haqida xabar bergishgan. Bu may oyida o'simlikning intensiv o'sish davrida bo'lgan. Wang va Zhang [70] tomonidan bildirilgan maksimal qiymat - iyul oyida subalp o'tloqi uchun 0,6% bo'lib, bu va avgust oyida sezilarli darajada past edi.  $S_p$  ning EBY ga qo'shgan hissasi, boshqa kichik miqdordagi energiya shartlariga qaraganda ancha yuqori bo'ldi. Shuni inobatga olish kerakki, bizning tahlilimiz fotosintez miqdorlari juda yuqori bilan intensiv ravishda

ekilgan bug'doy dalalarida vegetatsiya davriga tegishli. Shunday qilib, o'simlik o'smaydigan mavsum va unumdor bo'lmagan ekotizimdagi o'lchovlar uchun,  $S_p$  ning EBYga ta'siri, ehtimol yuqorida aytib o'tilgan tadqiqotlar oralig'idan ancha past bo'ladi. Shunga qaramay, tungi nafas olish tezligi bilan bog'liq bo'lgan yuqori energiya chiqishi tunda EBYni kamaytiradi, ayniqsa o'simliklarning o'sishi kuchaygan davrda. Ekotizimlarda  $CO_2$  ning umumiy manbalari sifatida kabi vazifani bajaradi, qurilgan torfli yerlar kabi [7,71], energiya balansida  $S_{pni}$  hisobga olish hattoki nomuvozanatlikni kuchaytiradi. Tadqiqotchilarning fikrlariga ko'ra [72,73] qishki bug'doy dalalarida EK tomonidan o'lchangan  $CO_2$  ning yillik byudjetlari energiya saqlashning mos ravishda 0,33 va 0,49 Vt/m o'zgarishlariga muvofiq keldi. Bizning natijalarimizdan shu kelib chiqadiki,  $S_p$  ning potentsial yuqori hissasi tufayli yuza energiya balanslarini hisoblashga kiritish nihoyatda maqsadga muvofiqdir [16].  $CO_2$  oqimlari odatda EK stantsiyalarida o'lchanganligi sababli, uni ahamiyati qo'shimcha asboblarni talab qilmaydi va shunchaki tegishli energiya oqimiga aylantirilishi mumkin.

Kichik miqdordagi energiya shartlari orasidagi EBYga ikkinchi darajali hissa qo'shgan o'simlik qoplamidagi saqlangan zaxirasi ( $S_c$ ) 2016-yil iyun oyida maksimal 1,8% ga yaxshiladi (4-jadval). Ushbu shart EBYni Xitoydagi subalp yaylovda 1,0% ga [70] va Gollandiyadagi maysazorda 0,5% ga yaxshilagan [5]. Bizning tadqiqotimizda kuzgi bug'doy qoplamining o'rtacha suv miqdori 3,6 kg/m tashkil etdi, Wang va Zhang [70] tadqiqotida 3,0 kg/m, Jacobs va boshqalarning [5] tadqiqotida 1,7 kg/m tashkil etib, bu  $S_c$  ning turli kattaliklarini tushuntiradi. O'simlik qoplamida saqlangan issiqlikning kunlik sikli (5-rasm) shuni ko'rsatadiki, qishki bug'doy o'simliklari tomonidan energiya yutilishi quyosh chiqqandan keyingi erta tongda eng katta bo'ladi va keyinchalik o'simliklar sovishni boshlashi bilan kamayadi, erta peshinda negativ  $S_c$  orqali ko'rsatadi. Tuproq va o'simlik qoplamida saqlangan energiya shartlarining kinlik o'zgarishlari Lamaud va boshqalar [74] tomonidan qarag'ay o'rmoni paskti qatlami uchun va Masseroni va boshq. [18] va Xu va boshq. [75] makkajo'xori dalalari uchun xabar berishgan. Ularning natijalari shuni ko'rsatadiki, o'simlik qoplamidagi issiqlik zaxirasi quyosh chiqishi paytining ayniqsa o'tish davrida jami kichik miqdordagi zaxiralar orasida muhim rol o'ynaydi. Bundan tashqari, Meyers va Hollinger [9] o'simlik biomassasidagi suvning yuqori miqdori asosiy vegetatsiya davrida o'simlik qoplamida saqlanadigan energiya miqdorini ko'payishiga olib kelganligini tasdiqladilar. Qishki bug'doyning pishib etish bosqichida o'simlik tarkibidagi suv miqdori past bo'lganligi sababli  $S_c$  aniq pasaygan.

Havo entalpiyasining o'zgarishi ( $S_a$ ) energiya balansidagi bo'shliqni o'rtacha 0,24% ga kamaytirdi. Ushbu natijalarni Wang va Zhang [70] natijalari bilan taqqoslash mumkin. Ular  $S_a$  ni iyul oyida subalp o'tloqda yer yuza energiyasi balansining yopilishini 0,14% ga yaxshilaganligini aniqladilar. Bundan tashqari, Jacobs va boshq. [5], Niderlandiyadagi maysazorda may oyi davomida havo entalpiyasining o'zgarishi yuza EBY ni 93,6 dan 95,6% gacha oshirganligi haqida hisobot

berishgan. Havo entalpiyasining o'zgarishining EBYga bo'lgan ulushining turlicha bo'lishining sabablari bo'lib joylar va fasllar o'rtasidagi harorat o'zgaruvchanligidagi farqlari bo'lishi mumkin [21,76]. Havodagi saqlangan issiqlik zaxirasining miqdori o'simlik qoplami yuqoridagi havo harorati o'zgarishlariga bog'liq. Keyinchalik uzoq vaqt davomida  $S_a$  ning EBYdarajasi ijobiy va salbiy hissalarini tushib qolish ehtimoli yuqori bo'ladi, chunki Jacobs va boshq. [5] bizning tadqiqotimiz bilan taqqoslangan. Uzoq vaqt davomida o'rganish davri uchun  $S_a$  ning EBY darajasiga ijobiy va salbiy hissalarini bo'lmay qolish ehtimoli yuqori bo'ladi, chunki Jacobs va boshq. [5] natijalarini bizning tadqiqotimiz bilan taqqoslaganda ko'rish mumkin.

Atmosfera namligining o'zgarishi ( $S_q$ ) bilan bog'liq energiya o'lchov balandligi va o'simlik qoplami o'rtasida suv bug'ida saqlanadi. Uning yer yuzasi EBY ga qo'shgan hissasi bizning tadqiqotimizda ahamiyatsiz bo'ldi, Wang va Zhang [70] natijalariga muvofiq keladi, bu yerda  $S_q$  ning EBYga qo'shgan hissasi nolga yaqin bo'ldi. May oyida Gollandiyadagi maysazorda 0,5% bilan bu ko'rsatkich biroz yuqoriroq bo'lgan [5], bu ehtimol okeanik va shamolli ob-havo sharoiti Germaniyaning janubi-g'arbiy qismiga nisbatan namlikning katta o'zgarishiga sabab bo'lgan.  $S_q$  ning kunlik xarakteri quyosh chiqishi va botishi atrofida ijobiy zaxirani ko'rsatdi va taxminan ikki soatdan so'ng keskin pasayib ketdi, natijada muvozanatli energiya almashinuvda o'rtacha nolga teng bo'ldi, shuningdek bu Zeri va Sá [77] tomonidan ham shunday hisobotlar berilgan. Shuning uchun  $S_q$  ning EBYga ijobiy hissasini faqatgina o'simlik qoplami ustida suv bug'ining aniq to'planishi davrida tadqiq etish mumkin.

Xulosa qilib aytganda,  $S_p$  va  $S_c$  ni hisobga olish EBYga eng katta ta'sir ko'rsatdi,  $S_a$  va  $S_q$  esa bizning o'rganish joylarimizda ahamiyatsiz bo'ldi. Umuman olganda, kichik saqlash shartlari EBYni 4,5% (2016-yilda 168–202 YK) va 8,7% (2016-yilda 127–159 YK) oralig'ida yaxshiladi. Ushbu raqamlar avvalgi tadqiqotlar natijalariga mos keladi. Italiyadagi makkajo'xori dalasi uchun 2012-yilning 21-may – 7-sentyabr kunlari Masseroni va boshq. [78] EBYni 5% ga yaxshilagan (75 dan 80% gacha). Niderlandiyadagi maysazor joyi uchun (may va avgust oylari), Jacobs va boshq. [5] kichik saqlash muddatlarini hisobga olgan holda EBYni 6,1% ga yaxshilagan. Shunga ko'ra, EK o'lchovlaridan yer yuzasi EBYga kichik saqlash shartlarining hissasi o'simlik turiga, shuningdek biomassa va daladagi o'simlik namligi sharoitlariga bog'liq.

#### **Tuproq issiqlik saqlashi va yer osti issiqlik oqimlarining EBYga ta'siri**

EK futprintida o'lchangan tuproqning issiqlik zaxirasi ( $S_g$ ) EK stantsiyasida bitta nuqta o'lchovlari bilan taqqoslandi. EBYni baholashga potentsial ta'sir ko'rsatishi turli xil fazoviy o'zgarishlar baholangan  $S_g$  miqdoriga ta'sir etdi. Umuman olganda,  $S_g$  amplitudasi futprint ichida o'lchanganida katta bo'lgan. Shunday qilib, nafaqat EK stantsiyasida, balki kunduzi yuqori EBYga  $S_g$  ni futprintda aniqlash orqali erishish mumkin. Bizning o'lchovlarimiz  $S_g$  ning ikki yillik va joylar orasidagi fazoviy o'zgaruvchanligida katta farqlarni

ko'rsatdi. Jansen va boshq. [79] tuproq issiqligini saqlashdagi fazoviy o'zgaruvchanlik tuproq tarkibidagi turli-tumanligi bilan bog'liq degan xulosaga keldi. Tuproq namligi va dala futprintida o'simlik qoplaminin fazoviy o'zgaruvchanligi boshqa tadqiqotlarda xabar qilinganidek, tuproqning issiqlik saqlanishining o'zgaruvchanligiga hissa qo'shadi. Shunisi qiziqarliki, 2015-yilda kuzatilgan ikkala fazoviy o'zgarish miqdorlari o'rtasidagi mutlaq farqlar kichikroq edi, o'zgaruvchanlik koeffitsienti ( $O'K$ ) ba'zi kunlarda haddan ziyod yuqori bo'ldi. Juda yuqori CV asosan ertalab va kechqurun o'tish davrida sodir bo'lib,  $S_g$  nolga yaqin. Masalan, bitta joylarda tuproq allaqachon qizib ketgan bo'lishi mumkin bo'lsa, boshqa joylarda  $S_g$  nol atrofida bo'lgan. Joylar orasidagi mutlaq farqlar, shu bilan birga, ushbu davrlarda juda oz edi. Ushbu natijalar shuni tavsiya etadiki, o'tish davridagi  $S_g$  harakati 2016 yilda bir xil bo'lib, amplitudasi esa 2015-yilga nisbatan fazoviy o'zgarishlari orasida ko'proq farq qildi. Fazoviy o'zgaruvchanlik EBY baholashda qo'shimcha noaniqlikni anglatib, fazoviy harakatlanishiga bog'liq. Bu shunday g'oyani qo'llab-quvvatlaydiki, bunda tuproq issiqlik zaxirasini kuzatish uchun kichik fazoviy o'zgarish, odatda EK o'lchovlarida o'tkazilganida, butun maydon futprintining yuza energiyasi balansi uchun representativ bo'lmasligi mumkin.

Plastinka ma'lumotlaridan foydalanib garmonik tahlil asosida hisoblangan yer osti issiqlik oqimlari EBYga to'rtta tekshirilgan davrning uchtasida kalorimetrik usulga qaraganda sezilarli darajada yuqori (2–3%) hissa qo'shdi. Xuddi shunday natija Jacobs va boshq. [5] past balandlikdagi maysazorda olingan: garmonik tahlil EBYga yuqori hissa qo'shdi. Bundan tashqari, bizning tadqiqotlarimiz shuni ko'rsatdiki, issiqlik oqimi plitalarini ishlatmasdan turib yer osti issiqlik oqimlarini aniqlash mumkin. Shunga qaramay, bunday holatlarda bir necha joylarda EK futprintining bir nechta joylarida garmonik tahlil uchun tuproq harorati o'lchash ishlarini olib borish maqsadga muvofiqdir. EK stantsiyasida bitta nuqtasidagi o'lchov yer osti issiqlik oqimini kam yoki haddan tashqari oshirib yuborish xavfini tug'diradi, chunki bir nuqtagi o'lchovning fazoviy geterogen bo'lgan EK futprinti uchun representativlik darajasi noaniq.

#### **Xulosalar**

Ekin maydonlarida yaxshi EBYga erishish uchun fotosintez va nafas olish orqali energiya iste'moli va chiqarilishini ( $S_p$ ), shuningdek o'simlik qoplamidagi entalpiyaning o'zgarishini ( $S_c$ ) hisobga olishni tavsiya etiladi. Plastinka ma'lumotlariga asoslangan garmonik tahlil kalorimetrik usulga qaraganda yuqori yer osti issiqlik oqimlarini natijalarini berdi. Chunki tuproqning, o'simliklarning va radiatsiyaning fazoviy o'zgaruvchanligi sababli yer osti issiqlik oqimining bir joydagi o'lchovlar EK futprinti uchun to'liq representativ bo'lmasligi mumkin. 83 dan 89% gacha bo'lgan EBYning eng katta yaxshilanish kichik miqdordagi saqlangan energiyalarni ( $S_a + S_q + S_p + S_c$ ) va issiqlik oqimi plitalari ma'lumotlari asosidagi garmonik tahlil bilan hisoblangan yer osti issiqlik oqimiga asoslangan holda erishildi. Biroq, mavjud bo'lgan energiyaning kamida 11% hali ham yopilmay qoldi. Xulosa qilishimizcha, kichik miqdordagi oqim va saqlash shartlari

energiya balansidagi bo'shliqni tushuntirishga katta hissa qo'shadi, ammo ularni hisobga olish bu bo'shliqni to'liq qoplay olmaydi. Bizning topgan natijalarimiz shuni ko'rsatadiki, energiya balansidagi bo'shliqni 100% tashkil etadigan EBYni tuzatish yo'llari turbulent energiya kabi

baholanishi turbulent oqimlarni yuqori darajada baholab yuborishi mumkin. Shuning uchun EK o'lchovlarining energiya balansi baholanganda kichik energiya shartlarini e'tiborga olish va plastinka o'lchovlaridan garmonik tahlil orqali yer osti issiqlik oqimini hisoblashni tavsiya etamiz.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M. Mauder, M. Cuntz, C. Drüe, A. Graf, C. Rebmann, H.P. Schmid, M. Schmidt, R. Steinbrecher, A strategy for quality and uncertainty assessment of long-term eddy-covariance measurements, *Agric. For. Meteorol.* 169 (2013) 122–135. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.09.006>.
2. LI-COR Inc., EddyPro Software. Instruction manual, LI-COR Biosciences, 2012.
3. T. Foken, *Micrometeorology*, 1st ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-74666-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-540-74666-9_6).
4. R. Leuning, E. van Gorsel, W.J. Massman, P.R. Isaac, Reflections on the surface energy imbalance problem, *Agric. For. Meteorol.* 156 (2012) 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.12.002>.
5. A.F.G. Jacobs, B.G. Heusinkveld, A.A.M. Holtslag, Towards closing the surface energy budget of a mid-latitude grassland, *Boundary-Layer Meteorol.* 126 (2008) 125–136. <https://doi.org/10.1007/s10546-007-9209-2>.
6. A.G. Barr, K. Morgenstern, T.A. Black, J.H. McCaughey, Z. Nestic, Surface energy balance closure by the eddy-covariance method above three boreal forest stands and implications for the measurement of the CO<sub>2</sub> flux, *Agric. For. Meteorol.* 140 (2006) 322–337. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.08.007>.
7. A. Poyda, T. Reinsch, R.H. Skinner, C. Kluß, R. Loges, F. Taube, Comparing chamber and eddy covariance based net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange of fen soils, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* (2017) 1–15. <https://doi.org/10.1002/jpln.201600447>.
8. J. Kidston, C. Brümmer, T.A. Black, K. Morgenstern, Z. Nestic, J.H. McCaughey, A.G. Barr, Energy balance closure using eddy covariance above two different land surfaces and Implications for CO<sub>2</sub> flux measurements, *Boundary-Layer Meteorol.* 136 (2010) 193–218. <https://doi.org/10.1007/s10546-010-9507-y>.
9. T.P. Meyers, S.E. Hollinger, An assessment of storage terms in the surface energy balance of maize and soybean, *Agric. For. Meteorol.* 125 (2004) 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.03.001>.
10. W. Kohsiek, C. Liebenthal, T. Foken, R. Vogt, S.P. Oncley, C. Bernhofer, H.A.R. DeBruin, The Energy Balance Experiment EBEX-2000. Part III: Behaviour and quality of the radiation measurements, *Boundary-Layer Meteorol.* 123 (2007) 55–75. <https://doi.org/10.1007/s10546-006-9135-8>.
11. T. Foken, M. Mauder, C. Liebenthal, F. Wimmer, F. Beyrich, J.P. Leps, S. Raasch, H.A.R. DeBruin, W.M.L. Meijninger, J. Bange, Energy balance closure for the LITFASS-2003 experiment, *Theor. Appl. Climatol.* 101 (2010) 149–160. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0216-8>.
12. X.F. Guo, X.H. Cai, L. Kang, T. Zhu, H.S. Zhang, Effects of vegetative heterogeneity and patch-scale harvest on energy balance closure and flux measurements, *Theor. Appl. Climatol.* 96 (2009) 281–290. <https://doi.org/10.1007/s00704-008-0031-7>.
13. S.P. Oncley, T. Foken, R. Vogt, W. Kohsiek, H.A.R. DeBruin, C. Bernhofer, A. Christen, E. van Gorsel, D. Grantz, C. Feigenwinter, I. Lehner, C. Liebenthal, H. Liu, M. Mauder, A. Pitacco, L. Ribeiro, T. Weidinger, The energy balance experiment EBEX-2000. Part I: overview and energy balance, *Boundary-Layer Meteorol.* 123 (2007) 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10546-007-9161-1>.
14. P.C. Stoy, M. Mauder, T. Foken, B. Marcolla, E. Boegh, A. Ibrom, M.A. Arain, A. Arneth, M. Aurela, C. Bernhofer, A. Cescatti, E. Dellwik, P. Duce, D. Gianelle, E. van Gorsel, G. Kiely, A. Knohl, H. Margolis, H. Mccaughey, L. Merbold, L. Montagnani, D. Papale, M. Reichstein, M. Saunders, P. Serrano-Ortiz, M. Sottocornola, D. Spano, F. Vaccari, A. Varlagin, A data-driven analysis of energy balance closure across FLUXNET research sites: The role of landscape scale heterogeneity, *Agric. For. Meteorol.* 171–172 (2013) 137–152. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.11.004>.
15. T.E. Twine, W.P. Kustas, J.M. Norman, D.R. Cook, P.R. Houser, T.P. Meyers, J.H. Prueger, P.J. Starks, M.L. Wesely, Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland, *Agric. For. Meteorol.* 103 (2000) 279–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00123-4).
16. K. Wilson, A. Goldstein, E. Falge, M. Aubinet, D. Baldocchi, P. Berbigier, C. Bernhofer, R. Ceulemans, H. Dolman, C. Field, A. Grelle, A. Ibrom, B. Law, A. Kowalski, T. Meyers, J. Moncrieff, R. Monson, W. Oechel, J. Tenhunen, R. Valentini, S. Verma, Energy balance closure at FLUXNET sites, *Agric. For. Meteorol.* 113 (2002) 223–243. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00109-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00109-0).
17. A. Varmaghani, W.E. Eichinger, J.H. Prueger, A diagnostic approach towards the causes of energy balance closure problem, *Open J. Mod. Hydrol.* 6 (2016) 101–114.
18. D. Masseroni, C. Corbari, M. Mancini, Limitations and improvements of the energy balance closure with reference to experimental data measured over a maize field, *Atmosfera* 27 (2014) 335–352. [30](https://doi.org/10.1016/S0187-</a></li>
</ol>
</div>
<div data-bbox=)

6236(14)70033-5.

19. A. Lindroth, M. Mölder, F. Lagergren, Heat storage in forest biomass improves energy balance closure, *Biogeosciences* 7 (2010) 301–313. <https://doi.org/10.5194/bg-7-301-2010>.

20. U. Moderow, M. Aubinet, C. Feigenwinter, O. Kolle, A. Lindroth, M. Mölder, L. Montagnani, C. Rebmann, C. Bernhofer, Available energy and energy balance closure at four coniferous forest sites across Europe, *Theor. Appl. Climatol.* 98 (2009) 397–412. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0175-0>.

21. A.A. dos S. Michiles, R. Gielow, Above-ground thermal energy storage rates, trunk heat fluxes and surface energy balance in a central Amazonian rainforest, *Agric. For. Meteorol.* 148 (2008) 917–930. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.01.001>.

22. M. Zeri, K. Anderson-Teixeira, G. Hickman, M. Masters, E. DeLucia, C.J. Bernacchi, Carbon exchange by establishing biofuel crops in Central Illinois, *Agric. Ecosyst. Environ.* 144 (2011) 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.AGEE.2011.09.006>.

23. R. Kormann, F.X. Meixner, An analytical footprint model for non-neutral stratification, *Boundary-Layer Meteorol.* 99 (2001) 207–224. <https://doi.org/10.1023/A:1018991015119>.

24. N. Kljun, P. Calanca, M.W. Rotach, H.P. Schmid, A simple two-dimensional parameterisation for Flux Footprint Prediction (FFP), *Geosci. Model Dev* 8 (2015) 3695–3713. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-3695-2015>.

25. N. Sánchez, J. Martínez-Fernández, A. Calera, E. Torres, C. Pérez-Gutiérrez, Combining remote sensing and in situ soil moisture data for the application and validation of a distributed water balance model (HIDROMORE), *Agric. Water Manag.* 98 (2010) 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.014>.

26. Z. Gao, R. Horton, H.P. Liu, Impact of wave phase difference between soil surface heat flux and soil surface temperature on soil surface energy balance closure, *J. Geophys. Res.* 115 (2010) 1–10. <https://doi.org/10.1029/2009JD013278>.

27. C. Núñez, E. Varas, F. Meza, Modelling soil heat flux, *Theor. Appl. Climatol.* 100 (2010) 251–260. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0185-y>.

28. T.E. Ochsner, T.J. Sauer, R. Horton, Soil heat storage measurements in energy balance studies, *Agron. J.* 99 (2007) 311–319. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0103S>.

29. J. Zuo, J. Wang, J. Huang, W. Li, G. Wang, H. Ren, Estimation of ground heat flux and its impact on the surface energy budget for a semi-arid grassland, 3 (2011) 41–50. <https://doi.org/10.3724/SPJ.1226.2011.00041>.

30. B.G. Heusinkveld, A.F.G. Jacobs, A.A.M. Holtslag, S.M. Berkowicz, Surface energy balance closure in an arid region: Role of soil heat flux, *Agric. For. Meteorol.* 122 (2004) 21–37. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2003.09.005>.

31. T.J. Sauer, R. Horton, Soil Heat Flux, *Agron. J.* 99 (2005) 304. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0038s>.

32. Y. Ping, Z. Qiang, N. Shengjie, C. Hua, W. Xiyu, Effects of the soil heat flux estimates on surface energy balance closure over a semi-arid grassland, *Acta Meteorol. Sin.* 25 (2011) 774–782. <https://doi.org/10.1007/s13351-011-0608-4>.

33. L.I. Yuan, W. Shu, C. Bicheng, Comparative study on methods for computing soil heat storage and energy balance in arid and semi-arid areas, 28 (2014) 308–322. <https://doi.org/10.1007/s13351-014-3043-5.1>.

34. X.M. Sun, Z.L. Zhu, X.F. Wen, G.F. Yuan, G.R. Yu, The impact of averaging period on eddy fluxes observed at ChinaFLUX sites, *Agric. For. Meteorol.* 137 (2006) 188–193. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.02.012>.

35. X. Liu, S. Yang, J. Xu, J. Zhang, J. Liu, Effects of soil heat storage and phase shift correction on energy balance closure of paddy fields, *Atmósfera* 30 (2017) 39–52. <https://doi.org/10.20937/ATM.2017.30.01.04>.

36. Z.-H. Wang, E. Bou-Zeid, Comment on “Impact of wave phase difference between soil surface heat flux and soil surface temperature on soil surface energy balance closure” by Z. Gao, R. Horton, and H. P. Liu, *J. Geophys. Res.* 116 (2011) D08110. <https://doi.org/10.1029/2010JD015117>.

37. R. Horton, P.J. Wierenga, D.R. Nielsen, Evaluation of methods for determining the apparent thermal diffusivity of soil near the surface, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47 (1983) 25. <https://doi.org/10.2136/sssaj1983.03615995004700010005x>.

38. M. Protic, M. Stankovic, D. Mitic, B. Todorovic, Application of fractional calculus in ground heat flux estimation, *Therm. Sci.* 16 (2012) 373–384. <https://doi.org/10.2298/TSCI110131075P>.

39. K. Imukova, J. Ingwersen, M. Hevart, T. Streck, Energy balance closure on a winter wheat stand: comparing the eddy covariance technique with the soil water balance method, *Biogeosciences* 13 (2016) 63–75. <https://doi.org/10.5194/bg-13-63-2016>.

40. J. Ingwersen, K. Steffens, P. Högy, K. Warrach-Sagi, D. Zhunusbayeva, M. Poltoradnev, R. Gäbler, H.D. Wizemann, A. Fangmeier, V. Wulfmeyer, T. Streck, Comparison of Noah simulations with eddy covariance and soil water measurements at a winter wheat stand, *Agric. For. Meteorol.* 151 (2011) 345–355. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.010>.

41. H.D. Wizemann, J. Ingwersen, P. Högy, K. Warrach-Sagi, T. Streck, V. Wulfmeyer, Three year observations of water vapor and energy fluxes over agricultural crops in two regional climates of Southwest Germany, *Meteorol. Zeitschrift* 24 (2014) 39–59. <https://doi.org/10.1127/metz/2014/0618>.

42. K. Imukova, J. Ingwersen, T. Streck, Determining the spatial and temporal dynamics of the green vegetation fraction of croplands using high-resolution RapidEye satellite images, *Agric. For. Meteorol.* 206 (2015) 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.03.003>.

43. M. Mauder, T. Foken, Documentation and instruction manual of the eddy-covariance software package TK3,

Arbeitsergebnisse, Nr. 46, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie, Bayreuth, 2011.

44. C. Van Der Tol, W. Timmermans, C. Corbari, A. Carrara, J. Timmermans, Z. Su, An analysis of turbulent heat fluxes and the energy balance during the REFLEX campaign, *Acta Geophys.* 63 (2015) 1516–1539. <https://doi.org/10.1515/ageo-2015-0061>.

45. P.D. Blanken, T. a. Black, P.C. Yang, H.H. Neumann, Z. Nestic, R. Staebler, G. den Hartog, M.D. Novak, X. Lee, Energy balance and canopy conductance of a boreal aspen forest: Partitioning overstory and understory components, *J. Geophys. Res.* 102 (1997) 28915. <https://doi.org/10.1029/97JD00193>.

46. J.A. Hubbard, An inexpensive alternative solar radiation shield for ambient air temperature micro-sensors, *J. Nat. Environ. Sci.* 2 (2011) 9–14.

47. M. Göckede, T. Markkanen, C.B. Hasager, T. Foken, Update of a footprint-based approach for the characterisation of complex measurement sites, *Boundary-Layer Meteorol.* 118 (2006) 635–655. <https://doi.org/10.1007/s10546-005-6435-3>.

48. D.A.V.W.W.R. De Vries, Thermal properties of soils. In: Van Wijk, WR. (Ed.) *Physics of plant environment*, North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1963. <https://doi.org/10.1002/qj.49709038628>.

49. S.R. Evett, N. Agam, W.P. Kustas, P.D. Colaizzi, R.C. Schwartz, Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates, *Adv. Water Resour.* 50 (2012) 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.04.012>.

50. K. An, W. Wang, Y. Zhao, W. Huang, L. Chen, Z. Zhang, Q. Wang, W. Li, Estimation from soil temperature of soil thermal diffusivity and heat flux in sub-surface layers, *Boundary-Layer Meteorol.* 158 (2015) 473–488. <https://doi.org/10.1007/s10546-015-0096-7>.

51. H.D. Wizeemann, V. Wulfmeyer, T. Streck, Application of harmonic analysis to ground heat flux determination by creating an artificial fundamental period, *Meteorol. Zeitschrift* 28 (2019) 471–486. <https://doi.org/10.1127/metz/2019/0968>.

52. R Core Team, A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria., (2014).

53. J. Ingwersen, K. Imukova, P. Högy, T. Streck, On the use of the post-closure methods uncertainty band to evaluate the performance of land surface models against eddy covariance flux data, *Biogeosciences* 12 (2015) 2311–2326. <https://doi.org/10.5194/bg-12-2311-2015>.

54. K.B. Wilson, D.D. Baldocchi, M. Aubinet, P. Berbigier, C. Bernhofer, H. Dolman, E. Falge, C. Field, A. Goldstein, A. Granier, A. Grelle, T. Halldor, D. Hollinger, G. Katul, B.E. Law, A. Lindroth, T. Meyers, J. Moncrieff, R. Monson, W. Oechel, J. Tenhunen, R. Valentini, S. Verma, T. Vesala, S. Wofsy, Energy partitioning between latent and sensible heat flux during the warm season at FLUXNET sites, *Water Resour. Res.* 38 (2002) 1–11. <https://doi.org/10.1029/2001WR000989>.

55. T. Foken, The energy balance closure problem: an overview, *Ecol. Appl.* 18 (2008) 1351–1367. <https://doi.org/10.1890/06-0922.1>.

56. G. Aouade, J. Ezzahar, N. Amenzou, S. Er-Raki, A. Benkaddour, S. Khabba, L. Jarlan, Combining stable isotopes, eddy covariance system and meteorological measurements for partitioning evapotranspiration, of winter wheat, into soil evaporation and plant transpiration in a semi-arid region, *Agric. Water Manag.* 177 (2016) 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.021>.

57. H.J.H. Franssen, R. Stöckli, I. Lehner, E. Rotenberg, S.I. Seneviratne, Energy balance closure of eddy-covariance data: A multisite analysis for European FLUXNET stations, *Agric. For. Meteorol.* 150 (2010) 1553–1567. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.08.005>.

58. T. Foken, F. Wimmer, M. Mauder, C. Thomas, C. Liebenthal, Some aspects of the energy balance closure problem, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* 6 (2006) 3381–3402. <https://doi.org/10.5194/acpd-6-3381-2006>.

59. M. Mauder, T. Foken, Impact of post-field data processing on eddy covariance flux estimates and energy balance closure, *Meteorol. Zeitschrift* 15 (2006) 597–609. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0167>.

60. D. Charuchittipan, W. Babel, M. Mauder, J.P. Leps, T. Foken, Extension of the averaging time in eddy-covariance measurements and its effect on the energy balance closure, *Boundary-Layer Meteorol.* 152 (2014) 303–327. <https://doi.org/10.1007/s10546-014-9922-6>.

61. J. Sievers, T. Papakyriakou, S.E. Larsen, M.M. Jammet, S. Rysgaard, M.K. Sejr, L.L. Sørensen, Estimating surface fluxes using eddy covariance and numerical ogive optimization, *Atmos. Chem. Phys.* 15 (2015) 2081–2103. <https://doi.org/10.5194/acp-15-2081-2015>.

62. J. Pumpanen, P. Kolari, H. Ilvesniemi, K. Minkinen, T. Vesala, S. Niinistö, A. Lohila, T. Larmola, M. Morero, M. Pihlatie, I. Janssens, J. Curiel, J.M. Grünzweig, S. Reth, J. Subke, K. Savage, W. Kutsch, G. Østregren, W. Ziegler, P. Anthoni, A. Lindroth, P. Hari, Comparison of different chamber techniques for measuring soil CO<sub>2</sub> efflux, *123 (2004) 159–176*. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2003.12.001>.

63. Q. Wang, P. Li, Canopy vertical heterogeneity plays a critical role in reflectance simulation, *Agric. For. Meteorol.* 169 (2013) 111–121. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.10.004>.

64. J.H. Prueger, W.P. Kustas, *Aerodynamic Methods for Estimating Turbulent Fluxes*, (n.d.). <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpubhttp://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1394> (accessed July 7, 2018).

65. F. Castellví, R.L. Snyder, A comparison between latent heat fluxes over grass using a weighing lysimeter and surface renewal analysis, *J. Hydrol.* 381 (2010) 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.11.043>.
66. R. Ding, S. Kang, F. Li, Y. Zhang, L. Tong, Q. Sun, Evaluating eddy covariance method by large-scale weighing lysimeter in a maize field of northwest China, *Agric. Water Manag.* 98 (2010) 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.001>.
67. S. Gebler, H.H. Franssen, T. Pütz, H. Post, M. Schmidt, H. Vereecken, Actual evapotranspiration and precipitation measured by lysimeters: a comparison with eddy covariance and tipping bucket, *Hydrol. Earth Syst. Sci* (2015) 2145–2161. <https://doi.org/10.5194/hess-19-2145-2015>.
68. A.J. Nunn, S. Cieslik, U. Metzger, G. Wieser, R. Matyssek, Combining sap flow and eddy covariance approaches to derive stomatal and non-stomatal O<sub>3</sub> fluxes in a forest stand, *Environ. Pollut.* 158 (2014) 2014–2022. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.11.034>.
69. D.G. Williams, W. Cable, K. Hultine, J.C.B. Hoedjes, E.A. Yezpe, V. Simonneaux, S. Er-Raki, G. Boulet, H.A.R. De Bruin, A. Chehbouni, Evapotranspiration components determined by stable isotope, sap flow and eddy covariance techniques, *Agric. For. Meteorol.* 125 (2004) 241–258. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.04.008>.
70. R. Wang, Q. Zhang, An assessment of storage terms in the surface energy balance of a subalpine meadow in Northwest China, *Adv. Atmos. Sci.* 28 (2011) 691–698. <https://doi.org/10.1007/s00376-010-9152-x>.
71. A. Poyda, T. Reinsch, C. Kluß, R. Loges, F. Taube, Greenhouse gas emissions from fen soils used for forage production in northern Germany, *Biogeosciences* 13 (2016) 5221–5244. <https://doi.org/10.5194/bg-13-5221-2016>.
72. M. Schmidt, T.G. Reichenau, P. Fiener, K. Schneider, The carbon budget of a winter wheat field: An eddy covariance analysis of seasonal and inter-annual variability, *Agric. For. Meteorol.* 165 (2012) 114–126. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.05.012>.
73. Q. Guo, W.W. Li, D.D. Liu, W. Wu, Y. Liu, X.X. Wen, Y.C. Liao, Seasonal characteristics of CO<sub>2</sub> fluxes in a rain-fed wheat field ecosystem at the Loess Plateau, *Spanish J. Agric. Res.* 11 (2013) 980–988. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013114-4373>.
74. E. Lamaud, J. Ogée, Y. Brunet, P. Berbigier, Validation of eddy flux measurements above the understorey of a pine forest, *Agric. For. Meteorol.* 106 (2001) 187–203. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00215-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00215-X).
75. Z. Xu, S. Liu, W. Shi, J. Wang, Assessment of the energy balance closure under advective conditions and its impact using remote sensing data, *Am. Meteorol. Soc.* 56 (2017) 127–140. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0096.1>.
76. R. Silberstein, A. Held, T. Hatton, N. Viney, M. Sivapalan, Energy balance of a natural jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest in Western Australia: measurements during the spring and summer, *Agric. For. Meteorol.* 109 (2001) 79–104.
77. M. Zeri, L.D. a Sá, Horizontal and Vertical Turbulent Fluxes Forced by a Gravity Wave Event in the Nocturnal Atmospheric Surface Layer Over the Amazon Forest, *Boundary-Layer Meteorol.* 138 (2011) 413–431. <https://doi.org/10.1007/s10546-010-9563-3>.
78. D. Masseroni, C. Corbari, M. Mancini, Validation of theoretical footprint models using experimental measurements of turbulent fluxes over maize fields in Po Valley, *Environ. Earth Sci.* 72 (2014) 1213–1225. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-3040-5>.
79. J. Jansen, P.M. Stive, N. Giesen, S. Tyler, Estimating soil heat flux using distributed temperature sensing, in: *Proc. Symp. J-H01 Held Dur. IUGG2011 Melbourne, Aust. July 2011, 2011: pp. 140–144.*

UO'T: 581.4.144

## O'ZBEKISTON FLORASIDAGI RESURSBOP O'SIMLIKLARNING TOIFALARI VA FOYDALANISHNING RAQAMLI TIZIMI

**Maxmudov Azizbek Valijonovich,**

biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilimiy xodim,

**Abduraimov Ozodbek Sultonqulovich,**

biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilimiy xodim,

**Tojibayev Komiljon Sharobitdinovich,**

biologiya fanlari doktori, akademik.

Fanlar Akademiyasi Botanika instituti.

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada resursbop o'simliklardan foydalanish toifalarini ishlab chiqish hamda ularning raqamli tizimini yaratishga qaratilgan tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Tadqiqotlar davomida resursbop turlarning 71 tasi qayd etilib, ular 4 toifa kesimida ajratilgan. 1-toifa 19 tur, 2-toifa 14 tur, 3-toifa 25 tur va 4-toifa esa 13 turni o'z ichiga olgan. Qayd etilgan toifalar asosida, respublikamiz miqiyosida ulardan foydalanish qiymati indeksi aniqlangan. Tarqalish areali tor hamda kamyoblik maqomiga ega bo'lgan turlarning resurs potentsiali o'zgarishi dinamikasini aks ettiruvchi raqamli GAT xaritalar yaratilgan. Tadqiqot natijalari respublikada o'simlik dunyosi ob'yektlarining davlat kadastrini yurutish va ulardan maxsus foydalanish uchun kvota hajmlarini belgilashda Ekologiya, atrof muhitni mihofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi faoliyatiga joriy qilish tavsiya etilgan.

**Kalit so'zlar:** resursbop turlar, toifa, foydalanish qiymati indeksi, resurs potentsiali, yillik xom-ashyo hajmi, kvota, raqamli GAT xarita.

**Аннотация.** Данная статья посвящена разработке цифровой системы для классификации и использования ресурсных растений. В ходе исследования установлено, что общее количество ресурсных видов составляет 71, которые распределены по 4 категориям: 1-я категория включает 19 видов, 2-я — 14 видов, 3-я — 25 видов, 4-я — 13 видов. Для этих видов в республике был вычислен индекс их использования. Также разработаны цифровые ГИС карты, которые отражают динамику изменения ресурсного потенциала редких видов. Результаты исследования рекомендованы для деятельности Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата в области ведения государственного кадастра объектов растительного мира и установления квот на их специальное использование.

**Ключевые слова:** ресурсные виды, категория, индекс использования, ресурсный потенциал, годовой объём сырья, квота, цифровая ГИС карта.

**Abstract.** This article is devoted to the development of a digital system for the classification and use of resource plants. The study found that the total number of resource species is 71, which are divided into 4 categories: the 1st category includes 19 species, the 2nd - 14 species, the 3rd - 25 species, the 4th - 13 species. For these species in the republic, an index of their use was calculated. Digital GIS maps were also developed, which reflect the dynamics of changes in the resource potential of rare species. The results of the study are recommended for the activities of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change in the field of maintaining a state cadaster of flora objects and establishing quotas for their special use.

**Keywords:** resource species, category, utilization index, resource potential, annual volume of raw materials, quota, digital GIS map.

### Kirish.

Halqaro tabiatni muhofaza qilish ittifoqi (IUCN) faoliyatiga asosan, har bir davlat uchun bioxilma-xillikni saqlash, qayta tiklash va muhofaza qilish bo'yicha ekologik normativlarga amal qilish majburiydir. Unga ko'ra, Ekologik normativlarning bosh maqsadi sifatida ekosistema va biologik xilma-xillikni saqlab qolish e'tirof etilgan [1].

O'simliklar dunyosi biologik xilma-xillik va global barqarorlikning hayotiy jihatidan muhim qismi hisoblanadi. Halqaro oziq ovqat xavfsizligi (FAO) tashkilotining

ma'lumotlariga (2024) ko'ra, dunyo miqiyosida tahminan 700 turdan ortiq o'simliklardan oziq-ovqat, dorivor va texnik maqsadlarda keng ravishda foydalaniladi. Mazkur tashkilotning asosiy maqsadi - aholini oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash hamda sifatli oziq-ovqat mahsulotlaridan muntazam foydalanishni kafolatlash hisoblanadi [2]. Dunyo mamlakatlarida tashkilotning 195 ta a'zosi (194 ta mamlakat va Yevropa Ittifoqi) bo'lib, 130 dan ortiq mamlakatlarda (shu jumladan O'zbekiston) ularning rasmiy vakolatli organlari mavjud [3].

O'simlik populyatsiyalarining zamonaviy holati, ularga ko'rsatiladigan omillar ta'siri hamda ularning tendentsiyalarni aniq tasvirlash qiyin jarayonlardan hisoblanadi. Hozirgi paytda dunyodagi yuksak o'simlik turlarining aniq soni hali ma'lum emas va taxminiy turlar soni 370 000 atrofida deb baholanmoqda [4].

Oxirgi yillardagi tahlillar shuni ko'rsatadiki, dunyo o'simliklarining deyarli uchdan ikki qismiga XXI asr davomida yo'qolish xavfi tug'ilmoqda, yoki ularning populyatsiyalari keskin qisqarib ketishi kuzatilmoqda. O'simliklarning biologik tur sifatida yo'qolishi va taksonomik xilma-xilligining kamayishi bir qator omillar bilan bog'liq, jumladan, aholi sonining o'sishi, yashash muhitining tez o'zgarishi, haddan tashqari ekspluatatsiya, invaziv turlarining keng tarqalishi, atrof-muhitning ifloslanishi va iqlim o'zgarishi hisoblanadi. Bevosita so'nggi yillarda tabiiy ekosistemalarning 60% degradatsiyaga uchragan yoki tizimsiz ravishda foydalanilmoqda. Aksariyat holda, ekosistema degradatsiyasining asosiy omili sifatida antropogen ta'sirlar hisoblanadi. O'simliklar dunyosini muhofaza qilishning global strategiyasi (2002) 5 ta asosiy maqsadni va 16 ta vazifalarni o'z ichiga oladi. Aynan mazkur maqsadlarning 3-bandi: "O'simliklar tabiiy resurslaridan barqaror foydalanish"ga qaratilgan. O'simliklar dunyosini muhofaza qilishning global strategiyasining uchinchi vazifasi "Ilmiy tadqiqotlar va amaliy tajriba asosida o'simlik dunyosi ob'yektlarini muhofaza qilish va barqaror foydalanish aspektlarini ishlab chiqish" hisoblanadi [5].

O'rta Osiyoda o'simliklar tabiiy resurslaridan tizimsiz foydalanish natijasida aksariyat qimmatli turlarning tabiiy maydonlarining keskin qisqarishiga olib keldi. Jumladan, Tojikistonda *Ferula tadshikorom* turining yiliga 150 tonna [6], Afg'onistonda 200 tonna [7] xom-ashyosi yig'ib olinishi natijasida, zahira qiymatiga ega maydonlar deyarli saqlanib qolmadi va o'simlik mazkur davlatlarning Qizil kitobiga kiritilishiga sabab bo'ldi. O'z navbatida, O'zbekistonda ham mazkur turning zahira qiymatiga ega maydonlari 96% ga va xom-ashyo zahirasi 83% qisqarib ketishi natijasida, O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobiga kiritilishiga asos bo'ldi [8]. Mazkur holatlarning asosiy sababi, o'simlik dunyosi ob'yektlarining tabiiy resurslaridan tizimsiz, nazoratsiz va noto'g'ri foydalanishdir. Endilikda o'simliklar tabiiy resurslaridan foydalanishni cheklash va turlar xom-ashyosiga bo'lgan talabni madaniy holda yetishtirish orqali qondirish talab etilmoqda.

2024 yilda International Institute for sustainable Development (IISD) tashkiloti 1970–2020 yillarda tabiiy resurslarning holati hamda ularning o'zgarishi bo'yicha ma'lumotlarni taqdim etgan. Mazkur natijalar insoniyat oldida jiddiy xavf-xatarlar mavjudligini ko'rsatgan. Xususan, mazkur tadqiqotlarda tiklanadigan va tiklanmaydigan resurslar holatini o'rganilgan. Bu borada o'simliklar tiklanadigan resurslar qatoriga kirilgan bo'lsada, ma'lum bir meyorlarning buzilishi natijasida ularning tiklanib bo'lmas holatga olib kelishiga sabab bo'lishi ta'kidlangan. Ya'ni, ularning resurs holatini baholanmasligi, potensial va biologik zahiralarning inobatga olinmasligi, populyatsiyalari holati va mahsuldorlik

koeffitsientlarini o'rganilmasligi, ularning tiklanish darajasi tahlil qilinmasligi, mazkur turlar ishtirokida pitomniklar va plantatsiyalarining tashkil qilinmasligi asosiy muammolar sifatida e'tirof etilgan [9].

Masalaning yana muhim jihatlaridan biri, mazkur yo'nalishda O'zbekistonda olib borilgan tizimli tadqiqotlarning aksariyati o'tgan asrning oxirlarida olib borilgan [10]. Shu bilan birga, yuqorida qayd etilgan tadqiqotlar ma'lum bir hududlar, yoki ayrim xo'jalikdagi ahamiyatli turlar kesimida amalga oshirilgan xolos. [11–17]. Bu esa o'z navbatida tabiiy o'simlik resurslari va populyatsiyalari holatini baholash, ularning o'zgarish dinamikasini tahlil qilishni taqozo etadi.

O'simlik dunyosi ob'yektlarining tabiiy resurslarini doimiy monitoring qilish va foydalanish me'yorlari tartibga solish maqsadida, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 30 yanvardagi "O'zbekiston–2030" strategiyasini "Atrof-muhitni asrash va "yashil iqtisodiyot" yilida amalga oshirishga oid davlat dasturi to'g'risida"gi PF-16 son Farmoni qabul qilindi. Farmonga muvofiq, o'simlik dunyosi ob'yektlaridan maxsus foydalanish uchun kvotalar Fanlar akademiyasi tomonidan har yili aniqlanadigan o'simlik zahirasi asosida shakllantirilishi belgilandi.

2021–2024 yillarda davomida Fanlar akademiyasi Botanika instituti va Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi bilan hamkorlikda "O'simlik dunyosi ob'yektlarining davlat kadastirni yuritish" bo'yicha ilmiy-tadqiqotlar amalga oshirildi. Natijada respublikaning barcha viloyatlari hududlarida joylashgan muhofaza etiladigan tabiiy hududlarning florasi to'liq inventarizatsiya qilindi. Respublika viloyatlari va Qoraqalpog'iston Respublikasi hududlarida istiqbolli xom-ashyobop turlarning (62 tur) tarqalish maydonlari va resurslari bo'yicha ma'lumotlar bazasi shakllantirildi.

Endilikda respublikada tabiiy ekosistemalarining inqorizini va ekosistemalar balansiga salbiy ta'sir ko'rsatishni oldini olish maqsadida, resursbop o'simliklar toifalarini ishlab chiqish orqali foydalanishning raqamli tizimini yaratish sohada mavjud muammolarni tubdan takomillashtirishda muhim qadam bo'ladi. Aynan shu nuqtai-nazardan, mazkur tadqiqot ishining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

1. Respublikada o'simliklar tabiiy resurslaridan foydalanish qiymatini baholash;
2. O'simliklar toifalarini ishlab chiqish;
3. Respublikada o'simlik dunyosi ob'yektlaridan doimiy foydalanishning raqamli tizimini yaratish.

#### **Materiallar va usullar.**

Resurs ahamiyatiga ega turlarning tasnifi, o'simliklardan foydalanish tamoyili asosida amalga oshiriladi. Unga ko'ra, resursbop turlar oziq-ovqat, dorivor va texnik o'simliklar guruhlariga ajratiladi. Tasniflash shartli xarakterga ega bo'lib, turlar va guruhlar o'rtasida aniq chegaralarni belgilab olish imkoniyati mavjud emas. Chunki ko'plab o'simlik turlarining xom-ashyolari nafaqat oziq-ovqat, balki dorivor va texnik maqsadlarda ham foydalaniladi. Shu bilan birga ularning turli xil organlaridan (barg, ildiz, meva, gul va boshq.) foydalaniladi [18].

Mazkur tadqiqot ishida resursbop turlarning toifalarini ishlab chiqishda, o'simlik xom-ashyosiga talab (so'nggi besh yillikdagi o'rtacha hajm), xom-ashyo zahiralarning qayta tiklanish muddatlari (yil), xom-ashyo turini (yer ostki, yer ustki organlari va urug' hamda mevalari), foydalanishdagi ahamiyati va hayotiy shakllari inobatga olindi. O'z navbatida, resursbop turlar 4 toifaga ajratilib, har bir toifaning o'ziga xos mezonni ishlab chiqildi. O'simliklar resurslaridan foydalanish qiymatini aniqlashda Pardo de Santayana (2008) va NELLY (2024) tavsiyalaridan foydalanildi. O'simliklar resurslaridan foydalanish qiymati – bu har bir turdan foydalanishning miqdoriy indeksi hisoblanadi. Foydalanish qiymati (*UV*) ko'rsatkichlari, xom-ashyoga bo'lgan talab hajmi (*U*) va tabiatdan foydalanuvchi (*N*) indeksining nisbatidan aniqlanadi. Natijada, har bir turning xom-ashyosidan foydalanish chastotasi kelib chiqadi [19, 20]. O'simlik ilmiy nomlarini <http://www.plantsoftheworldonline.org/> [21], [www.ipni.org](http://www.ipni.org) [22] saytlariga muvofiq keltirildi. Olingan natijalarni statistik tahlil qilishda zamoniy dasturlardan (*Past, Origin Pro*) foydalanildi.

So'nggi yillarda tabiiy dorivor o'simliklarga bo'lgan talab yil sayin ortib bormoqda. Chunki, o'simliklardan tayyorlangan dori-darmonlar inson organizmida hech qanday salbiy asoratlar qoldirmaydi. Shu boisdan dorivor o'simliklardan tayyorlangan dori preparatlarga bo'lgan talab sezilarli darajada oshdi. Respublikamiz hududidan yig'ib olinadigan yovvoyi dorivor, oziq-ovqat va ayrim sanoat o'simliklar xom-ashyosiga bo'lgan e'tibor yil sayin ortib borishi, ulardan samarali foydalanishni taqozo etmoqda.

Shuni ham alohida ta'kidlash lozimki, tabiiy holda tarqalgan o'simlik resurslari va ularning populyatsiyalariga bir nechta omillar ta'siri kuzatiladi. Mazkur holatlar ularning foydalanishdagi toifalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Bu esa respublikada resursbop o'simliklardan foydalanishdagi mezonlarini ishlab chiqish orqali, foydalanishning raqamli tizimini yaratishni taqozo etmoqda.

**Olingan natijalar.** Turlarning resurs xususiyatlari, foydalanishdagi ahamiyati, hayotiy shakli, xom-ashyo turi va yillik o'rtacha talab hajmi ko'rsatkichlarini inobatga olgan holda 4 toifaga ajratildi:

**1-toifa:** xom-ashyosiga talab yuqori, xom-ashyosi o'simlikning yer ostki, yer ustki organlari hisoblanadigan, tabiiy resurslari chegaralangan va tabiiy zahiralari to'g'risidagi ma'lumotlar har yili ilmiy-tadqiqotlarni talab etadigan turlar;

**2-toifa:** xom-ashyosiga talab yuqori, xom-ashyosi yer ustki organlari, mevasi, urug'i hisoblanadigan va har ikki yilda ilmiy-tadqiqotlar talab etiladigan turlar;

**3-toifa:** xom-ashyosiga talab o'rtacha, xom-ashyosi o'simlikning yer ostki, yer ustki organlari va mevasi, urug'i hisoblanadigan va 3-4 yildan ko'p bo'lmagan muddatlarda ilmiy-tadqiqotlar talab etiladigan turlar;

**4-toifa:** mahalliy aholi tomonidan yakka tartibda (tizimsiz) foydalaniladigan, halq tabobatida qo'llaniladigan, tabiiy zahiralarga talab past darajada hamda kamyob bo'lgan turlar.

Alohida ta'kidlash kerak bo'lgan holat, toifalarning tur tarkibi doimiy va o'zgarmas hisoblanmaydi. Ma'lum bir

turning tegishli toifaga kiritilishi yoki undan chiqarilishi uchun resurs potentsiali ko'rsatkichlarining o'zgaruvchligi bo'yicha ilmiy tadqiqot natijalarini (kamida uch yillik) talab etadi.

2021-2025 yillardagi tadqiqot natijalari tahlillarga ko'ra, 1-toifaga kiruvchi turlar asosan ko'p yilliklar hisoblanib, 19 ta turni tashkil qildi. 2-toifaga 14 tur, 3-toifaga 25 tur va 4-toifaga esa 13 tur kiritilib, jami resursbop turlar soni 71 tani tashkil qildi.

**1-toifaga** kiruvchi turlarning *UV* qiymatida 0,32–12,65 oralig'ida ekanligi aniqlandi. *U* ko'rsatkichi 3,6 dan 328,7 oralig'ida va *N* ko'rsatkichi esa 3,0 dan 37,0 gacha aniqlandi. Toifa turlari *U* ko'rsatkichining o'rtacha indeksi 66,58; *N* ko'rsatkichi 15,42 va *UV* qiymati esa 4,33 ni tashkil qilishi aniqlandi. Ko'rsatkichlarining Uord-klasteri bo'yicha tahlillariga ko'ra, turlar 3-guruhga ajratilib, birinchi guruhda xom-ashyosiga bo'lgan talabning eng yuqoriligi bo'yicha silliq shirinmiya (*Glycyrrhiza glabra* L.) alohida ajratildi. Ikkinchi guruhga 9 tur kiritilib, *UV* ko'rsatkichlari 3,80 dan 12,65 gacha oraliqda aniqlandi. Uchinchi guruh tarkibi 9 turdan iborat bo'lib, mazkur (kichik) toifaga kiruvchi o'simliklarning eng past ko'rsatkichlarini (*UV* 0,32 dan 7,50 gacha) o'z ichiga oldi. Toifaga kiruvchi turlarning hayotiy shakli ko'p yillik ekanligi va xom-ashyosi sifatida yer ustki va ostki organlari hisoblanishi hamda xom-ashyosining qayta tiklanishi 4–8 yil oralig'idagi muddatlarni talab qilishini inobatga olgan holda, tabiiy resurslari doimiy monitoring qilishi tavsiya etiladi.

**2-toifaga** kiruvchi turlarning *UV* qiymatida 0,40 dan 17,67 gacha oraliqda aniqlandi. *U* ko'rsatkichi 2,0 dan 565,7 oralig'ida va *N* ko'rsatkichi esa 3,0 dan 32,0 gacha aniqlandi. Toifa turlari *U* ko'rsatkichining o'rtacha indeksi 91,24; *N* ko'rsatkichi 11,57 va *UV* qiymati esa 4,2 ni tashkil qilishi aniqlandi. Ko'rsatkichlarining Uord-klasteri bo'yicha tahlillariga ko'ra, turlar 3-guruhga ajratilib, birinchi guruhda xom-ashyosiga bo'lgan talabning eng yuqoriligi bo'yicha tikonli kovul (*Capparis spinosa* L.) alohida ajratildi. Ikkinchi guruhga 2 tur itburun na'matak (*Rosa canina* L.) va turkiston do'lanasi (*Crataegus turkestanica* Pojark.) kiritilib, *UV* ko'rsatkichlari mos ravishda 11,6 va 9,56 ekanligi aniqlandi. Uchinchi guruh tarkibi 11 turdan iborat bo'lib, mazkur toifaga kiruvchi o'simliklarning eng past ko'rsatkichlarini (*UV* 0,40 dan 4,65 gacha) o'z ichiga oldi. Toifaga kiruvchi turlarning hayotiy shakli ko'p yillik, buta va daraxtlardan iborat ekanligi va xom-ashyosiga bo'lgan yillik o'rtacha talab hajmi 91,24 tonna tashkil qilishini inobatga olgan holda, tabiiy resurslari monitoringi ikki yildan ko'p bo'lmagan muddatlarda amalga oshirish tavsiya etiladi.

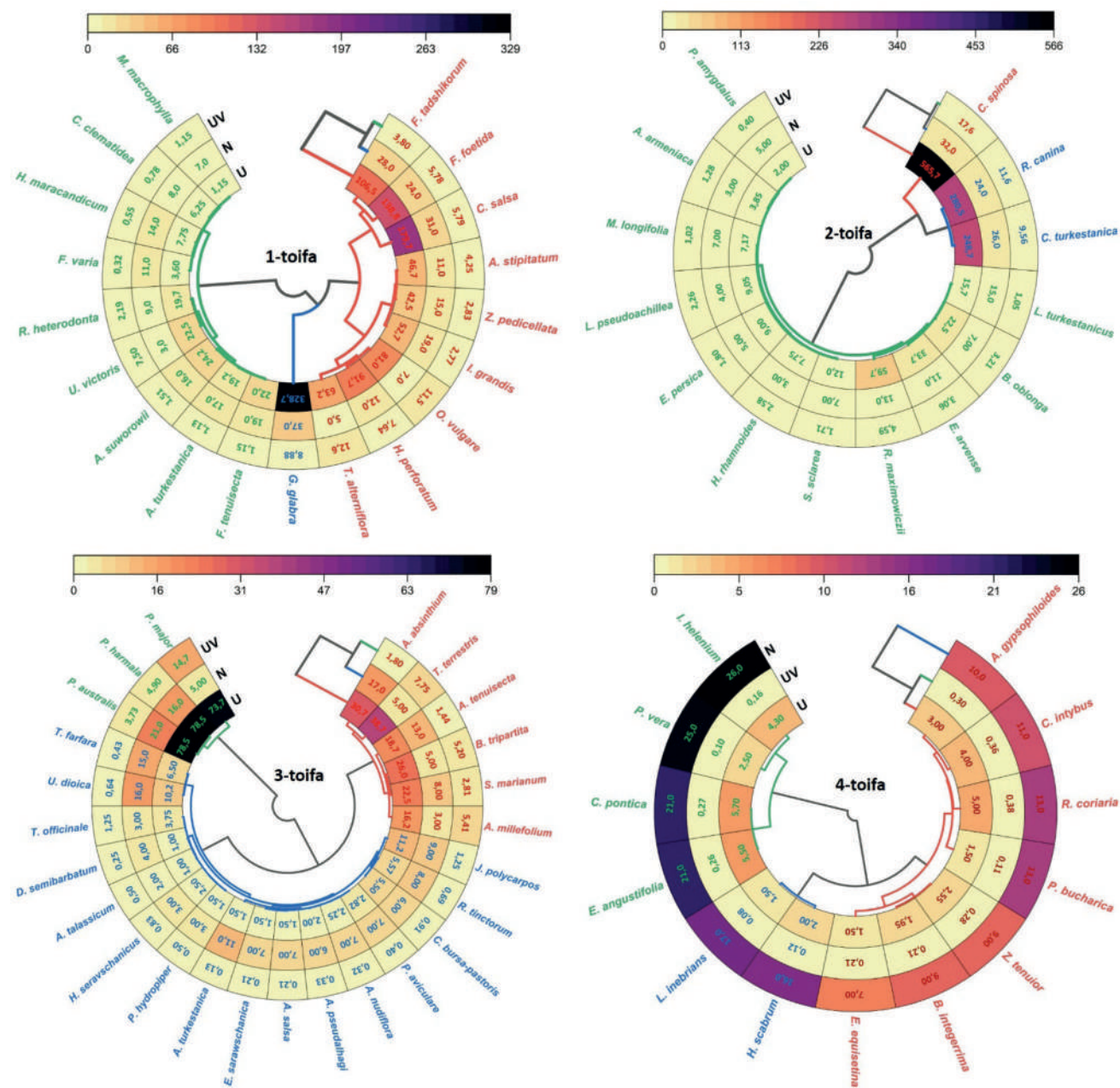
**3-toifaga** kiruvchi turlarning *UV* qiymatida 0,13 dan 14,75 gacha oraliqda aniqlandi. *U* ko'rsatkichi 1,0 dan 78,5 oralig'ida va *N* ko'rsatkichi esa 2,0 dan 25,0 gacha aniqlandi. Toifa turlari *U* ko'rsatkichining o'rtacha indeksi 17,76; *N* ko'rsatkichi 8,28 va *UV* qiymati esa 2,26 ni tashkil qilishi aniqlandi. Ko'rsatkichlarining Uord-klasteri bo'yicha tahlillariga ko'ra, turlar 3-guruhga ajratilib, birinchi guruhda xom-ashyosiga bo'lgan talabning eng yuqoriligi bo'yicha katta zubturm (*Plango major* L.), oddiy isiriq (*Peganum harmala* L.), va janud qamishi (*Phragmatis australis* L.) alohida ajratildi.

Ikkinchi guruhga 6 tur kiritilib, *UV* ko'rsatkichlari 1,44–7,75 oraliq'ida ekanligi aniqlandi. Uchinchi guruh tarkibi 16 turdan iborat bo'lib, mazkur toifaga kiruvchi o'simliklarning eng past ko'rsatkichlarini (*UV* 0,12 dan 1,25 gacha) o'z ichiga oldi. Toifaga kiruvchi turlarning hayotiy shakli bir yillik, ko'p yillik, chala buta, buta va daraxtlardan iborat ekanligi va xom-ashyosiga bo'lgan yillik o'rtacha talab hajmi 17,76 tonna tashkil qilishini inobatga olgan holda, tabiiy resurslari monitoringi 3-4 yildan ko'p bo'lmagan muddatlarda amalga oshirish tavsiya etiladi.

**4-toifaga** kiruvchi turlarning *UV* qiymatida 0,08 dan 0,38 gacha oraliqda aniqlandi. *U* ko'rsatkichi 1,5 dan 5,7 oraliq'ida va *N* ko'rsatkichi esa 7,0 dan 26,0 gacha aniqlandi. Toifa turlari *U* ko'rsatkichining o'rtacha indeksi 3,15; *N* ko'rsatkichi 15,23 va *UV* qiymati esa 0,22 ni tashkil qilishi

aniqlandi. Ko'rsatkichlarining Uord-klasteri bo'yicha tahlillariga ko'ra, turlar 3-guruhga ajratilib, birinchi guruhda xom-ashyosiga bo'lgan talabning eng yuqoriligi bo'yicha 4 tur kiritildi. Ikkinchi guruh tarkibi 7 turdan iborat bo'lib, *UV* ko'rsatkichlari variabelligi 0,11–0,30 oraliq'ida ekanligi aniqlandi. Uchinchi guruhga sarxush bozurbang (*Lagochilus inebrians* Bunge) va dag'al dalachoy (*Hypericum scabrum* L.) kiritilib, *UV* ko'rsatkichlari mos ravishda 0,08 va 0,21 ekanligi aniqlandi. Toifaga kiruvchilarning aksariyati kamyob va O'zbekiston Respublikasi "Qizil kitobi"ga kiritilgan turlar ekanligi, ayniqsa yetmakning (*Acanthophyllum gypsophiloides* Regel) xom-ashyosi yig'ilgandan so'ng, qayta tiklanmasligini inobatga olgan holda, tabiiy resurslari monitoringini doimiy amalga oshirish tavsiya etiladi.

**1-toifaga** kiruvchi turlar xom-ashyosiga bo'lgan yillik



■ 1-rasm. Resursbop turlarning xomashyosiga yillik talab hajmi va foydalanish qiymati

o'rtacha talab hajmi 66,58 tonnani va foydalanish qiymati indeksi o'rtacha 4,33 ni tashkil qilishi aniqlandi. Mazkur ko'rsatkichlar **2-toifa** turlarida 91,24/4,42 ni, **3-toifada** 17,76/2,26 ni va **4-toifada** esa 3,15/0,22 ni tashkil qilishi aniqlandi (1-rasm).

Natijalar asosida dorivor, ozuqabop va texnik maqsadlarda

foydalaniladigan tabiiy holda o'suvchi o'simliklarning zamonaviy toifalashgan ro'yxati ishlab chiqildi. Mazkur toifalar turlarning hayotiy shakli, xom-ashyo turi, xom-ashyosiga yillik o'rtacha talab hajmi va respublikada asosiy tarqalish hududlari (viloyatlar kesimida) bo'yicha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi (1-jdaval).

1-jdaval.

**Resursbop turlarning zamonaviy toifalashgan ro'yxati va ularning resurs xususiyatlari bo'yicha ma'lumot**

t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyo turi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
<b>1-toifa</b>							
1	<i>Ferula tadshikorum</i> Pimenov	Tojik kovragi	Dorivor	Ko'p yillik	Ildiz shirasi, urug'i	106,5	Qashqadaryo, Surxondaryo
2	<i>Ferula foetida</i> (Bunge) Regel	Sassiq kovrak	Dorivor	Ko'p yillik	Ildiz shirasi, urug'i	138,8	Jizzax, Navoiy, Samarqand, Buxoro
3	<i>Ferula tenuisecta</i> Korovin	Shashir kovrak	Dorivor	Ko'p yillik	Ildizi	22,0	Toshkent
7	<i>Ferula varia</i> (Schrenk) Trautv.	O'zgaruvchan kovrak	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	3,6	Navoiy, Buxoro
5	<i>Ungernia victoris</i> Vved. ex Artjush.	Viktor omonqorasi	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	22,5	Qashqadaryo, Surxondaryo
6	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Silliq shirinmiya	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ostki qismi, urug'i	7280,7	Xorazm, Qoraqalpog'iston Respublikasi
7	<i>Cistanche salsa</i> (C.A. Mey.) Beck	Iloncho'p, shumg'iya	Dorivor	Ko'p yillik	Ildizi	179,7	Navoiy, Buxoro, Qoraqalpog'iston Respublikasi
8	<i>Codonopsis clematidea</i> (Schrenk) C.B. Clarke	Dug'boy	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	6,25	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
9	<i>Helichrysum maracandicum</i> Popov	Samarqand o'lmaso'ti	Dorivor	Ko'p yillik	Guli	7,75	Toshkent, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
10	<i>Ajuga turkestanica</i> (Regel) Briq.	Turkiston ayugasi	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	19,25	Qashqadaryo, Surxondaryo
11	<i>Allium stipitatum</i> Regel	Poyasimon piyozi (anzur)	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Piyozi	46,75	Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
12	<i>Allium suworowii</i> Regel	Suvorov piyozi (anzur)	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Piyozi	24,25	Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
13	<i>Mediasia macrophylla</i> (Regel & Schmalh.) Pimenov	Yirikbargli alqor	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	8,05	Toshkent, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
14	<i>Rhodiola heterodonta</i> (Hook f. & Thomson) Boriss.	Oltin tomir	Dorivor	Ko'p yillik	Ildizpoyasi	19,75	Toshkent, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo

t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyoturi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
15	<i>Ziziphora pedicellata</i> Pazij & Vved.	Pomir-Oloy kiyik o'ti	Dorivor, efir moyli, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	42,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
16	<i>Origanum vulgare subsp. gracile</i> (K. Koch) Ietsw.	Mayda gulli tog'rayxon	Dorivor, efir moyli, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	81,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
17	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Teshikbargli dalachoy	Dorivor, efir moyli, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	91,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
18	<i>Inula grandis</i> Schrenk	Yirik bargli andiz	Dorivor, asal-shirali	Ko'p yillik	Ildizi	52,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
19	<i>Thermopsis alterniflora</i> Regel & Schmalh.	Navbatgulli afsanok	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	63,25	Toshkent, Samarqand, Navoiy
<b>2-toifa</b>							
20	<i>Capparis spinosa</i> L.	Tikonli kovul	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	G'unchasi, urug'i	2005	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
21	<i>Leonurus turkestanicus</i> V.I. Krecz. & Kuprian.	Turkiston arslonqulog'i	Dorivor, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	15,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
22	<i>Rosa canina</i> L.	Itburun na'matak	Dorivor, ozuqabop, oshlovchi, asal-shirali	Buta	Mevasi	280,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
23	<i>Rheum maximowiczii</i> Losinsk.	Maksimovich ravochi	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ostki qismi	59,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
24	<i>Berberis oblonga</i> (Regel) C.K.Schneid.	Qora zirk	Dorivor, ozuqabop, asal-shirali	Buta	Mevasi, urug'i	22,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
25	<i>Crataegus turkestanica</i> Rojark.	Turkiston do'lanasi	Dorivor, ozuqabop	Daraxt	Guli, mevasi	248,7	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
26	<i>Salvia sclarea</i> L.	Muskat marmaragi	Dorivor, efir moyli, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	12,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo

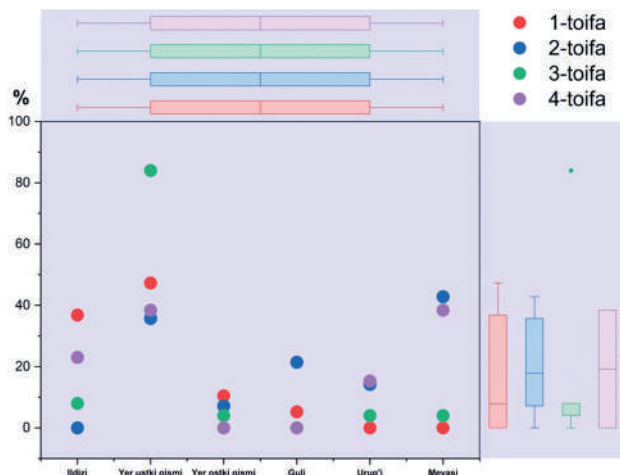
t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyoturi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
27	<i>Althaea armeniaca</i> Ten.	Arman gulxayrisi	Dorivor, efir moyli, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ostki qismi	3,85	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
28	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Dorivor chakanda	Dorivor, ozuqabop	Buta	Mevasi	7,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
29	<i>Elwendia persica</i> (Boiss.) Pimenov & Kljuykov	Fors zirasi	Ozuqabop, dorivor	Ko'p yillik	Mevasi	9,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
30	<i>Lepidolopsis pseudoachillea</i> (C. Winkl.) Polijakov	Soxta dastarbosh	Dorivor, efir moyli	Ko'p yillik	To'pguli	9,05	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
31	<i>Equisetum arvense</i> L.	Dala qirqbo'g'imi	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	33,7	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
32	<i>Mentha longifolia</i> var. <i>asiatica</i> (Boriss) Rech. f.	Osiyo yalpizi	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	7,17	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
33	<i>Prunus amygdalus</i> Batsch.	Achchiq bodom	Ozuqabop, dorivor	Buta	Mevasi	2,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
<b>3-toifa</b>							
34	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Achchiq ermon	Dorivor, ozuqabop, efir moyli	Bir va ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	30,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
35	<i>Artemisia tenuisecta</i> Nevski	Ingichbargli shuvoq	Efir moyli	Chala buta	Yer ustki qismi	18,75	Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
36	<i>Juniperus polycarpus</i> var. <i>seravschanica</i> (Kom.) Kitam.	Zarafshon qizil archasi	Efir moyli, texnik, ozuqabop	Daraxt	Mevasi (qubba)	11,26	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo

t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyo turi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
37	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Janub qamishi	Texnik	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	7850 m <sup>3</sup>	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
38	<i>Urtica dioica</i> L.	Ikki uyli gazanda o'ti	Dorivor	Ko'p yillik	Bargi	10,25	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
39	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Chumchuqtil toron	Dorivor	Bir yillik	Yer ustki qismi	2,82	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
40	<i>Tribulus terrestris</i> L.	O'rmalovchi temirtikan	Dorivor, zaharli	Bir yillik	Yer ustki qismi	38,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
41	<i>Peganum harmala</i> L.	Oddiy isiriq	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	78,5	Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
42	<i>Achillea millefolium</i> L.	Oddiy bo'yadoron	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	16,25	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
43	<i>Bidens tripartita</i> L.	Uch bo'lakli ittikanak	Dorivor, efir moyli	Bir yillik	Yer ustki qismi	26,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
44	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Dog'li silibium (olao't)	Dorivor	Bir, ikki yillik	Yer ustki qismi	22,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
45	<i>Plantago major</i> L.	Katta zubtutum (bargizub)	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	73,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
46	<i>Rubia tinctorum</i> L.	Bo'yoqdor ro'yan	Dorivor	Ko'p yillik	Ildizi va ildizpoyasi	5,57	Toshkent, Qashqadaryo, Surxondaryo
47	<i>Alcea nudiflora</i> (Lindl.) Boiss.	Oq gulxayri	Dorivor	Ko'p yillik	Ildizi va ildizpoyasi	2,25	Toshkent, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo

t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyoturi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
48	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Oddiy jag'-jag'	Dorivor, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	5,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
49	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	Suv qalammir	Dorivor	Bir yillik	Yer ustki qismi	1,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
50	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg.	Dorivor qoqio't	Dorivor	Bir yillik	Ildizi	3,75	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
51	<i>Tussilago farfara</i> L.	Oddiy oqqaldirmoq	Dorivor, efir moyli	Ko'p yillik	Barglari	6,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
52	<i>Adonis turkestanica</i> (Korsh.) Adolf	Turkiston sug'uro'ti	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	1,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
53	<i>Aconitum talassicum</i> Popov	Talas parpisi	Dorivor	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	1,0	Toshkent, Jizzax, Qashqadaryo
54	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M. Bieb.) Desv. ex B. Keller & Shap.	Soxta yantoq	Dorivor, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	2,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
55	<i>Anabasis salsa</i> (Ledeb.) Benth. ex Volkens	Sho'rxokyer biyurg'un	Dorivor, yem-xasak	Yarim buta	Yer ustki qismi	1,5	Jizzax, Navoiy
56	<i>Delphinium semibarbatum</i> Bien. ex Boiss.	Chalatuqli isfarak	Dorivor, bo'yoqbop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	1,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
57	<i>Euphorbia saravschanica</i> Regel	Zarafshon sutlamasi	Dorivor, zaharli	Ko'p yillik	Yer ustki qismi	1,5	Toshkent, Jizzax, Qashqadaryo
58	<i>Hyssopus seravschanicus</i> (Dubj.) Pazij	Zarafshon issopi	Dorivor, efir moyli	Yarim buta	Yer ustki qismi	2,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo
<b>4-toifa</b>							
59	<i>Acanthophyllum gypsophiloides</i> Regel	Kachimsimon yetmak	Dorivor, kamyob	Ko'p yillik	Ildizi	3,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo

t/r	Turning ilmiy nomi	Turning davlat tilidagi nomi	Foydalalanishdagi ahamiyati	Hayotiy shakli	Tayyorlanadigan xom-ashyoturi	Yillik o'rtacha talab hajmi (t/m <sup>3</sup> )	Asosiy tarqalish hududi (viloyatlar)
60	<i>Hypericum scabrum</i> L.	Dag'al dalachoy	Dorivor, efir moyli, asal-shirali	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, urug'i	2,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
61	<i>Rhus coriaria</i> L.	Oshlovchi totim	Dorivor, asal-shirali, kamyob	Daraxt	Bargi	5,0	Toshkent, Qashqadaryo, Surxondaryo
62	<i>Lagochilus inebrians</i> Bunge	Sarxush bozulbang	Dorivor, kamyob	Yarim butacha	Yer ustki qismi	1,5	Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro
63	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Uzunbargli jiyda	Ozuqabop, dorivor, oshlovchi	Daraxt	Mevasi	5,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
64	<i>Ziziphora tenuior</i> L.	Nafis kiyiko't	Dorivor, efir moyli	Bir yillik	Yer ustki qismi	2,55	Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
65	<i>Pistacia vera</i> L.	Xandon pista	Ozuqabop, dorivor	Daraxt	Mevasi	2,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
66	<i>Prunus bucharica</i> (Korsh.) B. Fedtsch. ex Rehder	Buxoro bodomi	Ozuqabop, dorivor	Buta	Mevasi	1,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
67	<i>Ephedra equisetina</i> Bunge	Qirqbo'g'imsimon zag'oza	Dorivor	Buta	Novdasi	1,5	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo
68	<i>Cichorium intybus</i> L.	Oddiy sachratqi	Dorivor, yem-xashak, ozuqabop	Ko'p yillik	Yer ustki qismi, ildizi	4,0	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
69	<i>Crataegus pontica</i> C. Koch	Pontik do'lanasi	Dorivor, ozuqabop	Daraxt	Mevasi	5,7	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
70	<i>Berberis integerrima</i> Bunge	Qizil zirk	Dorivor, ozuqabop, asal-shirali	Buta	Mevasi, urug'i	1,95	Jizzax, Samarqand, Navoiy, Qashqadaryo, Surxondaryo
71	<i>Inula helenium</i> L.	Katta andiz	Dorivor, asal-shirali	Ko'p yillik	Ildizi	4,3	Toshkent, Jizzax, Samarqand, Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo

**Muhokama.** Resursbop o‘simliklar xom-ashyosidan foydalanish tahlillariga ko‘ra, 1-toifada yer ustki qismi ko‘rsatkichi yuqori 47,3% ni tashkil qildi. O‘simlik ildizlaridan foydalanish 36,8% va yer ostki qismi esa 10,5% hamda gulidan foydalanish esa 5,26% tashkil qildi. 2-toifada eng yuqori ko‘rsatkichlar mevasi (42,8%) va yer ustki qismi (35,7%) ekanligi aniqlandi. 3-toifa vakillarining yer ustki qismidan foydalanish ko‘rsatkichi yuqoriligi (84,0%) aniqlandi. 4-toifada eng yuqori ko‘rsatkichlar mevasi va yer ustki qismi (38,4% dan) bo‘lib, ildizi (23,0%) hamda urug‘lardan foydalanish ko‘rsatkichlari keyingi o‘rinlarda qayd etildi (2-rasm).

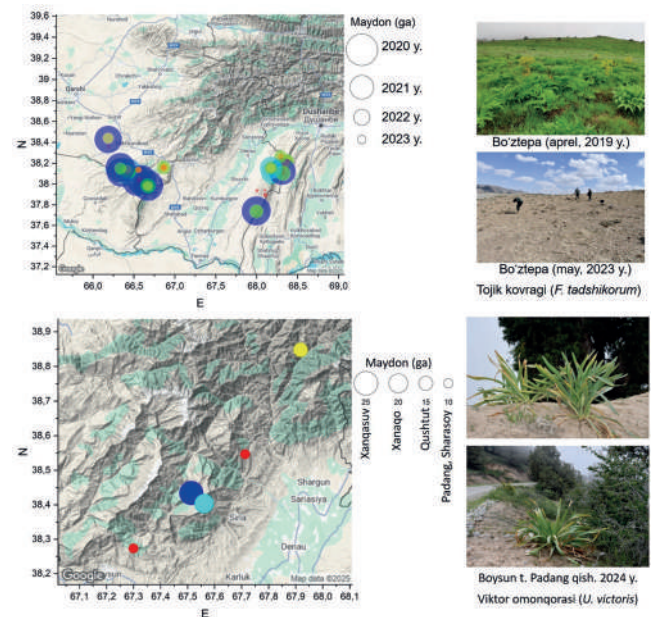


**2-rasm. Resursbop turlarning xom-ashyosidan foydalanish ko‘rsatkichlari**

1-toifa vakillarining hayotiy shakli faqat ko‘p yillik o‘simliklarni tashkil qilishi, xom-ashyosi sifatida asosan yer ustki va ostki organlari hisoblanishi hamda xom-ashyosining qayta tiklanishi 4–8 yil oralig‘idagi muddatlarni talab qilishini inobatga olgan holda, tabiiy resurslarini doimiy monitoringini yuritish tavsiya etiladi.

1-toifaga kiruvchi xom-ashyosiga yillik talab hajmi o‘rtacha 106,5 tonnani tashkil qilgan tojik kovragining (*F. tadshikorum*) tabiiy tarqalish maydonlari va populyatsiyalari sonining keskin qisqarish tendensiyasi kuzatilmoqda. Buning asosiy sababi tabiatdan foydalanuvchilar tomonidan o‘simlik ildiz shirasini nazoratsiz, rejasiz va noto‘g‘ri (ildiz o‘zak qismini to‘liq kesib tashlash orqali yig‘ish – bunda o‘simlik qayta tiklanmas darajada shikastlanadi va to‘liq nobud bo‘ladi). Natijada 2024 yilga kelib mazkur turning zahira qiymatiga ega maydonlari 96% ga va xom-ashyo zahirasi 83% qisqarib ketishi aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, o‘simlikning asosiy populyatsiyalari faqat Turkmaniston va Tojikiston Respublikalari bilan O‘zbekiston Respublikasi davlat chegarasining chegara hududida yoki neytral hududida hamda o‘rmon fondi yerlarining ayrim hududlarida saqlanib qolgan xolos, qolgan hududlarda xom-ashyo yig‘ib olish mumkin bo‘lgan maqsadli yig‘ish maydonlari saqlanib qolmagan. Huddi shunday holat, Viktor omonqorasida (*U. victoris*) ham kuzatilib, barglarining har yili uzluksiz xom-ashyo sifatida yig‘ib olinishi natijasida piyozlari maydalashib, o‘simlikni yer ustki qismi quriy boshlagan. Hozirgi kunda,

turning kichik hajmdagi zahira qiymatiga ega maydonlari saqlanib qolgan holos (3-rasm).



**3-rasm. 1-toifa vakillarining tabiiy maydonlari va ularning qisqarish dinamikasi**

Yuqoridagi holatlar 1-toifaga kiruvchi deyarli barcha vakillarida kuzatilmoqda. Mazkur holat, turlar xom-ashyosiga bo‘lgan yillik talab hajmining yuqoriligi, xom-ashyo turi turlarning hayotiy shakli va qayta tiklanish muddatlarini inobatga olinmasligi bilan izohlanadi.

Aynan shunday ko‘rsatkichlar 4-toifa vakillarida yetmak (*A. gypsophiloides*), oshlovchi sumax (*R. coriaria*), va sarxush bozulbang (*L. inebrians*) turlarida ham kuzatilmoqda. Mazkur kamyob turlar xom-ashyosiga talab hajmi past ko‘rsatkichlarda bo‘lsada, mahalliy aholi tomonidan yakka tartibda (tizimsiz) har yili yig‘ib olinishi natijasida, tur populyatsiyalari zaif holatga kelib qolgan.

**Xulosa.** O‘zbekistonda dorivor, ozuqabop va texnik maqsadlarda foydalaniladigan tabiiy holda o‘sovchi o‘simliklarning zamonaviy 4 ta toifadan ro‘yxati ishlab chiqildi. Mazkur ro‘yxat turlarning toifasi, hayotiy shakli, xom-ashyo turi, xom-ashyosiga yillik o‘rtacha talab hajmi va respublikada asosiy tarqalish hududlari (viloyatlar kesimida) bo‘yicha ma‘lumotlarni o‘z ichiga oladi.

Mazkur ro‘yxat tarkibiga kiritilmay qolgan o‘simliklar tabiatdan foydalanuvchilar talabi asosida, turning hayotiy shakli, xom-ashyo turi va talab hajmidan kelib chiqib, tadqiqotlar asosida tegishli toifaga kiritish mumkin.

Resursbop turlarning toifalarga ajratishning asosiy mezonlari xom-ashyosiga talab (so‘nggi besh yillikdagi o‘rtacha hajm), xom-ashyo zahiralarning qayta tiklanish muddatlari (yil), xom-ashyo turini (yer ostki, yer ustki organlari va urug‘ hamda mevalari), foydalanishdagi ahamiyati va hayotiy shakllari hisoblanadi.

Toifalar bo‘yicha jami resursbop turlar soni 71 tani tashkil qiladi. Undan 1-toifaga kiruvchi turlar asosan ko‘p yilliklar hisoblanib 26,76% ni tashkil qiladi. 2-toifa vakillari 19,71% ni, 3-toifa 35,21% va 4-toifa esa 18,30% ni tashkil qiladi.

1-toifa turlarning tabiiy resurslarini doimiy monitoring qilish, 2-toifa turlarini ikki yildan ko'p bo'lmagan muddatlarda, 3-toifa turlarini 3-4 yildan ko'p bo'lmagan muddatlarda va 4-toifa vakillari kamyob turlarini doimiy monitoringini yuritish tavsiya etiladi.

1-toifaga kiruvchi turlar xom-ashyosiga bo'lgan yillik o'rtacha talab hajmi 66,58 tonnani va foydalanish qiymati indeksi o'rtacha 4,33 ni tashkil qilishi aniqlandi. Mazkur ko'rsatkichlar 2-toifa turlarida 91,24/4,42 ni, 3-toifada 17,76/2,26 ni va 4-toifada esa 3,15/0,22 ni tashkil qiladi.

Toifalarning tur tarkibi doimiy va o'zgaras emas. Ma'lum bir turning tegishli toifaga kiritilishi yoki undan chiqarilishi uchun resurs potentsiali ko'rsatkichlarining o'zgaruchiligi bo'yicha tadqiqot natijalarini (kamida uch yillik) talab etadi.

Taklif etilayotgan raqamli tizim respublikada o'simlik dunyosi ob'yektlarining tabiiy resurslarini doimiy monitoringini yuritish va maxsus foydalanish uchun yillik kvota hajmlarini belgilashda Ekologiya, atrof muhitni mihofaza qilish va

iqlim o'zgarishi vazirligi faoliyatiga joriy qilish tavsiya etiladi.

Mazkur tadqiqotlar O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika instituti va Ekologiya, atrof-muhitni mohofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi o'rtasida 2021-2024 yillarda "Istiqbolli xom-ashyobop o'simliklarning davlat ro'yxati va kadastrini yaratish hamda muhofaza etiladigan tabiiy hududlarning flora tur tarkibini inventarizatsiya qilish (viloyatlar kesimida)" mavzusidagi xo'jalik shartnomalari doirasida amalga oshirildi.

Mazkur tadqiqot natijalari O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika institutining 2025-2029 yillarga mo'ljallangan "Raqamli tabiat" davlat dasturida doirasidagi "Markaziy O'zbekistonning resursbop turlarini zamonaviy holatini o'rganish, istiqbolli turlarning intensiv texnologiyalariga asoslangan plantatsiyalarini yaratishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish" yo'nalishida belgilangan vazifalarni amalga oshirish uchun asosiy mezonlardan biri sifatida xizmat qiladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Nature 2030 (one nature, one future). A programme for the Union 2021-2024. // IUCN World conservation Congress. Marseille 2020. <https://iucn.org/nature-2030>
2. Gatson Kevin (2000) Global patterns in biodiversity. Nature 405, 220-227. <https://www.nature.com/articles/35012228>
3. FAO. 2010. Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. <https://www.fao.org/4/i1500e/i1500e00.htm>
4. Maarten J.M. Christenhusz and James W. Byng. The number of known plants species in the world and its annual increase // Phytotaxa. 2016 Vol.261. No.3:20. Pp.: 201-217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
5. Blackmore S., et al. The Gran Canaria Declaration, BGCI, Richmond, U.K. 2020. <http://www.underutilized-species.org/documents/>
6. Hisoriev H. et al., (2015). The Red Data Book of Tajikistan. Second addition. Part 2 (Plants). Dushanbe.
7. Sharopov, F.S., Khalifaev, P.D., Satyal, P., Sun, Y., Safomuddin, A., Musozoda, S., Wink, M., Setze, W.N. (2019). The Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from the Underground Parts of *Ferula tadshikorum* (Apiaceae). Records of Natural Products. 13(1), 18-23. <https://doi.org/10.25135/rnp.65.18.02.089>
8. Красная книга Республики Узбекистан. Ташкент. 2019. Изд. «Chinor». 181 стр.
9. <https://www.iisd.org/>
10. Ходжиматов К.Х., Апасиди Г.С., Кучми Н.П., Ходжиматов О.К. Инструкции по заготовке растительного сырья для лекарственного сбора ЛСХ-1. – Ташкент. 1996. – 20 с.
11. Мальцев И.И. Методика оценки запасов сырья лекарственных растений в горных районах Средней Азии // Раст. ресурсы. – Л.: Наука, 1990. т.26. вып.1. С. 96 – 103.
12. Павлов В.Н. Растительность Бостандыка и перспективы её хозяйственного использования. // Изв. АН КазССР, сер. Бот. – Алма-Ата: Гылым, 1959. вып.1(4). С. 18 – 27.
13. Сахобиддинов Р.С., Короткова Е.Е. Биологические особенности *Vinca erecta* Regel et Schmalh. и ее природные запасы в Средней Азии // Дикорастущие лекарственные растения Узбекистана и их ресурсы. – Ташкент: Фан, 1977. С. 27 – 37.
14. Умаров Т.А. Дикорастущие пищевые растения горной части Ташкентской области.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент. 1992. – 27 с.
15. Хамидходжаев С.А. Биология запасы и интродукция лекарственных растений родов Унгерния (*Ungernia* Bunge) и инжир (смоковница *Ficus* L.) в Средней Азии.: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М.: 1984. – 49 с.
16. Хожиматов К. Эфирномасличные растения Узбекистана и пути их рационального использования.: Дис. ...докт. биол. наук. – Ташкент.1999.– 110 с.
17. Khodjimatomov O.K. Medicinal plants of Tashkent district and its resources. //Plant life in South-West and Central Asia V-th International Symposium 18-22 May 1998. Tashkent. Uzbekistan. p. 96.
18. Pironon, S., Borrell, J.S., Ondo, I., Douglas, R., Phillips, C., Khoury, C.K. et al. 2020. Toward unifying global hotspots of wild and domesticated biodiversity. Plants, 9(9): 1128.
19. Tardío J, Pardo-de-Santayana M. 2008. Cultural importance indices: A comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain)1. Econ Bot 62 (1): 24-39. DOI: 10.1007/s12231-007-9004-5.
20. Cut Nelly, Lia Fitriyana, Taraha Dilla Santi, Saudah Diversity of traditional vegetables and spices as local food security for the Gayo Tribe, Aceh, Indonesia // Biodiversitas. Volume 25, Number 12, December 2024. Pages: 4699-4711.
21. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
22. <https://www.ipni.org/>

## SANOAT KORXONASI HUDUDIDAGI DARAXTLAR ZARARKUNANDALARI VA ULARGA QARSHI KURASH UCHUN TAVSIYALAR

**Mavlonova Shaxnoza Raxmatovna,**

Toshkent davlat agrar universiteti tayanch doktoranti,

**Aminov Xamza Xusanovich,**

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti direktori o'rinbosari,

texnika fanlari falsafa doktori, professor,

**Erkabayev Furkat Ilyasovich,**

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti laboratoriya mudiri,

texnika fanlari doktori, professor,

**Kurambayeva Moxira Baxramovna,**

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti laboratoriya mudiri,

biologiya fanlari nomzodi,

**Muxammadiyeva Dilrabo Akromovna,**

Toshkent farmasevtika instituti katta o'qituvchisi.

**Annotatsiya.** Sanoat korxonalarini tomonidan atmosferaga turli gazlar, jumladan, uglerod oksidlari, nam havoda kislotaga hosil qiluvchi azot va oltingugurt oksidlari chiqarilishi yer va suv resurslarining ifloslanishiga olib keladi. Bunday sanoat korxonalarini atrofida joylashgan hududlarda daraxtlarning rivojlanishiga bir qancha ekologik omillarning ta'siri mavjud. Mazkur ishda O'zbekistondagi Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish kompleksi boshqarmasi hududidagi daraxtlar kasalliklarini o'rganish ustida tadqiqotlar olib borilgan.

**Kalit so'zlar:** zararkunanda, unsimon kurtlar, yashil xermes, virgin archasi, qarag'ay shirasi, kriptomus, daraxt shirasi.

**Аннотация.** Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу различные газы, в том числе оксиды углерода, оксиды азота и оксиды серы, которые во влажном воздухе образуют кислоты, что приводит к загрязнению земельных и водных ресурсов. На рост деревьев в районах расположения промышленных предприятий влияет ряд экологических факторов. Данная работа посвящена изучению болезней деревьев на территории Шуртанского нефтегазодобывающего комплекса в Узбекистане.

**Ключевые слова:** вредитель, гусеницы-нематоды, зеленые хермесы, можжевельник виргинский, сосновая тля, криptomus, древесная тля.

**Abstract.** Industrial enterprises emit various gases into the atmosphere, including carbon oxides, nitrogen oxides and sulphur oxides, which forms acids in moist air, resulting in land and water pollution. The growth of trees in areas where industrial plants are located is affected by a number of environmental factors. This paper is devoted to the study of tree diseases in the territory of Shurtan oil and gas production complex in Uzbekistan.

**Keywords:** pest, nematode caterpillars, green hermes, juniper virginiana, pine aphid, cryptomus, wood aphid.

### 1. Kirish.

Bugungi kunda jahonning ko'plab ilmiy markazlarida atmosfera havosining o'simlik dunyosi, hayvonot olami, yer osti va yer ustida yashovchi hasharotlarga ham ta'siri borasida turli tadqiqotlar olib borilmoqda va bunda sezilarli salbiy ta'sirlar mavjudligiga jiddiy e'tibor qaratish taqozo etiladi. Sanoat korxonalarini tomonidan atmosferaga turli gazlar, jumladan, uglerod oksidlari, nam havoda kislotaga hosil qiluvchi azot va oltingugurt oksidlari chiqarilishi yer va suv resurslarining ifloslanishiga olib keladi. Sanoat korxonalarini atrofida joylashgan hududlarda daraxtlarning rivojlanishiga bir qancha ekologik omillarning ta'siri mavjud. Mazkur ishda O'zbekistondagi Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish kompleksi boshqarmasi hududidagi daraxtlar kasalliklarini o'rganish ustida tadqiqotlar olib borilgan.

Ushbu tadqiqotlarda O'zbekistondagi Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish kompleksi boshqarmasi oldi qismida mavjud katta yoshdagi Virginiya archalari (*Juniperus virginiana L.*) so'ruvchi zararkunandalar — O'rta Osiyo unsimon qurti zararkunandasi (*Planococcus vovae Nas.*) Qrim qarag'ayi (*Pinus Rallasiana Lamb.*), Eldor qarag'aylari (*Pinus eldarica*) qarag'ay barg biti zararkunandasi bilan kuchli zararlanganligi ma'lum bo'ldi.

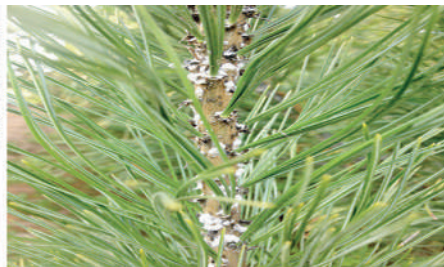
Oxirgi yillarda unsimon qurtlarning Yevropada 330 turdan ko'prog'i aniqlangan. Archa unsimon (*Pseudococcus vovae Nass.*) qurti keyingi 7-8 yilda ko'payib shahardagi archalarning katta qismini nobud qilmoqda (1-rasm). Ayniqsa, archalarning mojevelnik turini kuchli zararlab, uning butunlay qurishiga olib kelmoqda.



**1-rasm. Archa unsimon (*Pseudococcus vovae* Nass.) qurti**



**2-rasm. Qarag'ay daraxtida paydo bo'lgan yashil xermes zararkunandasi**



**3-rasm. Qrim qarag'ayi barglarining shiralari (biti) bilan zararlanishi**

Unsimon qurtlarining katta qismi yashirin tarzda hayot kechiradi. Ayrim daraxtlarda zararkunanda zararlagandan keyin shoxlarining qurishi kuzatilib, qayta tiklanmaydi. Qurigan shoxlardan boshqa shoxlarga ko'chishi asosan kechasi kuzatiladi. Lichinkalari juda xo'ra bo'lib, yosh novdalarni so'rib, qisqa muddatda quritib qo'yadi. Zararkunandaning kichik yoshdagi lichinkalari archa barglari qo'ltig'iga kirib, so'rib oziqlanadi.

Yashil xermes (*Sacchphantes abietis*) o'simlik biti archalar zararkunandasi hisoblanib, ularning qurishigacha olib keladi (2-rasm). Xermes biti archalarning yosh shodalari, igna barglarini so'rib, jiddiy zarar yetkazadi. Shiralarning kattaligi 1-2 mm, tashqi ko'rinishi yaltiroq yashil bo'lib, ko'zchalari qizil. Zararkunanda archalarning asosan yosh novdalarini nobud qiladi va kuchdan qolgan archalarni ko'proq zararlaydi. Zararkunanda tirik tug'ib ko'payib, qanotli formalari ham vujudga keladi. Uning tarqalishi juda tez, ayrim yillari katta maydondagi manzarali daraxtlarni zararlaydi.

Qarag'ay (biti) shirasi — (*Schizolachnus pinetti* (F.) Hottes) tuxumsimon ko'rinishda, ustki qismi mayda qalin tuklar bilan qoplangan, to'p-to'p bo'lib yashaydi, rangi — to'q jigarrang. Asosan tog' oldi hududlaridagi archalarda ko'proq kuzatiladi. Ushbu tur keng tarqalgan hisoblanib, deyarli barcha qarag'ay ekilgan maydonlarda uchraydi. Ushbu bitlar tuxumlik holida pastki shoxlaridagi ignabarglar orasida qishlab chiqadi (3-rasm).

Qishlovdan keyin uning tuxumlaridan lichinkalar chiqib, daraxt tanasi bo'ylab tarqaladi. So'ngra may oyining oxirida lichinklardan qanotli imagolar vujudga keladi. Ikkinchi avlolar ayrim paytlarda qanotli bo'ladi. Odatda, yoz oylarida u qanotsiz holda rivojlanadi. Tog' oldi hududlaridagi qarag'ay daraxtlarida uchraganda ularning pastki tomoniga shiralari oqishi kuzatiladi.

Qarag'ay biti mavsum davomida rivojlanishida qarag'ay barglari to'kiladi. Natijada pastki shoxlarining qurishi va o'sishining susayishi qayd etiladi. Qarag'ay biti qalin o'rmonzorlarda ko'plab uchraydi, uning tabiatda bir nechta kushandalari bo'lib, ular sonini keskin kamaytirib turadi. Qanotli formalarining kattaligi 2-3 mm ni tashkil etib, urg'ochilari mavsumda tirik tug'ib ko'payadi. Bitta urg'ochi bit 250-300 donagacha tuxum qo'yadi. Tug'ilgan lichinkalar tezda ignabarglarga tarqalib, uni so'rishni boshlaydi. Keyinchalik esa butun daraxtlarning tanasi bo'ylab yoyiladi. Qarag'ay biti boshqa turdagi daraxtlarning barglariga, ya'ni

yaproq bargli daraxtlarga ham zarar yetkazadi. Bitlar to'da bo'lib yashaganligi uchun ularning zararlagan joylari ajralib, mayda shoxlar yorilib ketadi. Ayniqsa, daraxt barglarining to'kilib ketishi mayda shoxchalarining qurishiga olib keladi.

Virgin archasi (biti) shirasi (*Cinara juniperi*) paratogenetik yo'l bilan ko'payadi, bosh qismidan ikki dona qora trubka chiqib turadi. Tashqi ko'rinishi noxsimon ko'rinishda bo'ladi, kattaligi 3,05x1,75 mm. Zararkunandaning tuxumlari qishlab erta bahorda lichinkalar chiqaradi va havoning qulayligiga qarab daraxtlarga tarqaladi. Ularning rivojlanish davri aprel oyining boshidan sentyabr oyigacha davom etadi. Zararlangan Virginiya archazorlarining shoxchalari sarg'ayb, igna barglarining to'kilishi kuzatiladi. Shu bilan birga, yosh novdalari o'rgimchak to'riga o'xshagan moddalar bilan qoplanadi. Bitlar harakatchan bo'lib, nisbiy havo namligi past bo'lgan mintaqalarda ham yashayveradi. Mavsumda iqlim sharoitiga qarab 12-16 marta avlod beradi. Bunda partenogenetik yo'l bilan ko'payadi. Oktabr oyiga kelib bitlar urg'ochi va erkak jinslarga bo'linadi.

Ularning urg'ochilari qishlash davriga kelib tuxum qo'yishni boshlaydi va o'zlari nobud bo'lib ketadi. Asosan 2-4 yillik daraxtlarda ko'p uchraydi. Zararkunanda oziqlangan archalarning mayda shoxchalari yorilib ketadi va quriydi. Bundan tashqari, igna bargli manzarali daraxtlarda pixta biti ham ko'plab uchraydi. Pixta biti (*Liosomaphis abietinum*) boshqa bitlar singari manzarali daraxtlarning barg va shoxchalarini so'rib, katta zarar yetkazadi. Ushbu zararkunanda yaproq bargli manzarali daraxtlarda ham rivojlanadi. Bunda ular dub, eman, chinor kabi daraxtlarga ham zarar yetkazadi. Zararkunada bir yilda 6-7 marta avlod beradi. Tashqi tomondan yashil. Pixta biti sosna archasining barglarini kuchli zararlaydi, ularning lichinkalari daraxtlarning barglarini butunday to'kib yubordi. Bitlar tuxumlik holida qishlaydi. Mavsumda esa partenogenetik yo'l bilan ko'payadi. Mavsum so'nggida esa ularning ayrimlarida qanotli formalar vujudga keladi va daraxtlarga tarqalib, tuxum qo'yadi. Tuxumlarini ignabargli daraxtlarning barg qo'ltig'iga qo'yadi. Sovuqqa chidamli hisoblanib, erta bahorda ular qishlovdan chiqadi.

Tabiatda unsimon qurtlar bilan birgalikda ularning tabiiy kushandalari ham mavjud: Kriptolemus (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.), skimnus (*Scymnus fron folis* F.) xilokorus (*Chilocorus renipustulatus* scr. va *Chilocorus bipustulatus* L.) turlarini uchratish mumkin.

Archa unsimon qurtiga qarshi kurashning bezarar usullaridan biri tabiiy kushandalarini laboratoriya sharoitida ko'paytirib qo'llashdir. Kriptolemus-Cryptolameus montouzieri Muls. koxsinellidlar *Coccinellidae* oilasi, qattiq qanotlilar, *Coleoptera* turkumiga kiradi.

Kriptolemus birinchi marta Avstraliyada uchraganligi sababli vatani Avstraliya hisoblanadi. Birinchi marta 1933-yili entomofag sifatida foydalanish maqsadida Misr davlatiga olib kelingan. Misrdan Yevropaga esa 20-asrning ikkinchi yarmida tarqatilgan. Ushbu hasharot bundan 120 yil oldin Avstraliya va Kaliforniyaga kiritilib, ishlab chiqarishda biologik kurash o'tkazishda qo'llanilgan. Kriptolemus (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) unsimon qurtga qarshi biologik kurashda samarali koksidiyofag hisoblanadi (4-rasm).



**4-rasm. Unsimon qurtlarning tabiiy kushandasi Kriptolemus**

Hozirgi kunda kriptolemus dunyoning 20 dan ortiq mamlakatlarida, jumladan, Rossiya, AQSH, Fransiya, Niderlandiya, Turkiya va boshqa davlatlarda koksidiyofag sifatida qo'llanilmoqda.

Kriptolemus – tropik tur bo'lib, yil bo'yi qishlovsiz diapauzaga ketmasdan yashay oladi. Rossiyada u maxsus laboratoriyalarda va biofabrikalarda ko'paytirilib, uzumzor, choy plantatsiyalarida, botanika bog'ida va tropik o'simliklarda unsimon qurtlarga qarshi qo'llaniladi.

Kriptolemus lichinkasi butun umri davomida, unsimon qurtning 8000-16000 ta tuxumi, 300-800 ta lichinka va 40-60 ta katta yoshli zararkunandalarni yo'qotadi. Havo haroratining past va nisbiy namlikning yuqori bo'lishi, ochiq dalada ushbu unsimon qurt *Maconellicoccus hirsutus* bilan oziqlanishiga salbiy ta'sir etadi va bunday holat issiqxonalarda ham kuzatilganligi tasdiqlangan. Kriptolemusni tarqatishda zararkunanda bilan entomofagning 1:10 nisbatdan 1:60 nisbatgacha bo'lishi tavsiya qilinadi.

Sho'rtan neft va gaz qazib chiqarish boshqarmasi hududidagi manzarali va mevali daraxt-butalarning sanitar holati bo'yicha monitoring kuzatuv ishlari olib borildi va aniqlangan zararli organizmlarga qarshi quyidagi tadbirlar amalga oshirildi.

**Materiallar va usullar.** Sho'rtan NGQCHB hududida atmosfera, tuproq va suv ifloslanishining daraxtlar o'sishiga ta'sirini baholashda qo'llaniladigan tadqiqot natijalari toza nazorat muhiti bilan taqqoslandi. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> va NO<sub>x</sub> moddalarining, tuproq va zararkunandalarning tarqalish xaritalarini yaratish va daraxt turlariga ifloslantiruvchi ta'sirlarni baholash uchun masofaviy zondlash va GAT ga asoslangan bir qator modellar, laboratoriya tahlillari va

statistik usullar qo'llanildi. Daraxt turlariga *Pinus Rallasiana Lamb.*, *Juniperus virginiana L.*, *Biota orientalis Endl.* larni qabul qilib, tahlillar mazkur turlar ustida amalga oshirildi. Quyida texnik aniqlikni oshirish uchun tenglamalar va modellarni o'z ichiga olgan metodologiyalar keltirib o'tilgan.

Zararli gazlarning CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub> NO<sub>x</sub> tarqalishni (toxic plume) xaritalash uchun Sentinel-5P sun'iy yo'ldoshidan olingan ma'lumotlar Gauss plume dispersiyasi modeli bilan birga ishlatilgan. Sentinel-5P yuqori aniqlikdagi atmosfera ma'lumotlarini ta'minlaydi, tadqiqot ob'yekti bo'ylab ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasidagi fazoviy o'zgaruvchanlikni saqlaydi. Sanoat maydonidagi ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini simulyasiya qilish uchun Gauss plume modeli qo'llanildi, chunki bu yondashuv barqaror atmosfera sharoitida doimiy nuqta manbalari emissiyasi uchun samarali hisoblanadi [1,2].

Gauss plume dispersiyasi modeli quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

Bu yerda,  $C(x, y, z)$  –  $(x, y, z)$  nuqtadagi ifloslantiruvchi konsentratsiyasi,  $Q$  – ifloslantiruvchi moddalarning emissiya darajasi (g/s),  $u$  – shamolning o'rtacha tezligi (m/s),  $\sigma_y$  va  $\sigma_z$  – gorizont va vertikal yunalishlarda konsentratsiya taqsimotining standart og'ishlari ( $m$ ) va  $H$  – samarali gaz balandligi hisoblanadi ( $m$ ).

Shamol tezligi ma'lumotlari va atmosfera barqarorligi parametrlarini o'z ichiga olgan holda, emissiya manbasidan turli masofalar va yo'nalishlarda ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasi hisoblab chiqildi. Masofadan zondlash ma'lumotlari kalibrlash uchun ifloslantiruvchi moddalarning dastlabki konsentratsiyasini ta'minladi va toksik tarqalish xaritalarini yaratish uchun model natijasi GAT xaritalarida ko'rsatildi. Ushbu yondashuvdan foydalanib ifloslantiruvchi dispersiya yo'nalishlari tahlil qilindi va ularning eksperimental va nazorat joylariga ta'siri baholandi.

Daraxt turlarining zararlanish sezuvchanligi xaritalari Sentinel-2 tasviridan olingan o'simlik salomatligi indeksleri bilan zaharli tarqalish xaritalarini qoplash orqali ishlab chiqilgan. Daraxtlarning ekologik holatini aniqlash uchun o'simliklarning normallashtirilgan farqi indeksi (NDVI) va Red Edge xlorofil indeksini (RECI) hisoblab chiqildi va ular quyidagicha aniqlanadi [4,5]:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$RECI = \frac{NIR - REDe}{REDe}$$

Bu yerda,  $NIR$  – sun'iy yo'ldoshni yaqin infraqizil aks ettirish qatlami,  $REDe$  – sun'iy yo'ldoshni qizil aks ettirish qatlami va  $REDe$  – sun'iy yo'ldoshni Red Edge aks ettirish qatlami.

Yuqori ifloslantiruvchi konsentratsiyali hududlarda kuzatilgan past NDVI va RECI qiymatlari xlorofill tarkibi va fotosintez faolligining pasayishini ko'rsatib, daraxt turlariga potensial zarar yetkazilishini ko'rsatadi. Sun'iy

intellekt algoritmlarini, xususan, tasodifiy o'rmon (random forest) tasniflagichini integratsiyalash orqali NDVI va RECI ko'rsatkichlari asosida daraxtlarning ekologik holati tasniflandi. Bu ifloslantiruvchi manbalar yaqinidagi va nazorat qilinadigan hududlardagi daraxtlarga zaiflik darajasini (yuqori, o'rtacha, past) belgilash imkonini berdi.

*Pseudococcus vovae* Nass. va *Sacchphantes abietis* kabi zararkunanda turlari uchun zararkunandalarning tarqalish xaritalari dala tadqiqotlari va sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida yaratilgan. Tajriba va nazorat maydonchalaridagi daraxtlardan zararkunandalar namunasi olindi, har bir daraxt turi uchun zararlanish zichligi qayd etildi [3]. Yuqori aniqlikdagi multispektral tasvirlar va termal tasvirlar yordamida zararkunandalar bilan bog'liq o'simlikning ekologik stress holatlari ham tahlil qilindi.

Zararkunandalarning tarqalishini xaritalash qilish uchun yadro (kernel) zichligini baholash (KDE) qo'llaniladi [6,7]:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}, \frac{y - y_i}{h}\right)$$

Bu yerda,  $f(x, y)$  –  $(x, y)$  nuqtadagi taxminiy zichlik,  $n$  – namuna nuqtalari soni (zararkunandalar kuzatuv),  $h$  – tarmoqli kengligi (tekislash parametri),  $K$  – yadro funksiyasi (ko'pincha Gauss funksiyasi).

Bu usul zararkunandalar zichligi yuqori bo'lgan hududlarni ko'rsatadigan uzluksiz sirt xaritasini taqdim etdi [7], bu bizga zaif daraxt turlarini aniqlash va zararkunandalarning faol nuqtalari va daraxtlar ekologik holati o'rtasidagi fazoviy munosabatlarni tushunish imkonini berdi.

Shamol orqali gazlar daraxt barglaridan ko'chishini simulyasiya qilish uchun va ifloslantiruvchi harakatini baholash uchun turli xil shamol tezligida (5, 10, 20, 30 m/s) Gauss dispersiyasi modeli qo'llanildi. Har qanday nuqtadagi

konsentratsiya quyidagi tenglama yordamida hisoblangan [9,10]:

$$C(x, y) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

Bu yerda,  $Q$  – nuqtadagi ifloslantiruvchi konsentratsiyasi,  $Q$  – ifloslantiruvchi moddalarni chiqarish darajasi hisoblanadi, va  $\sigma$  – atmosfera barqarorligi va masofaga qarab dispersiya parametrlari, va  $u$  – shamol tezligi (m/s).

Ushbu simulyasiyalar asosida yaratilgan GAT xaritalari masofalar va yunalishlar bo'yicha ifloslantiruvchi konsentratsiyalarni ko'rsatadi [11]. Ushbu xaritalarni turar-joy zonalar bilan qoplash orqali yaqin atrofdagi aholi punktlarida shamol orqali daraxtlarning bargidan tarqaladigan ifloslanishning inson salomatligiga ta'siri baholandi va potensial ta'sir qilish uchun yuqori xavfli hududlar aniqlandi.

Yil davomida har qaysi zararkunanda turlarining fenologiyasi va ularni daraxtlarning turli organlari bilan oziqlanishga moslashganligiga muvofiq mavsumiy o'zgarish yuz beradi. Mazkur o'zgarishlar tashqi muhit omillarining o'zgarishiga muvofiq ravishda zararli faunalar mavsumiy o'zgarishini ifodalaydi.

#### 4. Xulosa.

O'zbekistondagi Sho'rtan neft va gaz ishlab chiqarish kompleksi hududida sanoat chiqindilarining atrofdagi o'simliklar va ekotizimlarga, atrof-muhitga ta'siri baholandi. Masofadan zondlash, GAT ga asoslangan modellashtirish, laboratoriya tahlillari va statistik usullardan foydalangan holda Sho'rtan NGQCHB va yaqin atrofdagi toza nazorat uchastkasi atrofida fazoviy ifloslanish namunalarini olish hamda CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub> NO<sub>x</sub> lar uchun batafsil tarqalish xaritalarini yaratish maqsadida qo'llaniladigan metodika ishlab chiqildi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Peterson, D., Cook, J. Air quality changes and urban forests // Urban Ecosystem Research. — 2018. — T. 10, № 4. — S. 74–85.
- Rahman, A., Ali, S. Pollutant levels in urban soils near highways // Asian Journal of Environmental Sciencye. — 2016. — T. 9, № 1. — S. 40–51.
- Williams, R., Stone, E. Carbon capture in urban forests // Journal of Climate and Forestry. — 2017. — T. 11, № 3. — S. 154–165.
- Martinez, P., Rodriguey, C. Vegetation loss in semi-arid regions // Journal of Arid Land Management. — 2015. — T. 7, № 2. — S. 66–78.
- Chen, H., Li, X. Water resource challenges in polluted regions // Water Quality Research. — 2019. — T. 15, № 4. — S. 101–113.
- Федоров, В. А., Иванова, Э. И. Изменения растительности под воздействием тяжелых металлов // Экология и охрана природы. — 1989. — Т. 14, № 3. — С. 45–58.
- Борисов, А. П., Васильев, Д. Г. О загрязнении воды вблизи промышленных зон // Советская экология. — 1985. — Т. 23, № 2. — С. 87–98.
- Sharma, M., Verma, R. Urban heat and vegetation stress // Climate and Ecology Journal. — 2018. — T. 20, № 4. — S. 68–80.
- Liu, Q., Yang, Z. Heavy metal soil contamination around factories // Asian Soil Sciencye. — 2019. — T. 16, № 2. — S. 118–129.
- Smith, C., Parker, T. Tree health in industrially influenced areas // Environmental and Urban Ecology. — 2015. — T. 8, № 1. — S. 34–45.

УДК: 633.6:633.0.044

## МОНИТОРИНГ ПРИЧИНЫ СОКРАЩЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ БОЯРЫШНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КАРАНКУЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА, БРУЧМУЛИНСКОГО ЛЕСХОЗА ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мухсимов Нурулло Пулатович,  
 Научно-исследовательский Институт лесного хозяйства,  
 Ахмедова Захро Рахматовна,  
 Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан  
 Мамутов Бахрам Хожаниязович,  
 Научно-исследовательский Институт лесного хозяйства,  
 Холиков Достон Рустамович,  
 Центр космического мониторинга и геоинформационных технологий,  
 Жўраева Наргиза Хусан қизи,  
 Научно-исследовательский Институт лесного хозяйства.

**Аннотация.** В статье представлены результаты мониторинга, проведенной для установления причины сокращения и заболевших площадей, занятых боярышниками с охватом 2017 - 2024 гг на территории Каранкульского лесничества Бручмулинского лесхоза, Ташкентской области, пораженные вредителями и болезнями в течение восьми лет. С учетом индекса NDVI и спутниковых снимков сверхнизкого и сверх высокого охвата в экспозициях расстояния 50 см и 3 м разрешения были определены зоны поражения и зоны рисков леса. Показаны результаты рекогносцировочного и детального лабораторного надзора было установлено распространение вредителей непарного шелкопряда и боярышниковой листовертки, а также поражение кронов боярышниковых насаждений грибными заболеваниями, в частности болезнями ржавчинной и бурой пятнистостью.

**Ключевые слова:** мониторинг, экология, боярышниковые насаждения, болезни, вредители, санитарное состояние, сокращение площадей, индекс NDVI, разность каналов NIR и GREEN, ржавчинный грибок, бурая пятнистость, непарный шелкопряд, боярышниковая листовертка.

**Annotatsiya.** Maqolada 2017–2024-yillarda Toshkent viloyati Burchmulla davlat o'rmon xo'jaligining Qoronqul o'rmon bo'limida o'tkazilgan monitoring natijalari taqdim etilgan. Ushbu tadqiqotdan maqsad do'lana bilan qoplangan maydonlarning qisqarishi va kasallanish sabablarini aniqlashdan iborat bo'lib, u zararkunandalar va kasalliklar ta'sirini o'rganishni o'z ichiga oladi. NDVI indeksi va 50 sm hamda 3 m aniqlikdagi ultra-past va ultra-yuqori aniqlikdagi sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan foydalangan holda zarar ko'rgan hududlar hamda o'rmon uchun xavf zonalarini aniqlandi. Rekognostirovik va batafsil laboratoriya tahlillari natijasida do'lana daraxtlariga zarar yetkazuvchi hasharotlar – noma'lum ipak qurti va do'lana barg o'rovchisining tarqalishi aniqlandi. Shuningdek, do'lana daraxti shox-shabbalarining zang kasalligi va jigarrang dog' kasalligi kabi zamburug'li kasalliklar bilan zararlangani qayd etildi.

**Kalit so'zlar:** monitoring, ekologiya, do'lana daraxti tizimli qoplamalari, kasalliklar, zararli hasharotlar, sanitariya holati, maydonlarning qisqarishi, NDVI indeksi, NIR va GREEN kanallar farqi, zang kasalligi, qo'ngir dog' kasalligi, tengsiz ipak qurti, do'lana barg labxo'r o'rovchisi.

**Abstract.** The article presents the results of monitoring conducted to determine the causes of the reduction and disease-affected areas occupied by hawthorn from 2017 to 2024 in the Karankul forestry of the Bruchmulin forestry enterprise, Tashkent region, which have been affected by pests and diseases over eight years. Based on the NDVI index and satellite images of ultra-low and ultra-high coverage at exposures with a resolution of 50 cm and 3 m, forest risk and affected zones were identified. The results of reconnaissance and detailed laboratory monitoring revealed the spread of pests such as the gypsy moth and the hawthorn leafroller, as well as fungal diseases affecting the crowns of hawthorn stands, particularly rust and brown spot diseases.

**Keywords:** monitoring, ecology, hawthorn stands, diseases, pests, sanitary condition, area reduction, NDVI index, difference of NIR and GREEN channels, rust fungus, brown spot, gypsy moth, hawthorn leafroller.

### Введение.

Вредители и болезни высших растений наносят огромный ущерб лесным насаждениям всех регионов

Мира, а также в Республики Узбекистан. Ежегодно в орехоплодовых лесных территориях Республики рост, развитие урожайность плодовых, косточковых деревьев

сокращается на 45-50%, причины которые являются много гранними, связанные прежде всего расширением спектра фитопатогенов, вредителей и других заболеваний, а также с биотическими и абиотическими факторами окружающей среды.

Поэтому, проведение планового и постоянного мониторинга санитарного состояния лесных насаждений является актуальной задачей для развития лесного хозяйства Республики и развития зеленой технологии.

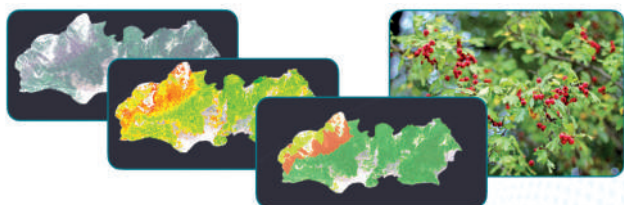
Согласно Указу Президента Республики, Узбекистан «Стратегия развития Узбекистана на 2030 годы» от 11 сентября 2023 года за №УП – 158 в разделе III «Сохранение водных ресурсов и охраны окружающей среды», пункт 3.2 «Реформа по охране окружающей среды предусмотрено увеличение площади лесов. При этом предусматриваются мероприятия по дальнейшему повышению продуктивности лесов путем применения новейших способов защиты лесных насаждений, в том числе биологических от вредных организмов.

Исходя из вышеизложенного целью данной работы явилась изучение причины ареала охвата поврежденных площадей методами аэрокосмических исследований с использованием детекторов лучевой спектроскопической диагностики с учетом интенсивности рассеяния красной и ближней инфракрасном излучении в сравнении с изучением микробиологической повреждаемости фитопатогенами и насекомыми в лабораторных условиях.

#### Экспериментальная часть

В целях определения места локализации, межгодовые миграции и распространения, учета численности выявленных в ходе обследования вредных организмов в боярышниковых насаждениях проводился рекогносцировочный и детальный надзор за ними в соответствии с «Инструкцией по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов» с целью выявления болезней по «Методике полевого опыта» [1, 3].

Определение видового состава болезней боярышников проводилось в Институте Микробиологии АН Узбекистан, изучение видового состава вредителей в лаборатории защиты леса Научно-исследовательского института лесного хозяйства на основе использования специальной инструкционной литературы.



**Рис. 1. Анализ состояния боярышниковых насаждений в периодах 2017 - 2024 гг, полученные с помощью геоинформационных систем и космоснимков**

Спутниковые снимки, касающиеся материалов динамики сокращения и степеней сохранения площадей,

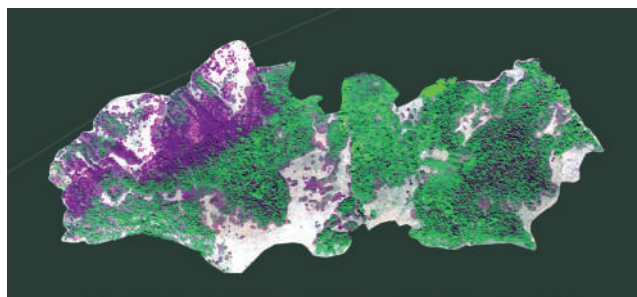
занятых лесными насаждениями боярышника, а также анализа зон поражения вредными организмами, природными явлениями подготовлены Агентством космических исследований и технологий при Министерстве цифровых технологий РУз в сотрудничестве с ООО «Центр космического мониторинга и геоинформационных технологий», данные которых представлены на (рис.1).

Анализ данных, полученных с помощью космических съемок исследуемых лесных объектов, был выполнен с использованием Международного индекса NDVI [2,4].

Для анализов использовался нормализованный индекс разности растительности (NDVI) широко применяемый как показатель для количественной оценки плотности и здоровья растительного покрова с использованием специальных датчиков-детекторов. Этот показатель рассчитывается на основе спектрометрических данных в двух определенных диапазонах: красном и ближнем инфракрасном излучении. Как правило, спектрометрические данные получают с удаленных в расстоянии датчиков, таких как спутников вокруг Земли [9,10].

Результаты исследований и их обсуждение

С целью проведения мониторинга причины сокращения площадей, занятых боярышниковыми насаждениями в рамках данного прикладного проекта «Разработка агротехнологии защиты дикорастущего лекарственного боярышника (*Crataegus songarica* C. Koch и *Crataegus pontica* C. Koch) от вредных организмов с целью получения экологически чистого урожая в условиях Чаткальского горного хребта» заключен меморандум за №3 от 7 мая 2024 года между Агентством космических исследований и технологий при Министерстве цифровых технологий РУз и Научно-исследовательским институтом лесного хозяйства по проведению космосъемки естественных боярышниковых насаждений, расположенных на территории Каранкульского лесничества Бручмулинского лесничества, Бостонлыкского района, Ташкентской области. В рамках совместного пилотного проекта для мониторинга была выбрана площадь для анализа размером 70 гектаров.



**Рис.2 Разность в отклонении пораженных NIR и здоровых Green каналов**

С использованием разности каналов измерения NIR и GREEN был проведен анализ состояния растительного покрова, а также дополнительный анализ с использованием индекса NDVI на различных участках Каранкульского лесного участка. Разность NIR-GREEN учитывает

данные ближнего инфракрасного диапазона и зеленого канала, где ближний проникающий инфракрасный свет имеет длину волны примерно 700 нм до 1400 нм, снимки для анализа выполнены с высоким разрешением расстояния - 50 см. (рис.2).

Анализ за изменением лесорастительного покрова, определенный с помощью индекса NDVI показал, что использование 50-сантиметрового раstra позволило достичь высоких результатов: точное определение

границ произрастания боярышника, оценки санитарного состояния по их морфологическому виду, которое позволило определить признаки стресса у растений, что свидетельствует о поражающих их болезнях и вредителях или неблагоприятных метео и природных условиях местности и окружающей среды. (рис.3).

Проведенный мониторинг амплитуды годовых изменений дает возможность оценить состояние боярышника во времени и пространстве, что очень важно для

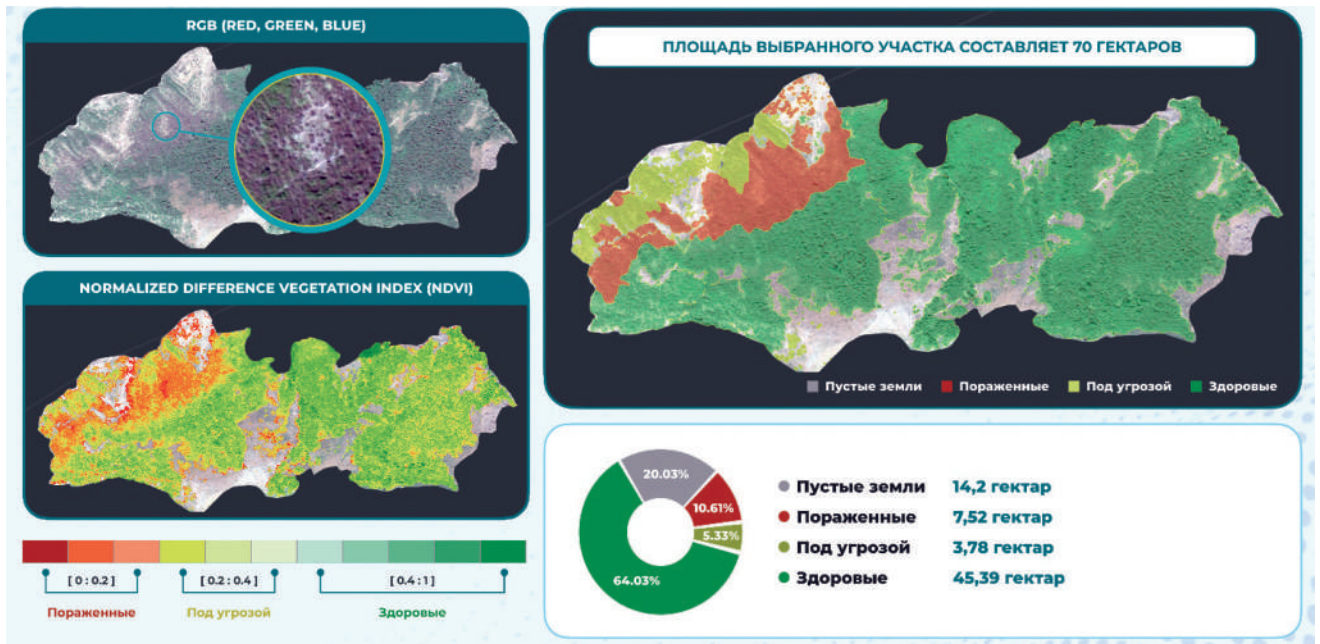


Рис.3. Анализ полученных значений NDVI, для определения и идентификации зон поражения изучаемой местности

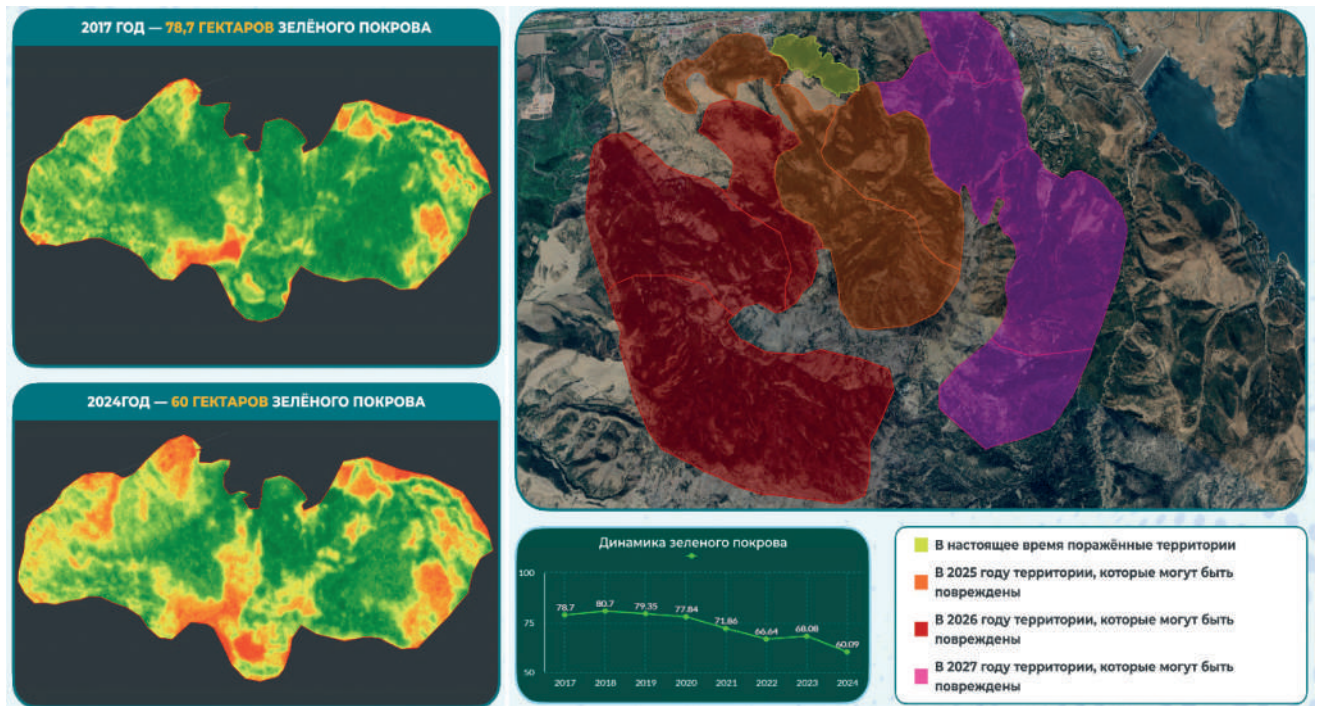


Рис.4. Динамика изменения зон древесного покрова с 2017 по 2024 год и прогноз заражения территорий на 2025 -2027 годы

разработки стратегий по сохранению боярышниковых насаждений и их восстановлению именно в обнаруженных пораженных участках.

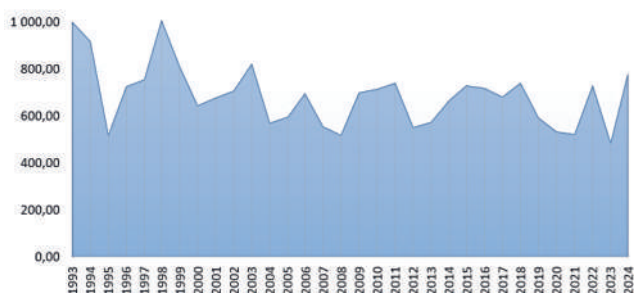
Так, принятый за 100 процентов исходный анализируемый участок показал, что 20,03% составляют безлесные, голые пространства. Зараженные участки 10,61%, находящиеся в опасности, имеют значения 5,33%. Общее количество здоровых насаждений составило 64,03%.

Анализ с использованием космической съёмки позволил определить динамику изменения зеленого покрова участка Каранкульского лесничества с 2017 по 2024 года. На протяжении 7 лет площадь зеленого лесного покрова сократилась с 78,7 гектаров до 60,09 гектаров, что свидетельствует о значительной потере боярышниковой растительности. (рис.4).

На рисунке 4 представлен также прогноз предполагаемого охвата пораженных территорий боярышниковых насаждений на предстоящие 3 года, т.е. начиная с 2025 года по 2027 годов предвещает, что к 2027 году площадь зараженности вредными организмами, дополнительно к нему природных явлений может достигнуть 3500 гектаров.

Проведенное в 2024 году наземное рекогносцировочное и детальное обследование боярышниковых насаждений Каракульского лесничества позволило выявить причины уменьшения зеленого покрова растений. Одной из главных причин является плохое санитарное состояние деревьев из-за их сильного ежегодного поражения вредителями и болезнями с дальнейшим их распространением, также, интенсивным использованием лесных земель в ходе хозяйственной деятельности человека: при выпаса скота и незаконных рубок деревьев.

Кроме того, в Республике Узбекистан ежегодное повышение температуры, глобальное потепление, безводие и ежегодное сокращения дождевых осадков, сопровождается также уменьшением количества осадков, особенно в летний период, что приводит к дефициту воды в почве, деградации почвы высыхания лесных деревьев. Указанные факторы все цело могут негативно сказываться, во-первых, на состоянии растительности, во-вторых снижая их продуктивности, в-третьих их биоразнообразия, в-четвертых-общее состояния лесных насаждений.



**Рис.5. Динамика изменения среднего количества атмосферных осадков в разрезе годов (1993-2024 гг.).**

Данные, полученные из CHIRPS показывают значительные колебания годового реального количества осадков. Максимальное значение осадков зафиксировано в 1993 году (1098,46 мм), минимальное - в 2023 году (485,57 мм). Влажными погодные условия были 1993 и 1998 годы (более 950 мм), тогда как засушливыми были годы 1995, 2008, 2020, 2021 и 2023 годы (менее 550 мм). В последние годы (2019-2023) объёмы дождевых осадков снижались, что может свидетельствовать о тенденции к более частым и динамичным засухам в XXI веке.

На рисунке 5 показаны изменения среднего количества атмосферных осадков с 1993 по 2024 годы.

Далее, проведенные обследование боярышниковых насаждений на зараженность грибными заболеваниями позволило установить, что возбудителем ржавчины оказался гриб *Gymnosporangium confusum* Plowr. Гриб разнотонный, уредоспоры не образуются, телейтоспоры развиваются на видах *Juniperus*, эцидии на видах *Crataegus*.

Возбудителем бурой пятнистости оказался гриб *Cylindrosporium oxyacanthae* Iaca. [6,8].

К болезням больше всего подвержены как боярышник понтийский, так и боярышник туркестанский. Было установлено, что боярышник туркестанский заражается ржавчиной гораздо сильнее, чем боярышник понтийского. Установлено, что зараженность боярышников в исследуемых участках насаждениях колеблется довольно высоко, т.е. от 35 до 70 %. (Рис.6).



**Рис.6. Внешний вид пораженных листьев и ветвей, болезнями, повреждающих боярышниковые насаждения в участке Каранкул Бурчмуллинского района.**

Проведенные эксперименты показали, что главнейшими вредителями боярышника являются вредитель: непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.), и боярышниковая листовёртка (*Archips crataegannf* Hbn.) [5, 7]. Степень объедания зеленой массы листьев на момент обследования местности составила для непарного шелкопряда 75,5% и для боярышниковой листовёртки 32%. (Рис.7).

Таким образом, полученные результаты показывают, что в целях снижения численности ежегодной популяции вредных организмов (фитопатогенов, вредителей, насекомых и др) необходимо, начиная с 2025 года незамедлительное проведение лесозащитных мероприятий,

основанных на использовании экологически чистых безопасных для человека и окружающей среды биологических средств защиты боярышниковых насаждений и окружающей их растительности, совокупно и деревьев (фисташки, диких яблок, аличы, грецкого орех) и других деревьев, а также нападения от скотов и других животных.



**Рис. 7. Повреждение листьев боярышника гусеницами непарного шелкопряда и боярышниковой листовёрткой на площадях обследования**

#### Выводы

Анализ значений индекса NDVI, полученных с аэро космических снимков, показали следующие результаты:

Точное определение границ: Высокое разрешение данных позволило четко определить границы произрастания боярышника.

Оценка здоровья растений: С помощью спектрального анализа выявлены пораженные участки и зоны с признаками стресса у растений, что может свидетельствовать о поражении их вредителями и болезнями, а также неблагоприятными условиями окружающей среды.

Мониторинг изменений: Отслеживать динамику состояния боярышниковых насаждений в разрезе времени и пространстве, являющиеся крайне важным для разработки стратегии и актов защиты растений, в частности по пути сохранению боярышниковых насаждений, а также их восстановлению

Наиболее распространёнными вредными организмами боярышниковых насаждений оказались вредители непарный шелкопряд и боярышниковая листовёртка, из фитопатогенных болезней больше всего ржавчинный гриб и бурая пятнистость.

Космическая съемка боярышниковых насаждений позволила дать прогноз распространения вредителей и болезней на ближайшую перспективу до 2027 года, благодаря чему было сделана реальный прогноз, предвещающий значительное увеличение площадей пораженных участков до высоких чисел, достигающий объема поражения до 3500 гектаров.

Ежегодное повышение температуры сопровождается параллельным уменьшением количества осадков, особенно в летний период, что приводит к дефициту воды в почве, высыханию растительности и деревьев, почвы и их деградации в Республике, что сгубо негативно сказывается на жизнь, рост и развитие растительности в целом.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Akhmedova Z.R., Mukhsimov N.P., Khusanov T., Khujaev O.T., Nazarova O.J. Biological methods for protecting hawthorns in Uzbekistan. BIO Web of Conferences 145, 01002 (2024) Forestry Forum 2024.
2. Дементьева М.И. Фитопатология. - Москва: Агропромиздат, 1985. 397 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - Москва: "Колос", 1979. - С. 262 - 271.
4. Елгава: ЛСХА, 1974. — 32 с.
5. Инструкция по надзору, учету и прогнозу вспышек массового распространения главнейших листогрызущих насекомых в орехоплодовой зоне Узбекистана, Ташкент, 2012.
6. Митрофанова Н.А., Чураков Б.П. Лесная фитопатология, Россия, Ульяновск, 2016, 27 с.
7. Muxsimov N.P. Chotqol tog' tizmasida yovvoyi do'lana turlarining asosiy kasallik va zararkunandalari. Agro kimyo himoya va o'simliklar karantini - 2024 yil. 142-144 bet.
8. Воронцов А.И. и др. Методика определения потерь от листогрызущих насекомых. Вопросы лесозащиты. - М.: изд. ИНТИ леспрома, 1966. - С. 3 - 10.
9. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г. Практикум по лесной энтомологии, Москва, Высшая школа, 1978, 290 с.
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized\\_difference\\_vegetation\\_index](https://en.wikipedia.org/wiki/Normalized_difference_vegetation_index)

# ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ГУМИНОВЫХ И ФУЛЬВОКИСЛОТ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ В РАЗВИТИИ АКВАКУЛЬТУРЫ И РЫБОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ УЗБЕКИСТАНА

Юлдашев Фарход Талазович,

доктор философии по техническим наукам,

аспирант Белгородского технологического университета им. В.Г. Шухова,

Юлдашева Хабиба Фарходовна, магистрант,

Центральноазиатский университет окружающей среды и изменения климата (Green University).

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение комплекса гуминовых и фульвокислот (ГФК) с минеральными удобрениями для устойчивого развития прудовой аквакультуры Узбекистана. Освещены биологические и экологические аспекты воздействия, включая повышение продуктивности рыб, улучшение качества воды, стабилизацию микрофлоры и снижение антропогенной нагрузки. Проанализированы международный опыт и возможности масштабирования технологии. Предложена модель интеграции органо-минеральной стимуляции в стратегии устойчивого водопользования, соответствующие климатическим и ресурсным условиям страны.

**Ключевые слова:** прудовая аквакультура, гуминовые кислоты, фульвокислоты, биостимуляторы, экологизация, устойчивое водопользование, рыбоводство

**Annotatsiya.** Maqolada O'zbekistonning havza baliqchiligini barqaror rivojlantirish maqsadida gumus va fulvik kislotalar (GFK) majmuasi hamda mineral o'g'itlardan birgalikda foydalanish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Baliqlar mahsuldorligini oshirish, suv sifatini yaxshilash, mikroflorani barqarorlashtirish va antropogen yuklamani kamaytirish kabi biologik va ekologik jihatlar yoritilgan. Xalqaro tajriba va texnologiyani ommaviylashtirish istiqbollari tahlil qilingan. Mavjud iqlimiy va resurs sharoitlariga mos holda organomineral stimulyatorlarni barqaror suvdan foydalanish strategiyalariga integratsiya qilish modeli taklif etilgan.

**Kalit so'zlar:** havza baliqchiligi, gumus kislotalar, fulvik kislotalar, biostimulyatorlar, ekologizatsiya, barqaror suvdan foydalanish, baliq yetishtirish

**Abstract.** The article explores the application of a complex of humic and fulvic acids (HFA) in combination with mineral fertilizers for the sustainable development of pond aquaculture in Uzbekistan. The biological and ecological effects are highlighted, including increased fish productivity, improved water quality, stabilization of microflora, and reduced anthropogenic pressure. International experience and potential for technology scaling are analyzed. A model is proposed for integrating organo-mineral stimulation into sustainable water management strategies tailored to the country's climatic and resource conditions.

**Keywords:** pond aquaculture, humic acids, fulvic acids, biostimulants, greening, sustainable water use, fish farming

## Введение.

Прудовая аквакультура в Узбекистане играет стратегическую роль в обеспечении продовольственной безопасности и занятости в сельской местности. Однако в условиях изменения климата, усиления дефицита пресной воды и деградации водных экосистем актуализируется необходимость перехода к экологически ориентированным моделям ведения хозяйства. Одним из наиболее перспективных подходов выступает внедрение природных биостимуляторов, в частности гуминовых и фульвокислот (ГФК), отличающихся высокой биологической активностью и способностью регулировать обменные процессы у гидробионтов [1].

ГФК активизируют усвоение минеральных веществ, стабилизируют состав микрофлоры и улучшают биодоступность питательных компонентов. Их применение в сочетании с минеральными удобрениями позволяет снизить общее количество вносимых химикатов, уменьшить техногенную нагрузку и поддерживать устойчивое

функционирование водных экосистем.

## Материалы и методы.

Полевые исследования проводились на трёх хозяйствах в Ташкентской и Навоийской областях на водоёмах площадью 0,5–1 га. Гуминовые и фульвокислоты вносились в виде водного раствора один раз в неделю, в то время как минеральные удобрения (NPK) применялись ежемесячно. Контрольная группа не получала биостимуляторов.

Измерения включали показатели роста рыб, кормовую эффективность, параметры водной среды (уровни pH, растворённого кислорода, содержание аммония и нитратов), микробиологическую активность, состав зоопланктона и биоразнообразие бактериальных сообществ. Анализ проводился с использованием стандартных гидрохимических и микробиологических методик [2].

## Результаты и обсуждение.

Применение ГФК оказало существенное положительное влияние на прирост биомассы рыб и коэффициент конверсии корма. На участках, где использовались ор-

ганоминеральные комплексы, средний прирост рыбной массы за сезон составил 690 г против 520 г в контрольной группе. Коэффициент кормовой конверсии улучшился с 2,1 до 1,7, что свидетельствует об экономии кормов и ускоренном росте гидробионтов.

Ниже приведена сводная таблица, демонстрирующая изменения ключевых биологических параметров:

Таблица 1

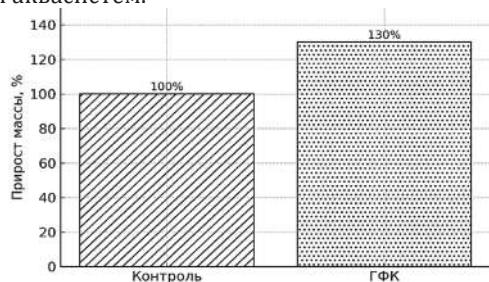
### Сравнительная эффективность ГФК и контрольного варианта

Показатель	Контроль	ГФК-комплекс	Динамика
Прирост массы рыбы (средний)	520 г	690 г	+32,7%
Коэффициент кормовой конверсии FCR	2,1	1,7	Улучшение на 19%

Дополнительно, нижеследующая визуализация изменений в виде диаграммы демонстрирует наглядное превосходство применения ГФК по сравнению с контролем.

Изменения водной среды характеризовались стабилизацией уровня pH (в пределах 7,2–7,6) и повышением содержания растворённого кислорода на 15–20% по сравнению с контролем. Существенно снизились концентрации аммония и нитратов — на 25–35%. Также наблюдалось уменьшение органического заиливания и повышение прозрачности воды.

Микробиологические исследования показали рост численности сапрофитных бактерий и одновременное подавление патогенных микроорганизмов, таких как *Aeromonas* и *Pseudomonas*. Кроме того, было зафиксировано усиление процессов нитрификации и денитрификации, что указывает на активизацию естественного самоочищения аквасистем.



**Рис. 1. Прирост рыб при использовании ГФК в сравнении с контролем**

На международном уровне ГФК уже активно применяются в аквакультуре стран с тёплым климатом. Во Вьет-

наме использование гуминовых соединений позволило снизить заболеваемость рыбы на 60%, а в Бангладеш рентабельность хозяйств увеличилась на 35% [3, 4]. Это подчёркивает универсальность и адаптивность технологии, особенно в условиях, аналогичных узбекскому климату.

Следующая таблица иллюстрирует международные кейсы внедрения ГФК в прудовой аквакультуре:

Таблица 2

### Международный опыт использования ГФК в прудовом рыбоводстве

Страна	Основной эффект от ГФК	Климатический профиль
Узбекистан	+30% прирост биомассы, ↓ FCR	Аридный, континентальный
Вьетнам	-60% заболеваемость	Тропический, муссонный
Бангладеш	+35% рентабельность	Субтропический, влажный

Экологическая значимость технологии выражается в ряде устойчивых эффектов. Во-первых, ГФК уменьшают потребность в антибиотиках, пестицидах и синтетических фунгицидах. Во-вторых, способствуют восстановлению биоценозов и развитию фитопланктона и зоопланктона, что укрепляет кормовую базу прудов. Также наблюдается снижение испарения воды благодаря стабилизации донных отложений и формированию буферной среды, устойчивой к колебаниям температуры и химического состава воды [5, 6].

#### Заключение и рекомендации.

Применение гуминовых и фульвокислот в сочетании с минеральными удобрениями представляет собой экологически безопасное и экономически эффективное направление развития аквакультуры Узбекистана. Технология демонстрирует значительное улучшение продуктивности при одновременном снижении нагрузки на окружающую среду и укреплении биостабильности аквасистем.

Для масштабного внедрения предлагаются следующие меры:

- разработка национальных технических регламентов на органоминеральные добавки;
- создание демонстрационных хозяйств на базе действующих рыбхозов;
- включение ГФК в перечень субсидируемых агротехнологий;
- организация обучающих семинаров и повышение квалификации специалистов;
- внедрение лабораторных протоколов экспресс-оценки состояния воды при использовании биостимуляторов.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Саркисов Д.С., Каримов У.Р. Современные проблемы водопользования в Центральной Азии // Водные ресурсы. – 2022. – №3. – С. 42–50.
2. Борисов В.В., Мальцев А.А. Микробиология водных экосистем. – СПб.: Гидрофизика, 2021.
3. Zhang X., Gao B., Xu H. Use of humic acid in aquaculture: A review. Aquaculture Reports. – 2020. – Vol. 17. – P. 100316.
4. Rahman M.M., Azim M.E. Economic return of organic additives in pond carp farming. Aquaculture Economics & Management. – 2022. – Vol. 26(1). – P. 33–47.
5. Mahapatra A.S., Sahoo S. Biostimulants in freshwater aquaculture: potential and challenges. Fish Physiology and Biochemistry. – 2023. – Vol. 49. – P. 345–359.
6. Ghaly A.E., Ramakrishnan V.V. Effect of humic acid on water evaporation and retention in aquaculture ponds. – Journal of Environmental Science and Technology. – 2019. – Vol. 12. – P. 67–78.

# ОБЗОР ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКИ В ПО TECHLOG И АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЕНГИЗКУЛЬСКОГО ПОДНЯТИЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ)

Абдуллаев Нодирхон Кодирхон угли,  
преподаватель Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,  
Атабаев Дилшот Хусаинбаевич,  
профессор Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты интерпретации данных промысловой геофизики юрских терригенных отложений Бухаро-Хивинского региона с использованием программной платформы Techlog. Проведена стратиграфическая корреляция и выделены региональные циклокомплексы (РЦК-II – РЦК-V). На основе расчётов глинистости и пористости выполнен петрофизический анализ, позволивший охарактеризовать условия осадконакопления и фильтрационно-емкостные свойства. Установлено, что РЦК-II обладает наилучшими коллекторскими характеристиками. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации стратегии разведки и оценки перспектив нефтегазоносности.

**Ключевые слова:** Techlog, промысловая геофизика, петрофизика, фильтрационно-емкостные свойства, глинистость, пористость, юрские отложения, Денгизкульское поднятие.

**Abstract.** This article presents the results of well log data interpretation for Jurassic terrigenous deposits in the Bukhara-Khiva region using Techlog software. Stratigraphic correlation was conducted, and regional cyclocomplexes (RCC-II to RCC-V) were identified. A petrophysical analysis based on clay content and porosity calculations was carried out, enabling characterization of sedimentary environments and reservoir properties. It was established that RCC-II shows the most favorable reservoir quality. The results may be useful for improving exploration strategies and assessing hydrocarbon potential.

**Keywords:** Techlog, well log interpretation, petrophysics, reservoir properties, clay content, porosity, Jurassic deposits, Dengizkul uplift.

**Annatsiya.** Maqolada Buxoro-Xiva mintaqasidagi yura davri terrigen cho'kindi jinslarining Techlog dasturi orqali geofizik ma'lumotlar interpretatsiyasi natijalari keltirilgan. Stratigrafik korrelyasiya asosida regional siklokomplekslar (RSK-II dan RSK-V gacha) ajratildi. Glinistik va kovaklik hisob-kitoblariga asoslangan petrofizik tahlil o'tkazildi, bu esa cho'kinish muhitini va kollektor xususiyatlarini baholash imkonini berdi. RSK-II eng yaxshi kollektor sifatini namoyon etdi. Olingan natijalar uglevodород qidiruv strategiyasini takomillashtirish va neft-gaz salohiyatini baholashda qo'l keladi.

**Kalit so'zlar:** Techlog, geofizik interpretatsiya, petrofizika, kollektor xususiyatlari, gillilik, g'ovaklik, yura davr qatlamlari, Dengizkul ko'tarilmasi.

## Введение.

В Узбекистане вопрос расширения границ поисков перспективных месторождений углеводородного сырья приобретает особую значимость. Известные и относительно легко доступные нефтегазовые запасы в основных регионах уже детально изучены и активно разрабатываются. Следующий этап — это исследование глубоко залегающих структур, таких как терригенные отложения юры, а также сложных геологических объектов, которые ранее оставались вне зоны приоритетного внимания в силу недостаточной изученности и высокой степени неопределённости.

Существенным подспорьем в решении этих задач становится применение современных программных решений, в частности, интегрированной платформы Techlog, которая широко используется для интерпре-

тации геофизических данных и оценки фильтрационно-емкостных свойств коллекторов. Благодаря возможностям многопараметрического анализа, гибкости визуализации и инструментам автоматизированной обработки, Techlog позволяет проводить всестороннюю оценку коллектора, выявлять тонкие литологические особенности и уточнять стратиграфические границы. Использование данного программного обеспечения значительно упрощает рабочие процессы, повышает точность интерпретации и минимизирует влияние субъективного фактора.

Со временем интеграция передовых цифровых инструментов в геолого-геофизические исследования способствует расширению поискового пространства, оптимизации стратегии разведки и более рациональному использованию природных ресурсов. [1,2,6]

### Материалы и методы

До начала интерпретации данных геофизических исследований скважин (ГИС) и проведения расчетов фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), был проведен этап стратиграфической корреляции, в ходе которого юрские терригенные отложения были подразделены на четыре региональных цикло-комплекса (РЦК). Юрские терригенные отложения исследуемой территории, представлены мощным разрезом до 1130 метров. На основе данных промысловой геофизики (метод скользящего среднего окна для ГК и БК) выделены следующие РЦК: РЦК-II (соответствует Гурудской свите), РЦК-III (Дегибадамской свите), РЦК-IV (Тангидувальской свите) и РЦК-V (Байсунской свите). Для изучения мощностей стратиграфического строения были проанализированы данные 15 месторождений, вскрывающих юрские терригенные отложения с мощностью более 200 метров охватывающие все ключевые зоны. На Денгизкульском поднятии выделяются скважины: Тегермен №4 (230 м), Узуншор №2 (564 м), Уртабулак Сев. №10П (812 м); на Култаском поднятии — Кокдумалак №1П (1130 м); в Кушабском прогибе — Куйи Памук №1 (888 м), Кушаб №1 (708 м) и т.д. Полученные результаты, основанные на интеграции данных скважинных исследований, позволили установить стратиграфическую привязку и пространственное распространение региональных цикло-комплексов, отражающих тектоно-осадочные процессы, происходившие в пределах изучаемой площади Бухаро-Хивинского региона.

Для выполнения интерпретации были использованы данные промысловой геофизики (ГИС), включая результаты стандартных каротажных методов (ГК, НГК, БК, ИК, МК), а также специализированных методов, таких как многоинтервальные кавернометрия и сейсмоакустическая каротажная информация. [1,5]

Анализ и интерпретация геофизических данных осуществлялись с использованием специализированной платформы Techlog (разработка компании Schlumberger), которая предоставляет комплексный инструментарий для обработки, визуализации и построения петрофизических моделей. В рамках исследования в Techlog была реализована следующая методология:

**Импорт и калибровка данных ГИС:** исходные данные были приведены к единому формату, выполнена проверка качества и устранение шумов.

**Интерпретация литологии и фаций:** на основе перекрестного анализа (crossplot) различных каротажных кривых, в том числе пористости, естественной радиоактивности и удельного сопротивления, были выделены литотипы.

**Расчёт петрофизических параметров:** в модуле *Petrophysics* произведён расчёт эффективной и общей пористости, водонасыщенности, коэффициента проницаемости по следующим эмпирическим формулам:

- **Пористость:** Определялась по данным нейтронного гамма-каротажа (НГК) с использованием формул:

Индекс нейтронной пористости:  $I = \frac{N_{\text{пласта}} - N_{\text{плот}}}{N_{\text{глин}} - N_{\text{плот}}}$   
 Нейтронная пористость:  $K_{\text{пнк}} = K_{\text{ппл}} + (K_{\text{пгл}} - K_{\text{ппл}}) \cdot I$   
 Открытая пористость:  $K_{\text{пэфф}} = K_{\text{пнк}} - K_{\text{гл}} \cdot K_{\text{ппл}}$

- **Глинистость:** Определялась по данным гамма-каротажа (ГК):

$$i = \frac{J^* - J_{\text{min}}}{J_{\text{гл}} - J_{\text{min}}}$$

- **Газонасыщенность:** Определялась по уравнению Арчи-Дахнова:

$$K_{\text{в}} = \left( \frac{\alpha \cdot \beta \cdot \rho_{\text{в}}}{K_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}} \right)^{1/2}, K_{\text{г}} = 1 - K_{\text{в}}$$

Также, выполнена корреляция с данными по испытаниям на приток (опробования), что позволило уточнить интервал продуктивности. Финальный этап включал построение композитного лога, где были объединены все рассчитанные параметры: глинистость, пористость, проницаемость, насыщенность и интервалы коллекторов. Для представления результатов были сформированы таблицы, доступные для экспорта в форматах PDF и Excel. [4, 6, 7, 9, 11]

### Результаты и обсуждения.

На основе интерпретации данных ГИС в программной платформе Techlog была проведена комплексная петрофизическая оценка терригенных отложений юрского возраста в пределах Денгизкульского поднятия и сопредельных участков Бухаро-Хивинского региона. В результате обработки и анализа каротажных диаграмм с использованием модулей *Petrophysics* и *Crossplot*, установлены пространственные закономерности изменения фильтрационно-емкостных свойств по РЦК, отражающие вариации глинистости и пористости пород.

По полученным данным были построены гистограммы изменения значений открытой пористости и глинистости с глубиной (Рис.1, Рис.2, Рис.3).

В разрезах всех скважин, охватывающих изучаемую территорию, прослеживается четкая зональность в распределении параметров пористости и глинистости по РЦК:

РЦК-V (Байсунская свита) характеризуется средними значениями как открытой пористости, так и глинистости. Породы преимущественно алеврито-песчаные с неоднородной текстурой, что обуславливает умеренные фильтрационные свойства.

РЦК-IV (Тангидувальская свита) демонстрирует высокий коэффициент глинистости при средней пористости, что указывает на преобладание аргиллитов и алевритов с пониженной проницаемостью. Этот комплекс представляет собой наиболее неблагоприятный в коллекторском отношении интервал среди изученных.

РЦК-III (Дегибадамская свита) отличается постепенным снижением глинистости по разрезу при сохранении стабильных средних значений пористости, что отражает более благоприятные коллекторские характеристики, несмотря на гетерогенность пород.

РЦК-II (Гурудская свита) выделяется как наиболее перспективный с точки зрения фильтрационно-емкостных свойств, демонстрируя низкие значения гли-

нистости и высокую открытую пористость. В разрезе преобладают песчаники средней и крупной зернистости с низкой цементацией, что делает данный интервал приоритетным для поисково-разведочных работ.[8,9]

Гистограммы распределения пористости и глинистости (см. Рис. 1–3) наглядно подтверждают эти закономерности, демонстрируя устойчивые тренды изменения параметров по глубине и стратиграфии. Особенно отчетливо выделяются интервалы с высокими коллекторскими характеристиками в пределах РЦК-II, где коэффициент открытой пористости достигает 10–16%, а глинистость не превышает 12–17%.

Низкие значения глинистости и высокие значения пористости в РЦК-II (Гурудская свита) указывают на преимущественно песчаную фацию, отложенную в условиях высокоэнергичной обстановки — вероятно, русловой или дельтовой системы, с активным гидродинамическим режимом, обеспечивавшим вынос тонкодисперсного материала за пределы осадочного бассейна.

Переход к более глинистым, но всё ещё умеренно пористым породам в РЦК-III (Дегибатамская свита) свидетельствует о снижении энергии осадконакопления

и усилении алевритизации, что характерно для переходных фаций — возможно, дельтово-пойменных или прибрежно-маршевых комплексов.

РЦК-IV демонстрирует наиболее высокую глинистость и среднюю пористость, что соответствует условиям спокойного, застойного осадконакопления в лагунно-маршевой или мелководной морской обстановке, с доминированием тонкозернистого терригенного материала и незначительной сорностью осадков.

Верхний комплекс (РЦК-V) вновь показывает снижение глинистости до средних значений и умеренную пористость, что может отражать период относительной активизации терригенного потока и восстановление более энергичной обстановки — возможно, обусловленной регрессией или тектоническими изменениями рельефа.

Можно предположить, что разрез юрских терригенных отложений отражает циклическую смену условий осадконакопления от энергичных аллювиально-русельных до спокойных лагунно-маршевых, что согласуется с представлениями о тектоно-осадочном развитии исследуемого региона в нижне-средний юрский период.

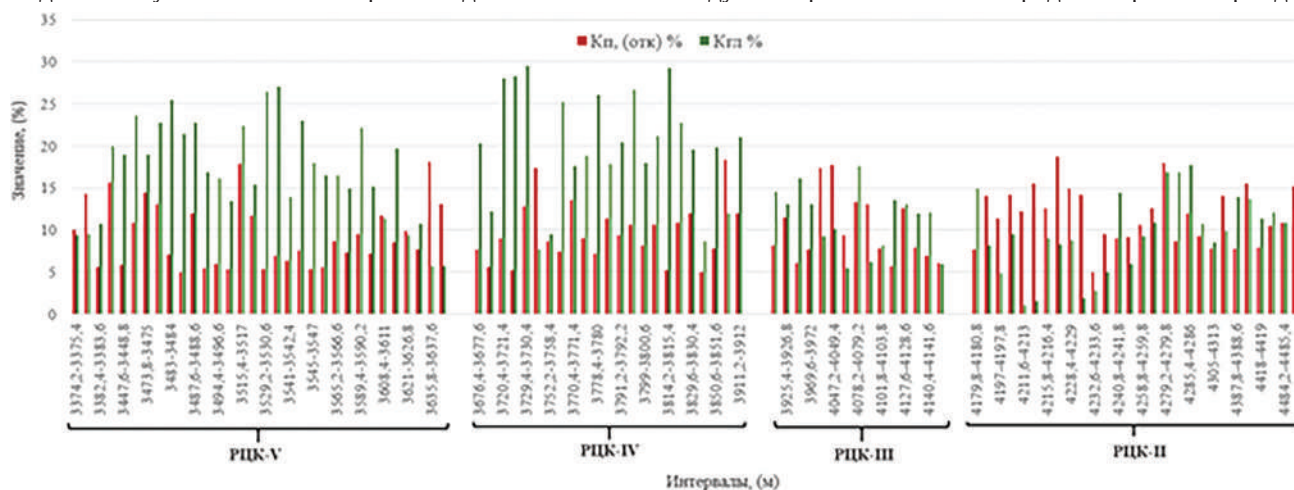


Рис.1. Гистограмма значений открытой пористости и глинистости скв. №1П Кокдумалак с выделенными РЦК.

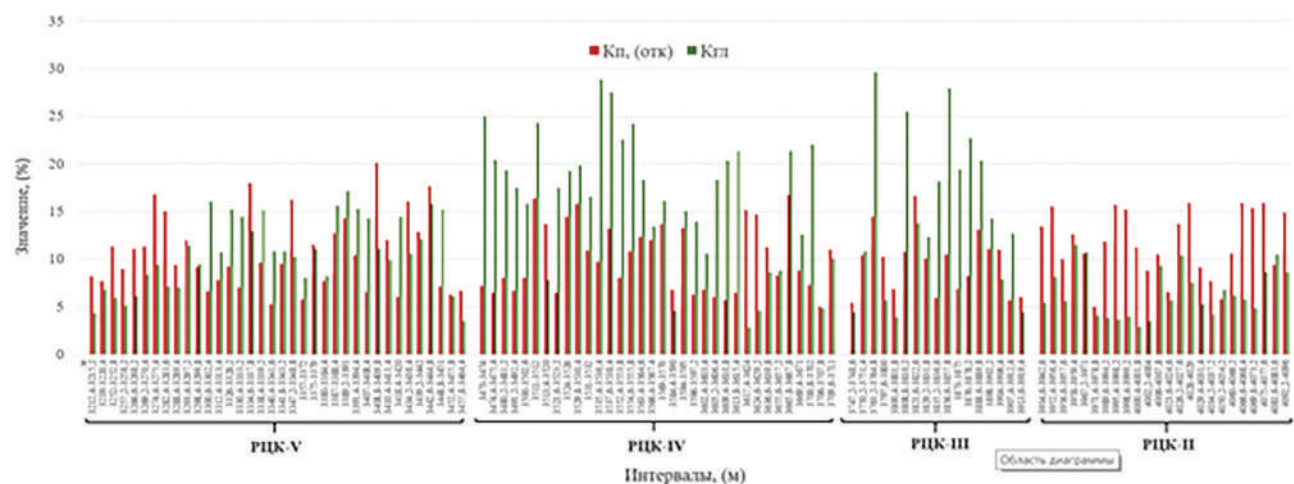
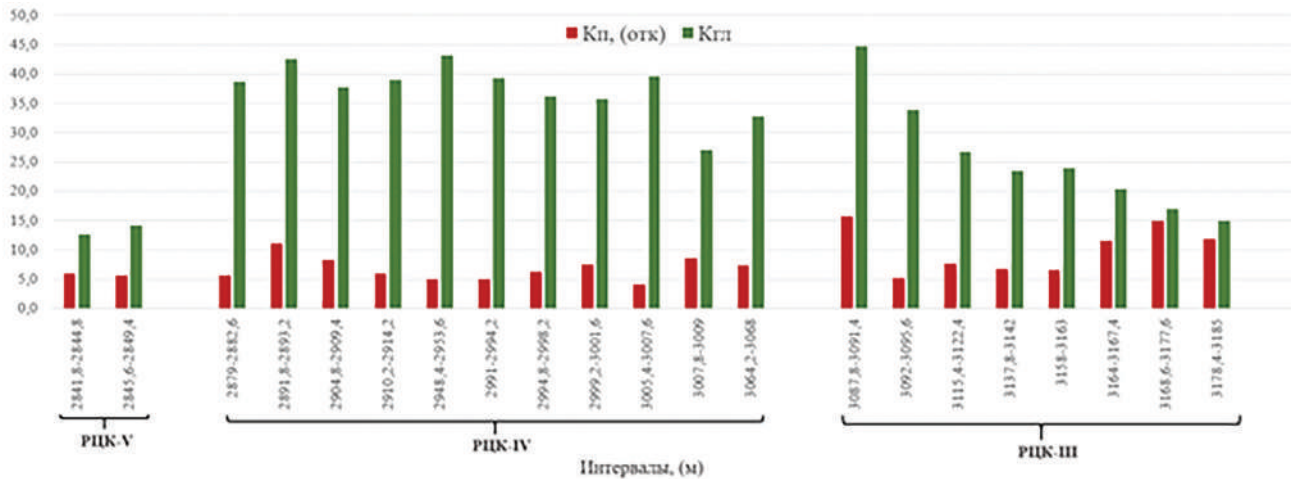


Рис.1. Гистограмма значений открытой пористости и глинистости скв. №1 Куйи Памук с выделенными РЦК.



**Рис.1. Гистограмма значений открытой пористости и глинистости скв. №102 Уртабулак с выделенными РЦК.**

#### Выводы

Полученные результаты подтвердили, что использование программного обеспечения Techlog значительно улучшает точность анализа данных ГИС и расчёта ФЭС пластов коллекторов.

Стоит отметить, что выделенные закономерности служат основой для оптимизации поисково-разведочной стратегии и уточнения перспективных зон в пределах

Бухаро-Хивинского региона.

Таким образом, использование программной платформы Techlog позволило не только систематизировать и визуализировать данные геофизических исследований, но и провести количественный анализ фильтрационно-емкостных свойств по всей стратиграфической толще юры.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Н., Атабаев Д., Раджабов Ш., Бешимов Ю. Сейсмогеологические характеристики осадочного чехла Денгизкульского поднятия. Вестник НУУз. 2024 3/1, Ташкент. – С. 198-201.
2. Ахмедов, Х.А., Ахмедов, Н.Х. Геология и нефтегазоносность Бухаро-Хивинского региона. – Ташкент: Фан, 2005. – 224 с.
3. Клюев, Н.А., Каретников, В.Г. Геофизические методы при поисках и разведке нефти и газа. – М.: Недра, 1989. – 432 с.
4. Латышова М.Г. Практическое руководство по интерпретации ГИС.
5. Ларионов, В.В. Интерпретация данных ГИС в нефтяной геофизике. – М.: Недра, 2001. – 384 с.
6. Раджабов Ш.С. Строение и латеральные неоднородности юрского разреза Бухаро-Хивинского региона. Монография. Ташкент. «Университет». 2021 г. -224 с.
7. «Узбекгеофизика» Техническая инструкция. Ташкент 2011.
8. Abdullaev N.K., Atabayeva F.R. Geological and geophysical characterization of jurassic sediments of the central part of the Dengizkul uplift. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences // Vol. 14, India. 2024, pp. 71-75.
9. Dresser Atlas. Log Interpretation Charts. – Houston: Schlumberger, 1979. – 128 p.
10. Asquith, G., Krygowski, D. Basic Well Log Analysis. – AAPG Methods in Exploration Series, No. 16. – 2004. – 244 p.
11. Schlumberger. Techlog Petrophysics User Guide. – Schlumberger Internal Documentation. – 2022. – 350 p.

УДК: 621.311:504.03

## ОБЗОР ОСОБЕННОСТЕЙ И ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Абдурахманов Ботиржон Уринбаевич,

консультант Международного института управления водными ресурсами.

Очилдиев Отабек Шодиевич,

PhD, заведующий кафедрой «Охрана окружающей среды и безопасность жизнедеятельности», Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий.

Почужевский Олег Дмитриевич,

PhD, доцент, Криворожский национальный университет.

**Аннотация.** Солнечные панели играют ключевую роль в глобальном переходе на возобновляемые источники энергии и сокращении выбросов парниковых газов. Однако важно осознавать, что их производство, эксплуатация и утилизация сопряжены с экологическими и ресурсными последствиями, требующими детальной оценки через процедуры ОВОС (оценки воздействия на окружающую среду). В данной статье представлены особенности и проблемы экологической оценки солнечных панелей на основании библиометрического анализа, а также приведены рекомендации по включению новых индикаторов в стандартные процедуры ОВОС.

**Ключевые слова:** оценка воздействия на окружающую среду; фотоэлектрические панели; солнечная энергетика; углеродный след; энергетическая эффективность; оценка жизненного цикла

**Abstract.** Solar panels play a key role in the global transition to renewable energy sources and reduction of greenhouse gas emissions. However, it is important to realize that their production, operation and utilization are associated with environmental and resource implications that require detailed assessment through EIA (environmental impact assessment) procedures. This article presents features and problems of environmental assessment of solar panels based on bibliometric analysis, as well as provides recommendations for the inclusion of new indicators in standard EIA procedures.

**Keywords:** environmental impact assessment; photovoltaic panels; solar energy; carbon footprint; energy efficiency; life cycle analysis

**Annotatsiya.** Quyosh panellari qayta tiklanadigan energetikaga global o'tish va issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirishda muhim rol o'ynaydi. Biroq, ularni ishlab chiqarish, ishlatish va yo'q qilish atrof-muhit va resurs oqibatlari bilan bog'liqligini tan olish muhimdir, bu esa atrof-muhitga ta'sirni baholash (AMTB) protseduralari orqali batafsil baholashni talab qiladi. Ushbu maqolada bibliometrik tahlil asosida quyosh panellarini ekologik baholashning xususiyatlari va muam-molari, shuningdek, standart AMTB protseduralariga yangi ko'rsatkichlarni kiritish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

**Kalit so'zlar:** atrof-muhitga ta'sirni baholash; fotoelektrik panellar; quyosh energiyasi; uglerod izi; energiya samaradorligi; hayot aylanishini baholash.

### Введение.

Узбекистан обладает потенциальными возможностями для разработки солнечной энергетики благодаря своим климатическим условиям. Солнечная радиация в стране составляет примерно 1800-2200 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год, что делает ее одним из самых солнечных регионов мира [1].

В 2021 году Узбекистан ввел в эксплуатацию первую крупную солнечную электростанцию в Сырдарьинской области с мощностью 100 МВт.

В данный момент проводится работа над строительством проектов общей мощностью 3 ГВт с целью увеличить долю солнечной энергии в общем энергобалансе страны до 25% к 2030 году [1].

Для реализации проектов солнечной энергетики Узбекистан подписал соглашения с международными компаниями, такими как Trina Solar, ожидая инвестиций

более 1,5 млрд долларов США [8].

В 2024 году планируется реализация солнечной электростанции в Самарканде мощностью 220 МВт [8].

По данным исследований, солнечные электростанции могут сократить углеродные выбросы на 1.5 млн тонн CO<sub>2</sub> в год [1]. Считается, что использование ВИЭ может снизить до 25% загрязнения воздуха в стране.

Несмотря на явные достоинства солнечные электростанции оказывают значительное воздействие на окружающую среду [1, 4-6, 9, 13, 15]. Поэтому необходимо проводить оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) для фотоэлектрических станций с учетом их особенностей.

Проведение ОВОС для солнечных электростанций необходимо для:

- оценки воздействия на экологию местности.
- устранения возможных конфликтов с местными

экосистемами.

- обеспечения соблюдения международных экологических стандартов.

- повышения уровня социальной ответственности и вовлеченности местных сообществ в процесс разработки и эксплуатации проектов.

В настоящее время ОВОС солнечных электростанций в Узбекистане ведется по тем же алгоритмам, что и для других промышленных предприятий, однако изучение научных исследований зарубежных ученых показывает, что существует ряд показателей, учет которых мог бы существенно улучшить результаты ОВОС. Оценка воздействия на окружающую среду солнечных станций имеет ярко выраженные особенности, связанные с их производством, эксплуатацией и утилизацией. Она требует учета как глобальных, так и локальных факторов, влияющих на показатели устойчивости.

Исследования показывают, что методы ОВОС, применяемые для крупных фотоэлектрических станций, имеют недостатки, которые могут повлиять на процесс экологического лицензирования. Предлагается многокритериальный подход, который учитывает основные экологические и социально-экономические аспекты, а также оценивает величину и значимость воздействия [11]. В Кастилья-Ла-Манча, Испания, проведено систематическое исследование, которое сравнивает подходы оценки жизненного цикла и ОВОС для определения фактических воздействий фотоэлектрических станций [24].

Целью данной статьи является выявление критериев оценки для включения в процедуру ОВОС.

#### **Методы исследования.**

Исследование проводилось на основе систематического анализа научной литературы и нормативных документов по оценке воздействия на окружающую среду солнечных электростанций, опубликованных в период 2019-2024 гг. В работе использовались следующие методы:

Библиометрический анализ научных публикаций из международных баз данных (Scopus, Web of Science) согласно методике [3] по ключевым словам: «environmental impact assessment», «solar panels», «photovoltaic stations», «environmental impacts». Были отобраны и проанализированы более 50 научных статей, посвященных экологической оценке солнечных электростанций.

Контент-анализ согласно методике [7] отчетов по ОВОС действующих солнечных электростанций в Узбекистане и зарубежных странах, включая:

- материалы ОВОС солнечной электростанции «Nur Navoi Solar PV» в Навоийской области;

- документация международных проектов солнечной энергетики;

- сравнительный анализ методологических подходов к оценке воздействия солнечных электростанций в различных странах, включая сопоставление: нормативных требований к проведению ОВОС, применяемых критериев и индикаторов оценки, методов расчета экологических показателей.

#### **Результаты и обсуждение.**

Фотоэлектрические станции могут вызывать значительные изменения в окружающей среде, включая воздействие на наземные и водные экосистемы. Важным аспектом является оценка как прямых, так и косвенных воздействий, что позволяет более точно оценить сценарии воздействия с учетом мнений различных заинтересованных сторон [11]. В Испании также отмечается, что размер станции и ее мощность влияют на время окупаемости выбросов, связанных с производством и утилизацией панелей [24].

По результатам проведенного библиометрического анализа были выявлены следующие особенности возможные критерии для ОВОС солнечных панелей:

##### **1) Углеродный след солнечных панелей**

Процесс производства солнечных панелей, несмотря на высокую энергоэффективность самих модулей в период их эксплуатации, приводит к значительным эмиссиям углерода. Основные источники углеродного следа включают:

- добыча сырья: Для производства панелей используются алюминий, стекло, кремний, медь и редкоземельные элементы (например, кадмий и индий), добыча которых сопровождается значительными выбросами CO<sub>2</sub> и нарушением экосистем на уровне добывающих предприятий.

- производственные процессы: Согласно материалам [14-15, 17, 20, 21, 22], металлургические и полупроводниковые процессы для очистки и обогащения кремния энергозатратны. Использование ископаемого топлива в энергосистемах стран-производителей увеличивает углеродный след на стадии производства.

- транспортировка и монтаж: Панели часто производятся в одной стране, но устанавливаются в другой, что увеличивает дополнительные выбросы парниковых газов [16].

Анализ жизненного цикла (Life Cycle Analysis) позволяет комплексно охватить все фазы — от добычи сырья до утилизации. Применение термической переработки (например, для извлечения алюминия и стекла) снижает выбросы углекислого газа на 34-36% по сравнению с захоронением отходов [21].

##### **2) Энергетическая эффективность: EPBT и EROI**

Включение показателей *Energy Payback Time (EPBT)* и *Energy Return on Investment (EROI)* в процедуры ОВОС может обеспечить более глубокую характеристику энергетической эффективности солнечных панелей:

- EPBT отражает период, за который солнечные панели компенсируют объем энергии, использованной на их производство. Например, панели с EPBT <2 лет более экологически устойчивы [22].

- EROI представляет коэффициент энергии, полученной за весь срок службы панели, к энергии, затраченной на её производство. EROI выше 10:1 считается индикатором высокой энергетической рентабельности [19].

Эти параметры важны для оценки и сравнения различных технологий модулей (например, монокристаллических и тонкопленочных) в конкретных проектах.

### 3) Влияние климатических и географических факторов

Климатические условия и география установки солнечных станций существенно определяют их эффективность. По данным исследования, высокие температуры, пыль, влажность и сезонные колебания влияют на выход энергии и долговечность панелей [10]. Снижение эффективности с повышением температуры требует включения в ОВОС локальных параметров:

- уровень прямого солнечного излучения.
- температурные особенности региона.
- загрязнение воздуха (пыль, песок), влияющее на КПД.

Так, для северной части Индии наибольшие потери фиксируются в летние месяцы из-за перегрева панелей [23]. Это подчеркивает необходимость учета явления деградации модулей при расчете их экологической рентабельности. Учитывая схожесть климата Узбекистана и Индии, указанный показатель будет актуален и для условий нашей республики.

### 4) Утилизация и переработка солнечных модулей

Этап конца жизненного цикла (end-of-life) представляет одну из острых проблем солнечных панелей. При производстве солнечных панелей используются редкоземельные элементы, таких как кадмий, индий и галлий, которые образуют высокотоксичные отходы не только в процессах добычи и переработки, но и при завершении срока службы солнечной панели [13].

Согласно [18], большинство устаревших солнечных модулей захоранивается на свалках, тогда как реальная степень переработки остается низкой — менее 10%. Основные барьеры для внедрения программ переработки:

- Отсутствие унифицированных стандартов переработки на глобальном уровне.
- Сложность извлечения материалов, таких как кремний и редкоземельные элементы.
- Высокие экономические затраты на переработку.

Для улучшения ситуации предлагаются:

- Создание обязательных законодательных норм по утилизации и переработке солнечных панелей [20].
- Организация предприятий для замкнутого производства (например, заводы, которые повторно используют переработанные компоненты для новых панелей).

В настоящее время в Узбекистане потенциальный вред от накопления отходов фотоэлектрических панелей никак не учитывается в процедуре ОВОС, хотя эта проблема создает серьезные экологические риски в будущем.

### 5) Водный след

Одной из скрытых проблем является объем воды, необходимый для производства солнечных панелей, особенно в процессе очистки кремния. Как отмечается

в материалах, этот показатель недостаточно изучен в рамках ОВОС, что формирует пробелы в комплексной оценке воздействия [16].

В процессе эксплуатации фотоэлектрических станций также необходима вода (для очистки поверхности панелей) [9], что при наблюдаемом дефиците воды в Узбекистане также необходимо учитывать при проведении ОВОС.

Кроме указанных показателей из проведенного анализа можно выделить и потенциальные решения и рекомендации для уменьшения воздействия на окружающую среду:

- Развитие термической и химической переработки для извлечения ценных компонентов солнечных модулей [12].

• Автоматизация процессов переработки и внедрение технологий замкнутого цикла, позволяющих повторно использовать более 80% материалов.

• Локализация производства. Снижение углеродного следа возможно за счет локализации производственного цикла. Использование возобновляемой энергии на заводах — ещё одна мера для сокращения выбросов парниковых газов [17].

• Экологическое просвещение и стандарты ESG. На правительственном уровне важна инициатива по интеграции ESG (экологических, социальных и управленческих) стандартов в солнечную энергетическую отрасль, включая обязательное выполнение норм переработки и экомониторинга [14].

### Заключение.

Солнечная энергетика играет жизненно важную роль в решении климатического кризиса, однако без учета экологического следа на всех этапах жизненного цикла её потенциал остаётся ограниченным. Для совершенствования стандартной процедуры ОВОС солнечных станций рекомендуется включить следующие дополнительные показатели оценки:

- Полный углеродный след (включая локальный транспорт и монтаж).
- Объем воды, потребляемой на этапах производства и переработки.
- Ресурсоемкость производства солнечных панелей (включая редкоземельные элементы).
- Показатели долговечности и степени деградации панелей.
- Обратимое воздействие на окружающую среду в процессе утилизации.
- Социально-экономическое влияние в регионах добычи и производства материалов.
- Рентабельность переработки (сравнение существующих способов утилизации).

Интеграция этих индикаторов в стандартные процедуры ОВОС позволит провести более достоверную оценку экологической пригодности солнечных панелей и способствовать их внедрению в энергетическую систему Республики Узбекистан с минимизацией негативных последствий.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманов Б.У., Очилдиев О.Ш., Гапиров А.Д. Проблема отвода земель под солнечные электростанции в Узбекистане // *Universum: технические науки: научный журнал*. 2024, № 8(125), Часть 4. С. 14-19
2. Аvezova Н.Р. и др. Развитие солнечной энергетики в республике Узбекистан. Сборник трудов Международного Конгресса REENCON-XXI «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность», Россия, г. Москва, 2015. С. 21-23
3. Малахов В.А. Библиометрический анализ как метод науковедческих исследований: Возможности и ограничения // *Науковедческие исследования*, 2022, № 1. С. 212-227.
4. Маслеева О.В., Воеводин А.Г., Пачурин Г.В. Тепловое воздействие альтернативных источников на окружающую среду // *Современные наукоемкие технологии*. 2015, № 3, С. 51-54.
5. Маслеева О.В., Пачурин Г.В. Комплексная экологическая оценка жизненного цикла малой распределенной и возобновляемой энергетики // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014, № 8. С. 81-86.
6. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Крюков Е.В. Эмиссия парниковых газов при экологической оценке возобновляемых источников энергии. // *Фундаментальные исследования* № 11, 2015, С. 709-714
7. Пашинян И.А. Контент-анализ как метод исследования: достоинства и ограничения. // *Научная периодика: проблемы и решения*, 2012, №. 3. С. 13-18.
8. Trina Solar и развитие солнечной энергетики в Узбекистане. [Gazeta.uz](<https://www.gazeta.uz/ru/2025/01/15/trina-solar/>).
9. Abdurakhmanov B., Ochildiev O. Estimation of possible volumes of solar panel waste generation in the Republic of Uzbekistan. *E3S Web of Conferences* 563, 01017 (2024)
10. Damo, U. M., Ahmed, T., Ozoegwu, C. G., Sambo, A. S., Aktas, A., Akca, H., and Bahaj, A. S. Solar PV Potential in Africa for Three Generational Time-Scales: Present, Near Future and Far Future. *Solar Energy* vol. 275, Elsevier Ltd., 2024, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112638>.
11. Da Silva, G., Magrini, A., & Branco, D. (2020). A multicriteria proposal for large-scale solar photovoltaic impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 38, 15 - 3. <https://doi.org/10.1080/14615517.2019.1604938>.
12. End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels. International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. IRENA and IEA-PVPS (2016). /-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA\_IEAPVPS\_End-of-Life\_Solar\_PV\_Panels\_2016.pdf
13. Gazbour, N. Solaire Photovoltaïque: Quel Impact Sur l'Environnement? *Encyclopédie de l'énergie*, 2023, <https://www.encyclopedie-energie.org/solaire-photovoltaïque-impact-environnement/>.
14. Jaramillo-Nieves, L., and Río, P.D. Contribution of Renewable Energy Sources to the Sustainable Development of Islands: An Overview of the Literature and a Research Agenda. *Sustainability* vol. 2, no. 3, 2010, pp. 783-811, <https://doi.org/10.3390/su2030783>.
15. Kamau, J. Efficiency of Renewable Energy Sources in Reducing Carbon Footprint in Developing Countries. *International Journal of Environmental Sciences* vol. 7, no. 2, 2024, pp. 1-12, <https://doi.org/10.47604/ijes.2637>.
16. Lim, M.S.W., He, D., Tiong, J.S.M., Hanson, S., Yang, T.C.K., Tiong, T.J., Pan, G., and Chong, S. Experimental, Economic and Life Cycle Assessments of Recycling End-of-Life Monocrystalline Silicon Photovoltaic Modules. *Journal of Cleaner Production* vol. 340, 2022, 130796, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130796>.
17. Liu, F., van den Bergh J. C. J. M. (2020). Differences in CO2 emissions of solar PV production among technologies and regions: Application to China, EU and USA. *Energy Policy*, 138, 1-11. Article 111234. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111234>.
18. Manso, J. R. P., Martínez-Vázquez, R. M., Milán-García, J., Valenciano, J., and D. P. Renewable Energies and Blue Economy: New Trends in Global Research. *Energies* vol. 16, no. 10, 2023, 4210, <https://doi.org/10.3390/en16104210>.
19. Prananta W., Kubiszewski I. (2021). Assessment of Indonesia's Future Renewable Energy Plan: A Meta-Analysis of Biofuel Energy Return on Investment (EROI). *Energies*. 14. 2803. [10.3390/en14102803](https://doi.org/10.3390/en14102803).
20. Salieri, B., Stoudmann, N., Hischer, R., Som, C., and Nowack, B. How Relevant Are Direct Emissions of Microplastics into Freshwater from an LCA Perspective? *Sustainability* vol. 13, no. 17, 2021, 9922, <https://doi.org/10.3390/su13179922>.
21. Rossi, F., Zuffi, C., Parisi, M. L., Fiaschi, D., and Manfrida, G. Comparative Scenario-Based LCA of Renewable Energy Technologies Focused on the End-of-Life Evaluation. *Journal of Cleaner Production* vol. 405, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136931>.
22. Roy, R., and Pearce, J. M. Is Small or Big Solar Better for the Environment? Comparative Life Cycle Assessment of Solar Photovoltaic Rooftop vs. Ground-Mounted Systems. *International Journal of Life Cycle Assessment* vol. 29, no. 3, 2024, pp. 516-536, <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02254-x>.
23. Yadav S. (2018). Performance evaluation of a rooftop solar photovoltaic power plant in Northern India. *Energy for Sustainable Development*. 43. [10.1016/j.esd.2018.01.006](https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.01.006).
24. Zarzavilla, M., Quintero, A., Abellán, M., Serrano, F., Austin, M., & Tejedor-Flores, N. (2022). Comparison of Environmental Impact Assessment Methods in the Assembly and Operation of Photovoltaic Power Plants: A Systematic Review in the Castilla—La Mancha Region. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en15051926>.

# THE METHODOLOGY FOR USING A PM1-PM10 COLLECTION DEVICE IN UZBEKISTAN IS RELEVANT TO THE CLIMATIC CONDITIONS

**Sadriddinov Bobur Bahodirovich**, basic doctoral student,  
**Pulatov Bakhtiyor Alimovich**, doctor of technical science,  
Research Institute of Environment and Nature Conservation Technologies.

**Abstract.** A number of factors are important in increasing the relevance of the issue of creating a PM1 and PM10 particle collection device in the climatic conditions of Uzbekistan. The arid and semi-arid climate of Uzbekistan leads to an increase in the concentration of dust and particles in the air. As a result of climate change, industrial development and urbanization processes, the level of air pollution is increasing, which requires monitoring of PM1 and PM10 particles. These particles can negatively affect human health, cause the development of respiratory and cardiovascular diseases.

The growth of industry and the increase in vehicles increases the amount of PM1 and PM10 particles in the air. Monitoring and collecting particles allows the state and the public to assess the level of air pollution. With the help of modern technologies, the processes of detecting and collecting PM1 and PM10 particles are being improved. By creating innovative devices, it is possible to develop effective solutions that are suitable for climatic conditions. This study aims to analyze the relevance of creating a PM1 and PM10 particle collection device in the climatic conditions of Uzbekistan.

**Keywords:** PM1, PM10, climate conditions, air pollution, environmental monitoring, industrial development, urbanization, particle collection, health, innovative technologies, monitoring system, air quality, dust concentration.

**Аннотация.** В климатических условиях Узбекистана ряд факторов играет важную роль в повышении актуальности вопроса создания устройства для сбора частиц PM1 и PM10. Аридный и полупустынный климат Узбекистана приводит к увеличению концентрации пыли и частиц в воздухе. В результате изменения климата, промышленного развития и урбанизационных процессов увеличивается уровень загрязнения воздуха, что требует мониторинга частиц PM1 и PM10. Эти частицы могут негативно повлиять на здоровье человека, вызвать респираторные и сердечно-сосудистые заболевания.

Рост промышленности и увеличение количества транспортных средств увеличивают количество частиц PM1 и PM10 в воздухе. Мониторинг и сбор частиц позволяет государству и общественности оценить уровень загрязнения воздуха. С помощью современных технологий совершенствуются процессы обнаружения и сбора частиц PM1 и PM10. Создавая инновационные устройства, можно разработать эффективные решения, подходящие для климатических условий. Данное исследование направлено на анализ актуальности создания устройства для сбора частиц PM1 и PM10 в климатических условиях Узбекистана.

**Ключевые слова:** PM1, PM10, климатические условия, загрязнение воздуха, экологический мониторинг, промышленное развитие, урбанизация, сбор частиц, здоровье, инновационные технологии, система мониторинга, качество воздуха, концентрация пыли.

**Annotatsiya.** O'zbekiston iqlim sharoitida PM1 va PM10 zarrachalarini yig'ish qurilmasini yaratish masalasining dolzarbligini oshirishda bir qator omillar muhim ahamiyatga ega. O'zbekistonning qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil iqlimi havodagi chang va zarrachalar konsentratsiyasining ortishiga olib keladi. Iqlim o'zgarishi, sanoatning rivojlanishi va urbanizatsiya jarayonlari natijasida havoning ifloslanish darajasi ortib bormoqda, bu esa PM1 va PM10 zarrachalarini monitoring qilishni talab qiladi. Ushbu zarrachalar inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi, nafas olish va yurak-qon tomir kasalliklarining rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin.

Sanoatning o'sishi va transport vositalarining ko'payishi havodagi PM1 va PM10 zarrachalarining miqdorini oshiradi. Zarrachalarni kuzatish va yig'ish davlat va jamoatchilikka havoning ifloslanish darajasini baholash imkonini beradi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida PM1 va PM10 zarrachalarini aniqlash va yig'ish jarayonlari takomillashtirilmoqda. Innovatsion qurilmalarni yaratish orqali iqlim sharoitlariga mos keladigan samarali yechimlarni ishlab chiqish mumkin. Tadqiqotning maqsadi O'zbekiston iqlim sharoitida PM1 va PM10 zarrachalarini yig'ish qurilmasini yaratishning dolzarbligini tahlil qilishdan iborat.

**Kalit so'zlar:** PM1, PM10, iqlim sharoitlari, havo ifloslanishi, atrof-muhit monitoringi, sanoat rivojlanishi, urbanizatsiya, zarrachalarni yig'ish, sog'liqni saqlash, innovatsion texnologiyalar, monitoring tizimi, havo sifati, chang konsentratsiyasi,

## 1. Introduction.

The issue of creating a device for collecting PM1 and PM10 particles in the climatic conditions of Uzbekistan is of great importance in solving environmental problems today.

The arid and semi-arid climate of Uzbekistan leads to an increase in the concentration of dust and particles in the air. As a result of climate change, industrial development and urbanization processes, the level of air pollution is increasing,

which requires monitoring of PM1 and PM10 particles. These particles can have a negative impact on human health, for example, they can cause the development of respiratory and cardiovascular diseases.

PM1 and PM10 particles are present in the air, and their sizes are smaller than 1 micrometer and 10 micrometers. These particles can remain in the air for a long time and enter the human body. Therefore, implementing their detection and collection processes can help reduce health problems. Growth in Uzbekistan's industrial and transportation sectors increases the amount of PM1 and PM10 particles in the air. Construction activities can also cause air pollution [1-5].

Particulate matter monitoring and collection processes enable governments and the public to assess air pollution levels and take action to improve them. Such devices can also be integrated into environmental monitoring systems, which play an important role in assessing air quality and ensuring ecological balance [6].

Modern technologies are improving the detection and collection of PM1 and PM10 particles. By creating innovative devices, it is possible to develop effective solutions that are suitable for climate conditions. Such devices are also expected to help reduce air pollution and play an important role in protecting public health [7].

The purpose of this study is to analyze the relevance of creating a PM1 and PM10 particle collection device in the climatic conditions of Uzbekistan. The study will consider the effectiveness of particle collection technologies, device design in accordance with climatic conditions, and the possibilities of improving air quality using these devices [8-9].

At the same time, the increase in air pollution levels due to climate change and urbanization processes makes monitoring PM1 and PM10 particles even more urgent. In such conditions, the creation of effective devices for collecting and controlling particles will be of great importance not only for solving environmental problems, but also for protecting human health [10].

## 2. Materials and methods

This study describes the materials and methods required to create a PM1 and PM10 particle collection device in the climatic conditions of Uzbekistan. The main goal of the study is to improve the processes of determining, collecting and monitoring the concentration of particles in the air. The use of modern technologies and methods for these processes is important [11].

### 2.1. Density and measuring instruments

The tools and materials needed for particle collection include the following.

**Particulate matter collectors:** Devices specifically designed to collect PM1 and PM10 particles. These devices are equipped with sensors to determine the particle size and concentration.

A high-precision sampling device for airborne particulate matter (PM) with an aerodynamic diameter of 1 micrometer (PM1) to 10 micrometers (PM10) suitable for dry climates, in which PM samples are collected using filters and cyclones.

Cyclones can collect airborne particles with an aerodynamic diameter of up to 150 nanometers, which increases the accuracy and reduces costs of PM toxicity assessment analysis in dry climates.

**Filters:** High-quality filters, such as PTFE (polytetrafluoroethylene) or N95 filters, are used to collect particles. They allow for effective particle capture [12].



Figure 1. Appearance of the RTFE filter

Measuring instruments: Laser measuring instruments, gravimetric methods, and other analytical methods are used to determine the concentration of particles in the air.

## 3. Methods

### 3.1. Particle collection process

**Device preparation:** First, a particle collection device is prepared. The device is equipped with measuring instruments and filters. The filters are placed to trap particles during the collection process.

**Determining monitoring conditions:** The location and conditions where the research will be conducted are determined. Monitoring will be conducted in various regions of Uzbekistan (industrial zones, transport corridors, rural areas).

**Particle collection:** The device is started and begins collecting PM1 and PM10 particles in the air. During the collection process, the particles pass through the filter and are retained [13-14].

### 3.2. Analysis methods

The following methods are used to analyze the collected particles:

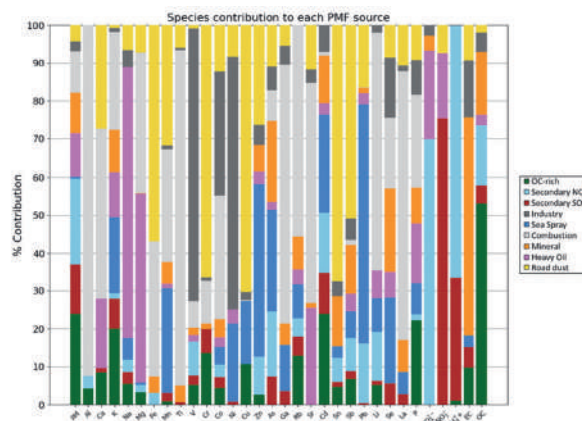


Figure 2. Chemical speciation and source contribution to total mass of particulate matter (PM), according to the multisite multisize Positive Matrix Factorization (PMF) solution.

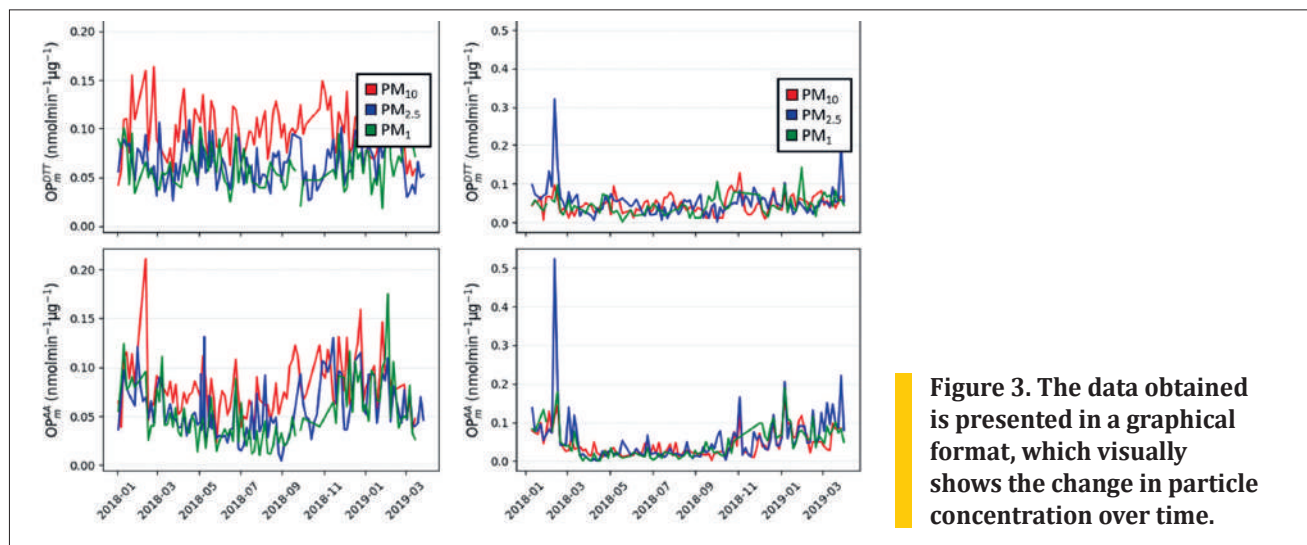


Figure 3. The data obtained is presented in a graphical format, which visually shows the change in particle concentration over time.

**Gravimetric analysis:** After the filters are collected, their weight is measured. The weight of the filter before and after particle collection is measured, from which the particle concentration is calculated [15].

**Spectroscopy:** Spectroscopic methods, such as UV-Vis spectroscopy or atomic absorption spectroscopy, are used to determine the chemical composition of particles.

### 3.3. Data analysis

The collected data is analyzed using statistical analysis methods. The following methods are used to analyze the data:

**Descriptive statistics:** The mean, variance, and standard deviation of the particle concentration are calculated based on the data obtained.

**Regression analysis:** Regression analysis is used to determine changes in the concentration of airborne particles. This method examines the dependence of particle concentrations on time or other factors [16-19].

## 4. Results and discussion

The results obtained during the study and their discussion are presented in a separate section. In this section, the efficiency of the particle collection process, the results obtained, and their significance in the climatic conditions of Uzbekistan are analyzed.

Factor	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>1</sub>
OC-rich	0.473	0.066	0.063	0.049	0.044	0.065
Sec. NO <sub>3</sub>	-0.016	0.011	-0.021	-0.019	0.002	-0.005
Sec. SO <sub>4</sub>	0.106	0.132	0.067	0.043	0.059	0.023
Industry	-0.007	-0.003	0.228	-0.002	-0.030	0.015
Sea Spray	0.104	0.053	-0.009	0.020	-0.019	-0.012
Combustion	0.363	0.100	0.057	-0.061	0.055	-0.016
Mineral	0.188	0.000	0.001	0.047	0.048	-0.008
Heavy Oil	0.200	0.060	0.103	-0.017	0.015	0.022
Road dust	0.172	0.341	0.016	0.121	0.032	0.031

Figure 4. The results of two installed devices are compared with each other.

## 5. Conclusion

The development of a PM1 and PM10 particle collection device in Uzbekistan is a critical response to the escalating air quality issues exacerbated by climate change, urbanization, and industrial growth. As outlined in this study, the arid and semi-arid climate of Uzbekistan contributes significantly to the accumulation of dust and particulate matter in the

atmosphere. These particles pose serious health risks, including respiratory and cardiovascular diseases, making their monitoring and collection imperative for public health and environmental sustainability.

The innovative device designed for this purpose utilizes advanced technologies for detecting and collecting particulate matter, ensuring that it is tailored to the specific climatic conditions of Uzbekistan. By employing high-precision sampling methods, such as cyclones and quality filters, the device enhances the accuracy of air quality assessments. This not only allows for effective monitoring of PM1 and PM10 concentrations but also provides valuable data that can inform policy decisions aimed at reducing air pollution.

Furthermore, the integration of this device into broader environmental monitoring systems can significantly improve the ability of government and public health officials to assess air quality trends and implement timely interventions. The statistical analysis methods employed in this study, including regression analysis and descriptive statistics, will facilitate a deeper understanding of the factors influencing particulate matter levels, enabling targeted strategies for pollution control.

The implications of this research extend beyond environmental monitoring; they also encompass public health protection and the promotion of sustainable industrial practices. As Uzbekistan continues to develop economically, the establishment of effective air quality management systems becomes increasingly essential. By prioritizing the creation and implementation of innovative particle collection devices, Uzbekistan can take significant strides toward addressing air pollution and safeguarding the health of its citizens.

In conclusion, the development of PM1 and PM10 particle collection technology represents a vital step in combating the environmental challenges faced by Uzbekistan. It underscores the importance of integrating scientific research with practical applications to foster a healthier, more sustainable future for the nation. Continued investment in such technologies will be crucial for achieving long-term improvements in air quality and public health.

## REFERENCES

1. Abbasi, S., Keshavarzi, B., Moore, F., Hopke, PK, Kelly, FJ, Dominguez, AO, 2020. Elemental and magnetic analyses, source identification, and oxidative potential of airborne, passive, and street dust particles in Asaluyeh County, Iran. *Sci. Total Environ.* 707, 136132. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136132>.
2. Alastuey, A., Minguillón, C., Pérez, N., Querol, X., Viana, M., de Leeuw, F., 2011. The European Topic Center on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) Is a Consortium of European Institutes Under Contract of the European Environment Agency RIVM UBA-V ÖKO AEAT EMISIA CHMI NILU INERIS PBL CSIC.
3. Amato, F., Pandolfi, M., Escrig, A., Querol, X., Alastuey, A., Pey, J., Perez, N., Hopke, PK, 2009a. Quantifying road dust resuspension in urban environment by multilinear engine: a comparison with PMF2. *Atmosphere. Environ.* 43, 2770 – 2780. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.02.039>.
4. Amato, F., Pandolfi, M., Viana, M., Querol, X., Alastuey, A., Moreno, T., 2009b. Spatial and chemical patterns of PM10 in road dust deposited in urban environment. *Atmosphere. Environ.* 43, 1650 – 1659. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.12.009>.
5. Amato, F., Alastuey, A., Karanasiou, A., Lucarelli, F., Nava, S., Calzolari, G., Severi, M., Becagli, S., Gianelle, VL, Colombi, C., Alves, C., Custódio, D., Nunes, T., Cerqueira, M., Pio, C., Eleftheriadis, K., Diapouli, C., E., Reche, C., Minguillón, MC, Manousakas, MI, Maggos, T., Vratolis, S., Harrison, RM, Querol, X., 2016. AIRUSE-LIFE+: a harmonized PM speciation and source apportionment in five southern European cities. *Atmosphere. Chem. Phys.* 16, 3289–3309. <https://doi.org/10.5194/acp-16-3289-2016>.
6. Apte, JS, Marshall, JD, Cohen, AJ, Brower, M., 2015. Addressing global mortality from ambient PM2.5. *Environ. Sci. Technol.* 49, 8057–8066. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01236>.
7. Casari, M., Kowalski, PA, & Poe, L. (2024a). Optimization of the adaptive neuro-fuzzy inference system for adjusting low-cost sensors PM concentrations. *Ecological Informatics*, 83, 102781. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102781>
8. Casari, M., & Poe, L. (2024a). Mith: A framework for Mitigating Hygroscopicity in low-cost PM sensors. *Environmental Modeling & Software*, 173, 105955. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2024.105955>
9. Chen, G., Jin, Z., Li, S., Jin, X., Tong, S., Liu, S., Yang, Y., Huang, H., & Guo, Y. (2018a). Early life exposure to particulate matter air pollution (PM1, PM2.5 and PM10) and autism in Shanghai, China: A case-control study. *Environment International*, 121, 1121–1127. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.026>
10. Fang, X., Chang, R., Zhang, Y., Zuo, J., Zou, Y., & Han, Y. (2024a). Monitoring airborne particulate matter from building construction: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 86, 108708. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108708>
11. Gautam, S., Samuel, C., Bhardwaj, A., Esfandabadi, ZS, Santosh, M., Gautam, AS, Joshi, A., Justin, A., Wessley, GJJ, & James, E. (2021). Vertical profiling of atmospheric air pollutants in rural India: A case study on particulate matter (PM10/PM2.5/PM1), carbon dioxide, and formaldehyde. *Measurement*, 185, 110061. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110061>
12. Kumar, T., & Doss, A. (2023a). AIRO: Development of an Intelligent IoT-based Air Quality Monitoring Solution for Urban Areas. *Proceedings of Computer Science*, 218, 262–273. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.008>
13. Lewis, SL, Russell, LM, McKinsey, JA, & Harris, WJ (2022a). Small contributions of dust to PM2.5 and PM10 concentrations measured downwind of Oceano Dunes. *Atmospheric Environment*, 294, 119515. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119515>
14. Mahfouz, MM, Skok, G., Sciare, J., Pikridas, M., Alfarrá, MR, Moosakutty, S., Alföldy, B., Ivančič, M., Rigler, M., Gregorič, A., Podlipec, R., Lohmann, S., Hlawacek, G., Heller, R., Tutsak, E., & Močnik, G. (2024a). Contribution of black carbon and desert dust to aerosol absorption in the atmosphere of the Eastern Arabian Peninsula. *Atmospheric Environment*, 324, 120427. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120427>
15. Mamarikas, S., Matthias, V., Karl, M., Fink, L., Simonen, P., Keskinen, J., Maso, MD, Fridell, E., Moldanova, J., Hallquist, Å., Mellqvist, J., Conde, V., Verbeek, R., Duyzer, J., Van Dinther, D., Timonen, H., Jalkanen, J., Sundström, A., Majamäki, E., ... Ntziachristos, L. (2023a). Assessing Shipping Induced Emissions Impact on Air Quality with Various Techniques: Initial Results of the SCIPPER project. *Transportation Research Procedia*, 72, 2141–2148. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.699>
16. Muhwu, JN, Fendji, M., & Ekengoue, C. (2025a). Design and implementation of a solar powered kit for measurement and logging of environmental parameters using the SEN55 sensor. *Deleted Journal*, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.meane.2025.100038>
17. Uzbekov, U., Arifjanov, A., Ergashev, O., Khamroeva, F., Bekkulov, I., Karimov, Y., & Ismatov, J. (2024). Climate risk assessment in Uzbekistan: Surface air temperature anomaly for 2080-2099. *E3S Web of Conferences*, 563, 03008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456303008>
18. Weld, MI, Pandolfi, M., Amato, F., Pérez, N., Reche, C., Dominutti, P., Jaffrezo, J., Alastuey, A., Querol, X., & Uzu, G. (2022a). Discovering oxidative potential (OP) drivers of atmospheric PM10, PM2.5, and PM1 simultaneously in North-Eastern Spain. *The Science of the Total Environment*, 857, 159386. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159386>
19. Wang, Y., Liu, Q., Tian, Z., Cheng, B., Guo, X., Wang, H., Zhang, B., Hu, Y., Sun, L., Hu, B., Chen, G., Sheng, J., Liang, C., Tao, F., Wei, J., & Yang, L. (2023a). Short-term effects of ambient PM1, PM2.5, and PM10 on internal metal/metalloid profiles in older adults: A distributed lag analysis in China. *Environment International*, 182, 108341. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108341>
20. Alikhanov, B., Pulatov, B., & Samiev, L. (2024). Impact of climate change on the cryosphere of the Ugam Chatkal National Park, Bostonliq District, Uzbekistan, during the Post-Soviet period, based on remote sensing and statistical analysis. *Forum Geography*, 38 (3), 302–316. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v38i3.4405>

# QASHQADARYO HUDUDIDAGI DARYO SUVLARI HAMDA TEXNOGEN SUVLAR TARKIBIDA KADMIY IONLARINI ANIQLASH VA MIQDORIY TAHLIL O'TKAZISH

**Turayeva Mohinur Jamshid qizi,**

Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti,

**Raximov Samariddin Baxodirovich,**

O'zbekiston Milliy universiteti Analitik kimyo kafedrasida dotsenti, k.f.f.d. (PhD),

**Jumayeva Eleonora Shuxratovna,**

Navoiy davlat universiteti Kimyo kafedrasida dotsenti v.b., k.f.f.d. (PhD).

**Anotatsiya.** Qashqadaryo hududidagi daryo va kanal suvlari tarkibidagi kadmiy miqdori aniqlandi. Qashqadaryo daryosi suvi tarkibidagi kadmiy ionlarining mavsumiy va yillik o'zgarish dinamikasi tahlil qilindi. Kadmiy ionlarini immobilangan kation IREA reagenti orqali aniqlashning sorbsion-spektroskopik usuli taklif etildi. Kompleks hosil bo'lishi uchun optimal sharoitlar topildi va immobilangan reagent, kompleksning skanerlovchi mikroskopdagi tasvirlari olindi.

**Kalit so'zlar:** Qashqadaryo hududi, Qashqadaryo daryosi, kadmiy ionlari, organik reagent, kation IREA, sorbsion-spektroskopik, immobilash.

**Аннотация.** Установлено содержание кадмия в речных и техногенных водах Кашкадарьинской области. Проанализирована динамика сезонных и годовых изменений ионов кадмия в воде реки Кашкадарья. Предложен сорбционно-спектроскопический метод обнаружения ионов кадмия иммобилизованным реагентом катион ИРЕА. Были найдены оптимальные условия для образования комплекса и получен иммобилизованный реагент, изображения комплекса в сканирующий микроскоп.

**Ключевые слова:** Кашкадарьинская область, р. Кашкадарья, ионы кадмия, органический реагент, катион ИРЕА, сорбционно-спектроскопические, иммобилизационные.

**Abstract.** Cadmium content of river and man-made waters in the Qashqadaryo area was determined. The dynamics of seasonal and annual variation in cadmium ion concentration in brown river water has been analyzed. A sorption-spectroscopic method of detecting cadmium ions by an immobilized cation IREA reagent has been proposed. Optimal conditions were found to form the complex, and immobilized reagent, scanning microscope images of the complex were obtained.

**Keywords:** Kashkadarya area, Kashqadaryo river, cadmium ions, organic reagent, cation IREA, sorbsion-spectroscopic, immobilization.

## Kirish.

Og'ir metallar bizning atrofimizda mavjud bo'lib, kundalik turmushda ko'plab maqsadlarda foydalaniladi. Yer qobig'ida keng tarqalgan oq metall bo'lgan kadmiy (Cd) odatda ruxli konlarda topiladi. Uning katta qismi konchilik, foydali qazilmalarni qayta ishlash va qishloq xo'jaligi kabi inson faoliyati natijasida hosil bo'ladi. [1]. Kadmiy o'ta xavfli og'ir metall hisoblanadi. Kadmiy qanday birikma tarkibidagiga qarab jigar, buyrak va boshqa a'zolar yoki to'qimalarda to'planib qoladi. Kadmiy (Cd) inson tanasida ikkita asosiy yo'l orqali to'planadi: nafas olish va ovqatlanish. Cd bilan zaharlanishning asosiy manbalari tarkibida ko'p bo'lgan o'simliklar yoki baliqlardir. Ko'plab global tashkilotlar oziq-ovqat, suv va atrof-muhitdagi og'ir metallar kontsentratsiyasiga ularning zararli ta'sirining oldini olish uchun maxsus chegaralarni belgilash bo'yicha hamkorlik qilmoqda [2-4]. Cd ning yuqori miqdori buyrak, jigar yoki miya kasalliklarining rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Kadmiy asosan buyrakda to'planadi, natijada buyrak kasalligi paydo bo'ladi. Bu ta'sir oxir-oqibat surunkali buyrak kasalligining so'nggi bosqichi rivojlanishiga yoki hatto o'limga olib kelishi mumkin [5-7].

Og'ir metallarning kontsentratsiyasini aniqlash uchun bir qancha analitik usullar ishlab chiqilgan. Atom yutilish

spektroskopiyasi (AAS), induktiv bog'langan plazma-optik emissiya spektroskopiyasi (ICP-OES) va induktiv ravishda bog'langan plazma-mass spektrometriyasi (ICP-MS) past aniqlash chegaralari, yetarli darajada tiklanishi, ishonchligi, sezgirliги va elementlarni bir vaqtning o'zida aniqlash qobiliyati bilan ajralib turadi [8,9]. Hozirgi kunda og'ir metallarni aniqlashning sorbsion-spektroskopik usuli keng qo'llanilmoqda. Bu usul boshqa usullardan bir necha avzalliklari bilan ajralib turadi. Bu usulning tezkorligi va qimmatbaho jihozlar talab qilmasligi uning rivojlanib borishining asosiy sabablaridir [10-12].

## Materiallar va uslublar.

Kadmiy ionini sorbsion-spektroskopik aniqlash uchun ipak fibroin chiqindi tolasi tanlab olingan. Ipak fibroin tolasi tarkibi asosan oqsillardan iborat bo'lib, «Urgenchtex» fabrikasining Urgench davlat universiteti polimerlar kimyosi kafedrasida olimlari tomonidan modifikatsiyalangan ipak fibroin chiqindi tola hisoblanadi. Tabiiy ipak fibroin tolasining regeneratsiya xossasi sintetik tolalar bilan solishtirganda past bo'lsada, uning sorbsion sig'imining yuqoriligi hamda chiqindi mahsulot ekanligi undan foydalanishda bir qancha avzalliklar beradi.

Immobilangan organik reagentni nur qaytarishini Spekt-

**Qashqadaryo hududidagi daryo suvlarida Cd(II) ionini mikro miqdorini sorbsion-spektroskopik aniqlash natijalari (n=5;P=95)**

Element	Immobilangan reagent	Namuna	Kiritildi mkg/dm <sup>3</sup>	Topildi mkg/m <sup>3</sup>	S*	Sr**	ε***
Cd	Kadion IREA	Qashqadaryo	0.0	0,42±0,06	0,05	0,121	4,5%
			10.0	10,4±0,14	0,122	0,012	1,39%
			20.0	20,44±0,07	0,065	0,003	0,7%
		Qizil daryo	0.0	1,1±0,04	0,015	0,013	3,6%
			10.0	10,81±0,11	0,096	0,009	2%
			20.0	20,87±0,26	0,228	0,011	1,1%
		Oq daryo	0.0	0,95±0,03	0,016	0,0168	3,15%
			10.0	10,64±0,13	0,114	0,011	2%
			20.0	20,69±0,14	0,124	0,006	1%

\*-standar og'ish, \*\*-nisbiy standart og'ish, \*\*\*-nisbiy xatolik

rifotometr X-Rite Eye one pro (380-730); reaktiv eritmalarini nur yutishini esa UV-5100 UV VIS spectrophotometerlarida o'lchandi.

**Natija va munozara.**

Kadmiy ionlarini aniqlash maqsadida, ushbu tadqiqotda Qashqadaryo hududidan oqib o'tuvchi Qashqadaryo, Oq daryo va Qizil daryo suvlaridan namunalari olinib, kadmiy ionining miqdori aniqlangan. Bu usul orqali suv namunalari tarkibidagi kadmiy ionlari reagent bilan reaksiyaga kirishganidan so'ng, kadmiy ionlarining konsentratsiyasi optik tahlillar orqali aniqlandi. Tanlangan kadion IREA reagent orqali kadmiy ionlarini sorbsion-spektroskopik aniqlash yuqori sezgirlikda aniqlashga imkon beradi. Olib borilgan tadqiqot natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

S 0,228 dan Sr esa 0,121 dan oshmadi. Nisbiy xatolikning esa eng yuqori qiymati 4,5% ga teng bo'ldi. Bu natijalar ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul yordamida kadmiy ionlarini aniqlashning ishonchli va samarali usul ekanligini tasdiqlaydi. Endi har bir daryo suv namunalari yillar kesimida kadmiy ionlarining miqdorini tahlil qilib chiqamiz.

Turli daryo suvi namunalari kadmiy ion miqdori turli konsentratsiyalar uchun o'lchangan:

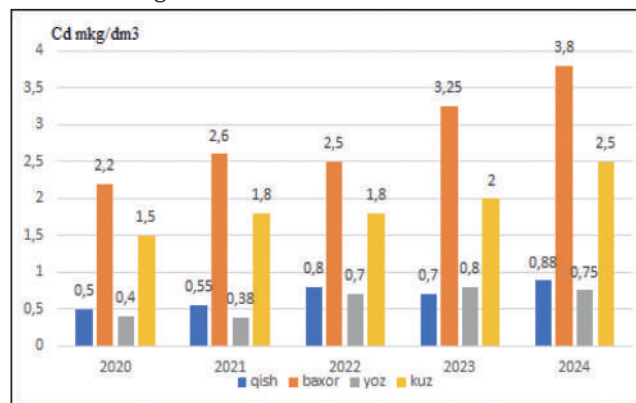
**Qashqadaryo daryosi.** 0 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilgan miqdori: Natija 0,42±0,06 mkg/dm<sup>3</sup>, nisbiy xatolik 4,5 % ni tashkil etadi. Standart og'ish (S) 0,05 dan nisbiy standart og'ish (Sr) esa 0,121 dan oshmadi. 10 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilganda topilgan qiymat 10,4±0,14 mkg/dm<sup>3</sup>, bunda nisbiy xatolik 1,39% ni tashkil etdi. 20 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilganda topilgan qiymat 19,98±0,14 mkg/dm<sup>3</sup>, bu tajribada nisbiy xatolik 0,7% dan oshmadi.

**Qizil daryo.** 0 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilgan miqdorda natija 1,1±0,04 mkg/dm<sup>3</sup>, nisbiy xatolik esa 3,6 % ni tashkil etdi. Bu olingan natijadan daryo suvlari tarkibida kadmiy ionlari ko'p bo'lmagan miqdorda borligini bilishimiz mumkin. 10 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilganda 10,81±0,11 mkg/dm<sup>3</sup>, nisbiy xatolik 2 %. 20 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilganda 20,87±0,26 mkg/dm<sup>3</sup> topilgan qiymatni tashkil etdi, nisbiy xatolik 1,1%. Kiritilgan miqdordan topilgan miqdor katta farq qilmadi.

**Oq daryo.** 0 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilgan miqdorda natija 0,95±0,03 mkg/dm<sup>3</sup>, nisbiy xatolik esa 3,1%. 10 mkg/dm<sup>3</sup> kiritilganda topilgan qiymat 10,64±0,13 mkg/dm<sup>3</sup> ga teng ekanligi aniqlandi. Bunda nisbiy xatolik 2% ga teng bo'ldi. Kiritilgan

qiymat 20 mkg/dm<sup>3</sup> bo'lganda topilgan qiymat 20,87±0,14 mkg/dm<sup>3</sup> ga teng bo'ldi. Bunda topilgan miqdorning kiritilgan miqdordan kattaligini daryo suvi tarkibidagi mavjud kadmiy ionlarning ta'siri bilan tushuntirish mumkin.

Ilmiy tadqiqot ishida Qashqadaryo dayrosining suv namunalari kadmiy ionlarining miqdori mavsumiy va yillik tahlillar amalga oshirildi.



**1-rasm. Qashqadaryo daryosidagi kadmiy ionlarining mavsumiy va yillik o'zgarish dinamikasi**

**Qish (2020-2024):** Qish mavsumidagi kadmiy ionlari konsentratsiyasi 2020-yilda 0,5 mkg/dm<sup>3</sup>, bu ko'rsatkich 2024-yilga kelib esa 0,88 mkg/dm<sup>3</sup> ni tashkil etdi. 2022-yil dan 2023-yilga o'tganda kadmiyning miqdori kamayishi kuzatildi va 0,7 mkg/dm<sup>3</sup> ni tashkil etdi.

**Bahor (2020-2024):** Bahor mavsumida kadmiy ionlarining konsentratsiyasi 2020-yilda 2,2 mkg/dm<sup>3</sup>, bu miqdor 2024-yilga kelib 3,8 mkg/dm<sup>3</sup> ga teng bo'lib avvalgi yillarga nisbatan katta qiymatga ega ekanligi aniqlandi. Asosiy kuzatuvlar natijasida shu ma'lum bo'ldiki yillar kesimida barcha mavsumlarga nisbatan aynan bahor faslida kadmiyning miqdori sezilarli darajada katta qiymatga ega bo'ldi. Bu qiymatning kattaligini yog'ingarchilikning ko'pligi va elementlar migratsiyasi bilan tushuntirishimiz mumkin.

**Yoz (2020-2024):** Yoz faslida kadmiy ionining konsentratsiyasi 2020-yilda 0,4 mkg/dm<sup>3</sup>, 2024-yilga kelib esa 0,75 mkg/dm<sup>3</sup> ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkich bahor mavsumiga nisbatan ancha past bo'lib, buni yog'ingarchilikning yoz

o'ylarida kam bo'lishi va qishloq xo'jalik ishlarining nisbatan kam bajarilishi bilan tushuntirishimiz mumkin.

Kuz (2020-2024): Kuz faslida kadmiy ionining konsentratsiyasi 2020-yilda 1,5 mkg/dm<sup>3</sup>, 2024-yilda esa 2.5 mkg/dm<sup>3</sup> ni tashkil etdi. Yoz mavsumiga nisbatan kuz mavsumida kadmiyning miqdori bir muncha yuqoriligini ko'rishimiz mumkin.

Eng yuqori miqdor: Bahor mavsumida boshqa mavsumlarga nisbatan o'sish tendensiyasi bir muncha yuqori qiymatlarga ega bo'ldi. Buning asosiy sabablari sifatida yog'ingarchilikning ko'payishi va qishloq xo'jaligida aynan shu mavsumda ko'p miqdorda o'g'itlardan foydalanish bo'lishi mumkin.

2020-yil qish mavsumida eng past konsentratsiya: 2020-yil qish mavsumida kadmiyning miqdori 0.5 mkg/dm<sup>3</sup> ga teng bo'lib, aynan shu yilning qolgan mavsumlarida ham kadmiyning konsentratsiyasi qolgan yillardagiga nisbatan past.

Mavsumiy o'zgarishlar: Bahor va kuz mavsumlarida nisbatan o'sish tendensiyasi kuchliroq kuzatildi. Qish va yoz mavsumlarida esa bu ko'rsatkich ancha barqarorlashdi.

Qarshi magistral kanali suvi tarkibidagi kadmiy miqdorini kiritildi-topildi usulida aniqlandi.

Olingan tahlil natijalaridan ma'lum bo'ldiki, Qarshi magistral kanali suvlari tarkibidan kadmiy ionini aniqlashdan S<sub>r</sub> qiymati 0.459 dan oshmadi. Bu natijalarni ishonchligidan va qayta takrorlanuvchanligidan dalolat beradi. Demak ishlab chiqilgan usul kadmiy (II) ionini turli tabiiy obyektlar tarkibidan aniqlash imkonini beradi.

**Qarshi magistral kanali suvi tarkibida kadmiy (II) ionini sorbsion-spektrofotometrik aniqlash natijalari (n=5; P=0,95)**

	Kiritildi, mg/l	Topildi, mg/l	S	S <sub>r</sub>
Cd <sup>2+</sup>	0.00	0.02±0.01	0.08	0.459
	1.00	1.1±0.04	0.075	0.051
	1.50	1.54±0.06	0.065	0.0385
	2.00	2.05±0.09	0.084	0.041

**Xulosa.**

Ushbu tadqiqot ishida Qashqadaryo viloyati hududidan oqib o'tuvchi turli daryo suvlari hamda Qarshi magistral kanali suvi namunalari tarkibida kadmiy ionining miqdori tahlil qilingan. Qashqadaryo daryo suvi mavsumiv va yillar kesimida tahlil qilinganda bahor oylarida o'sish tendensiyasi kuzatildi. Bu tendensiyani mavsumiy yog'ingarchilik hamda qishloq xo'jalik yumushlarining, yani ekin mavsumida o'g'itlardan ko'p foydalanish va yog'ingarchilik tufayli elementlar migratsiyasi bilan tushuntirishimiz mumkin.

Tanlangan sorbentga kadion IREA organik reagentini immobilash orqali kadmiy (II) ionlari sorbsion-spektroskopik aniqlash usuli yordamida ichimlik suvi, texnogen suvlar hamda daryo suv namunalari tarkibidagi kadmiy (II) ionlarining konsentratsiyasini aniqlashimiz mumkin. Ushbu ishlab chiqilgan usul yuqori ichonchilikka ega ekanligini nisbiy xatolikning kichik ekanligidan bilishimiz mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. X. Wang, K. Zhang, W. Ali, J. Li, Q. Huang, D. Liu, G. Liu, D. Ran, Z. //LiuLuteolin alleviates cadmium-induced metabolism disorder through antioxidant and anti-inflammatory mechanisms in chicken kidney Poultr// Sci., 103 (2024), Article 103817
2. Wang M, Chen Z, Song W, Hong D, Huang L, Li Y.// A review on Cadmium Exposure in the Population and Intervention Strategies Against Cadmium Toxicity// Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2021;106(1):65-74. // doi:10.1007/s00128-020-03088-1
3. Bautista, C. J., Arango, N., Plata, C., Mitre-Aguilar, I. B., Trujillo, J.//Mechanism of cadmium-induced nephrotoxicity// Toxicology, 502, 153726. https://doi.org/10.1016/j.tox.2024.153726
4. Kussaga, J. (2024). Cadmium. In Elsevier eBooks. https://doi.org/10.1016/b978-0-323-99967-0.00253-2
5. Arruebarrena MA, Hawe CT, Lee YM, Branco RC// Mechanisms of cadmium neurotoxicity// International Journal of Molecular Sciences. 2023;24(23):16558.//doi:10.3390/ijms242316558
6. Kolachi NF, Kazi TG, Afridi HI, Kazi NG, Khan S. Investigation of essential trace and toxic elements in biological samples (blood, serum and scalp hair) of liver cirrhotic/cancer female patients before and after mineral supplementation. Clinical Nutrition. 2012;31(6):967-973. doi:10.1016/j.clnu.2012.04.015
7. Sun J, Chen Y, Wang T, et al. Baicalin and N-acetylcysteine regulate choline metabolism via TFAM to attenuate cadmium-induced liver fibrosis. Phytomedicine. 2024;125:155337. doi:10.1016/j.phymed.2024.155337
8. Soodan RK, Pakade YB, Nagpal A, Katnoria JK.//Analytical techniques for estimation of heavy metals in soil ecosystem: A tabulated review// Talanta. 2014;125:405-410// doi:10.1016/j.talanta.2014.02.033
9. Pavithra KG, SundarRajan P, Kumar PS, Rangasamy G. Mercury sources, contaminations, mercury cycle, detection and treatment techniques: A review. Chemosphere. 2022;312:137314. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.137314
10. Madatov U.; Rahimov S.; Shohidova D.; Smanova Z.; Lal B.; Berdimurodov E. Polimer matritsasi immobilizatsiyalangan alizarin-3-metilamino-N,N-diasetik kislota yordamida marganetsni aniqlashning yangi, yashil, yuqori samarali usuli. Atrof-muhit va analitik kimyo xalqaro jurnali 2022, 1–22. doi: 10.1080/03067319.2022.2154665.
11. Smanova Z.; Normatov B.; Ahmadjonov U.; Rahimov S.; Shodmonov B.; Berdimurodov E. va boshqalar. Modifikatsiyalangan poliakrilonitrilda immobilizatsiyalangan ksilenol apelsin yordamida vismut ionini (III) sorbsion-spektrofotometrik aniqlash. Atrof-muhit va analitik kimyo xalqaro jurnali 2024, 1–21. https://doi:10.1080/03067319.2024.2405067
12. M.J.Turayeva, Z.A.Smanova, Z.A.Egamberdiyev// Qo'rg'oshin va kadmiy ionlarining aniqlash uchun usullarni ishlab chiqish va toksikologik ta'sirini o'rganish. Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullarining ilmiy va ishlab chiqarish sohasidagi integratsiyasi. 2023 yil146-bet.

## ATROF-MUHIT OBYEKTLARIDA Cr(III) KATIONINI MONITORING QILISH

**Madusmanova Nazira Kuchkarbayevna**,  
doktorant, Jizzax davlat pedagogika universiteti,  
**Miradxamova Gulyorxon O`tkir qizi**,  
assistent, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali,  
**Smanova Zulayho Asanalievna**,  
kimyo fanlari doktori, professor, O`zbekiston Milliy universiteti,  
**Yaxshiyeva Zuxra Ziyatovna**,  
kimyo fanlari doktori, professor, Jizzax davlat pedagogika universiteti.

**Annotatsiya.** Sanoat chiqindi suvlari, yer osti suvlari, ichimlik suvlari tarkibidagi og`ir, zaharli metallarni aniqlash va ularni ruxsat etilgan chegaraviy miqdoridan oshib ketmasligini nazorat qilish ekologlarni oldida turgan dolzarb vazifalardan biridir. Maqolada og`ir va zaharli metallarni aniqlashda immobillangan reagentlarni qo`llanilishini yorituvchi adabiyotlar haqida ma`lumotlar berilgan. Og`ir va ruxsat etilgan miqdoridan ortib ketsa zaharlilik xususiyatini namoyon qiladigan metallarni organizmga ta`siri haqida ma`lumotlar keltirilgan. Og`ir metallardan bo`lgan xrom metal ionlarining toksikologik xususiyatlari ko`rib chiqilib, tirik organizmlarga ta`siri o`rganilgan. Tuproq va suvda xrom metal ionlarini aniqlashda ekspress, sezgir, tanlab ta`sir etuvchi tahlil usullari asoslab berilgan. Immobillangan organik reagentlardan foydalanish istiqbollari keltirilgan.

**Kalit so`zlar:** og`ir va zaharli metal ionlari, ruxsat etilgan chegaraviy miqdori, immobillangan organik reagentlar, spektroskopik, xrom.

**Аннотация.** Одной из важнейших задач экологов является обнаружение тяжелых и токсичных металлов в составе сточных вод промышленности, подземных вод и питьевой воды, а также контроль за тем, чтобы их концентрация не превышала предельно допустимые нормы. В статье приведена информация о применении иммобилизованных реагентов при определении тяжелых и токсичных металлов. Рассмотрены металлы, которые, превышая допустимую концентрацию, проявляют токсические свойства, а также их влияние на организмы. Изучены токсикологические характеристики хромовых ионов как тяжелого металла, а также их воздействие на живые организмы. Обоснованы экспресс-методы, чувствительные и избирательные аналитические методы для определения хромовых ионов в почве и воде. Представлены перспективы применения иммобилизованных органических реагентов.

**Ключевые слова:** ионы тяжелых и токсичных металлов, предельно допустимая концентрация, иммобилизованные органические реагенты, спектроскопический, хром.

**Abstract.** The detection of heavy and toxic metals in industrial wastewater, groundwater, and drinking water, as well as monitoring their concentrations to ensure they do not exceed the permissible limit, is one of the crucial tasks facing environmental scientists. This article provides information on the use of immobilized reagents in the detection of heavy and toxic metals. It also discusses the effects of metals, which exhibit toxic properties when their concentrations exceed permissible levels, on organisms. The toxicological characteristics of chromium metal ions, one of the heavy metals, are reviewed, and their effects on living organisms are studied. The article highlights express, sensitive, and selective analytical methods for detecting chromium metal ions in soil and water. Prospects for using immobilized organic reagents are also presented.

**Keywords:** heavy and toxic metal ions, permissible limit, immobilized organic reagents, spectroscopic, manganese, chromium, selenium.

### Kirish.

Xrom atrof-muhitda turli shakllarda uchraydi va uning zaharlilik darajasi ham farq qiladi. Xrom o`zining olti valentli shaklida suvda yaxshi eriydi. Bu suv havzasini osongina ifloslantiradi va hujayra tarkibiy qismlari bilan reaksiyaga kirishish darajasida odamlar uchun ochiq bo`ladi. Inson tanasiga uzoq muddatli ta`sir qilishi qator jiddiy kasalliklarga mikrositik anemiya, mitoxondriya va qon hujayralari DNKsining shikastlanishi kabilarni bu esa o`z navbatida kanserogenlik, kasbiy astma, nafas olish organlarining yuqori sezuvchanligi, burun, ko`z yallig`lanish kasalliklarini keltirib

chiqadi. Ifloslanish endemik darajasida emas, balki tabiiy muhitning boshqa tarmoqlari oziq-ovqat zanjiri va transport vositalari orqalidir. Atrof muhitda xrom bilan ifloslanish darajasini kamaytirish bo`yicha ko`plab tadqiqotlar davom etmoqda [1].

Tavsiya etilgan kunlik xrom miqdori erkaklar uchun-35 mkg. va ayollar uchun- 25 mkg.ni tashkil etadi. Biroq, 50 yoshdan oshgan odamlar uchun sutkalik dozani erkaklar uchun 5 mkg - 30 mkg ayollar uchun 25 mkg. ga kamaytirish tavsiya etiladi [2].

Suvning ifloslanishi insoniyatga ta`sir qiladigan global

muammodir. Toza suvning mavjudligi aholi salomatligi va insoniyat hamda hayvonlarning omon qolishi uchun asosiy shartdir. Biroq, daryo suvining og'ir metallar ionlari bilan ifloslanishi jiddiy ekologik muammodir. Ushbu tadqiqot modifikatsiyalangan o'simlik adsorbenti Pennisetum purpureum Schumach ning adsorbtsiyalangan suv namunalardan qo'rg'oshin (II), marganets (II) va xrom (VI) ionlarini olib tashlash imkoniyatlarini o'rganib chiqdi. [3].

Atrof-muhit va oziq-ovqat mahsulotlarining og'ir metallar va metalloidlarning zaharlanishi ekologik tizim va inson salomatligiga katta xavf tug'dirishi sababli jamoatchilikning qiziqishini uyg'otdi. Oziq-ovqatlar tarkibida ba'zi metallar, jumladan Cr (III), kadmium (Cd), qo'rg'oshin (Pb), simob (Hg), qalay (Sn), marganets (Mn) va alyuminiy (Al) va metalloidlarning, shu jumladan mishyak (As), surma (Sb) mavjud va selen (Se) inson salomatligiga jiddiy tahdid soladi. Ushbu toksik elementlarning hatto oz miqdorini aniqlash juda muhim va bu ularning xavfini tushunish uchun samarali tarzda aniqlanishi kerak. Bir qator an'anaviy va ilg'or texnologiyalar, jumladan atom-adsorbtsion spektrometriya (AAS), spektroflorimetriya, induktiv bog'langan plazma spektrometriyasi, elektron tillar, elektrokimyoviy aptasensorlar, Raman spektroskopiyasi va flüoresan sensorlar va boshqa usullar, hatto minimal og'ir konsentratsiyalarni aniqlash uchun juda foydali ekanligini isbotladi. Shu sababli, ushbu sharhning maqsadi oziq-ovqat mahsulotlaridagi ushbu metallar va metalloidlarning toksikligini tushunish va ularni aniqlashning yangi texnologiyalarini yoritishdan iborat[4].

Suvli muhitda xrom (III) ionini aniqlashning oddiy, aniq, arzon va takrorlanuvchan spektrofotometrik[5], adsorbtsion spektroskopiyasi[6], Raman sochilish spektroskopiyasi[7], plazmonik va elektrokimyoviy tahlil [8] usullar bilan o'rganilgan.

#### **Materiallar va uslublar.**

50,0 ml o'lchov stakanlarga 10ml 0,1% li nitrozo-R-tuzi reagenti qo'yildi. 0,2000 gramdan tolalar solindi va 10 daqiqa davomida shisha tayoqcha yordamida aralastirildi. So'ng tolalarni eritmadan olib distillangan suv bilan yuvildi va tolalarga o'tirgan reagent miqdorlari o'lchandi. "Spectrophotometer UV-755"da qurilmasida reagentlarning tolani solishdan avval va keyingi optik zichliklari o'lchandi, to'liq uzunligi reagent maksimumiga to'g'ri keladi.

Tuproq namunalarning 20 sm chuqurlikdan olingan va tahlil qilingan. Tuproq tarkibidagi metallar ionlarini eritmaga o'tkazish, tegishli GOSTga[9] muvofiq amalga oshirilgan. Metal ionlarini eritmaga o'tkazgandan so'ng, tolali tashuvchilar PPA-1 (polietilenpoliamin bilan poliakrilonitril modifikatsiyasi va NH<sub>2</sub>OH)ga immobilizatsiya qilingan nitrozo-R-tuzi reagenti yordamida sorbsiyani oshirildi. Ushbu sorbent NUUZ Polimer Kimyosi kafedrasida sintezlangan[10-11]. Sorbentlarning sorbsion qobiliyatini yaxshilash maqsadida organik reagentlar immobilizatsiya qilingan. Organik reagent sifatida nitrozo-R-tuzi reagenti ishlatildi. Standart va ishchi eritmalar reagentlarni tayyorlash metodikasi[12]ga muvofiq tayyorlandi.

Metallarning konsentratsiyasini aniqlash uchun atom-adsorbtsion spektrometr "Shimadzu-AA7000" ishlatildi, eritmalarining optik zichligini o'lchash uchun esa "UV-5100 UV VIS Spectrophotometer" spektrofotometri ishlatildi. Tuproqdagi og'ir metallarning aniqlanishi massa spektrometriya usuli (ICP-MS) bilan amalga oshirildi.

**Immobilizatsiya metodikasi.** Statik sharoitda foydalanilayotgan organik reagentlar eritmalarini polimer sorbentlarga immobilizatsiya jarayoni quyidagi usullardan foydalanilgan holda olib boriladi: diametri 2 sm va massasi 0.2 g bo'lgan tola namunalari 0,1M HCl (25 sm<sup>3</sup>) eritmasiga solindi. Bunda boshlang'ich sorbent Cl-T shakliga o'tadi. So'ngra tolasimon sorbent oddiy distillangan suvda bir necha marta yuvildi. Shundan so'ng avvaldan tayyorlab qo'yilgan organik reagent eritmasidan 10 ml hajmda o'lchab olinib 50 ml shisha stakanga solindi va ustidan xlorid kislotada aktivlangan tolasimon sorbent solib immobilizatsiya jarayoni olib borildi. Immobilizatsiya jarayonining vaqti 5 minutdan 24-soat vaqt mobaynida olib borildi. So'ngra tola distillangan suv bilan yuvilib, tolani nam holda Petri chashkasida saqlandi, stakanda qolgan organik reagentning nur yutish spektrometriyasida, tolaga immobilizatsiya qilingan qismi esa nur qaytarish spektrofotometri yordamida aniqlandi.

#### **Natijalar va munozara.**

Tadqiqot davomida Olmaliq KMK hududi va uning atrofidan olingan tuproq namunalari tarkibidagi og'ir metallar induktiv bog'langan plazma mass-spektrometriya (ICP-MS) usulida, O'zO'U 0677:2015 (MBI №499-AЭM/MC) talablariga muvofiq tahlil qilindi. Tuproq namunalari KMKning tashqi hududi va undan 1 km, 3 km, 5 km, 10 km hamda 20 km masofalardan olingan. Monitoring natijalariga ko'ra, tuproq tarkibida jami 61 ta element aniqlangan bo'lib, ularning ayrimlari bo'yicha miqdoriy ma'lumotlar (ppm, mkg/g, g/t) 1-jadvalda keltirilgan.

Olmaliq KMK hududi va uning atrofidan olingan tuproq namunalari yerdan 20 sm chuqurlikda qazib olinib, tahlil va monitoring ishlari amalga oshirildi.

Har bir hududdan olingan tuproq namunalari mkg/g birligida o'lchandi va natijalar kamayish tartibida joylashtirilib, diagrammalarda ko'rsatilgan. Tahlil qilish natijasida, xrom metallining miqdori KMK hududidan uzoqlashgan sari tuproq tarkibida kamayishi kuzatildi, aksincha, KMKga yaqinlashganda xrom metallari miqdori ortdi. Ruxsat etilgan chegaraviy miqdorlar (RChM) bo'yicha, xrom uchun 6,0 mkg/g bo'lib, Olmaliq KMK hududi tuprog'idagi xrom miqdori bu me'yorlardan oshganligi aniqlanmoqda.

Umuman olganda, Olmaliq KMK chiqindi suvi tarkibidagi xrom miqdori fasllar davomida o'zgarib turgan. Barcha fasllarda xrom metali miqdori o'rtacha 0,085 mg/l ni tashkil qilgan. Natijalarni 3-jadvaldan ko'rish mumkin.

Xrom metallari miqdorining fasllar kesimida o'zgarishi jarayoni 3-jadvalda keltirilgan. Qish faslida xrom miqdori 0,076 mg/l ni tashkil etgan bo'lsa, bahor faslida xrom 0,089mg/l ni tashkil etdi. Xrom metali miqdori 0,092mg/l ni tashkil etib, yoz faslida bahor fasliga nisbatan teskari holat kuzatildi.

## Olmaliq KMK hududi tuproq namunalariidagi elementlarning ICP-MS tahlili, mkg / g

№	Metall nomi	KMK tashqi hududi	KMKdan 1 km	KMK dan 3 km	KMK dan 5 km	KMK dan 10 km	KMK dan 20 km
1	Cr	85,7	76,8	73,8	72,8	65,8	64,7
2	Sc	7,48	6,41	13,4	7,10	10,4	14,1
3	Cu	69,5	241	82,2	51,5	35,7	53,0
4	Se	1,38	7,59	<0,50	<0,50	0,505	<0,50
5	Au	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
6	Rb	72,1	127	220	62,1	148	111
7	In	0,301	0,202	0,098	0,047	0,019	0,049
8	Ce	42,2	52,7	79,9	40,8	61,7	59,3
9	Mn	143,3	104,3	98,7	88,9	78,3	63,9
10	U	2,70	3,30	4,87	2,11	3,66	2,91

## Tuproq namunasidagi Cr ionlarining ICP-MS tahlili, mkg / g

№	Metall nomi	Olmaliq KMK dan 1 km	Olmaliq KMK dan 10 km	Olmaliq KMK dan 20 km
1	Cr	76,8	65,8	64,7

## Olmaliq KMK chiqindi suv tarkibidagi og'ir metallar miqdori

Og'ir metallar	Fasllar				RChM
	Qish	Bahor	Yoz	Kuz	
	Olmaliq KMK suvi tarkibidagi Cr va Mn metallari miqdori, o'rtacha, mg/l				
Xrom	0,076	0,089	0,092	0,085	0,5

**Xulosa.**

Og'ir metallarning yuqori zaharliligi va ularning tuproqda, o'simliklarda, hayvonlarda va odamlarda to'planish qobiliyati tufayli, ular atrof-muhitda eng xavfli kimyoviy ifloslantiruvchi moddalarga kiradi. Shuning uchun, tuproq ifloslanish darajasi belgilangan me'yorlardan oshmasligini ta'minlash zarur. Bu maqsadlarda og'ir metallarni aniqlashning samarali va yuqori sezgir usullarini ishlab chiqish muhimdir.

Og'ir metallarni immobilizatsiyalangan organik reagentlar yordamida sorbsion-spektroskopik usullarda aniqlash keng qo'llanilmoqda. Tuproqdagi og'ir metallarning konsentratsiyasi sanoat zonalariga yaqinlashganda ortadi, bu esa sanoat faoliyatining atrof-muhitga ta'sirini ko'rsatadi.

Atrof -muhit obyektlarida xrom(III) ion miqdori ruxsat etilgan chegaraviy miqdoridan oshib ketishi tirik organizmlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Sanoat korxonalaridan chiqayotgan oqova suvlar tarkibida va korxonalar atrofidagi tuproqlar tarkibida xrom (III) ionini miqdorini oshishi shu ekosistemada o'zgarish yuz berishiga olib keladi. Og'ir metallarning sorbsiyalash va keyingi spektroskopik aniqlash usullari ekologik muammolarni hal qilishda yordam beradi. Shu bois, immobilangan organik reagentlar yordamida ishlab chiqilgan usul, sanoat zonalarida xrom(III) ionlarini aniqlashda samarali vosita sifatida tavsiya etiladi. Taklif etilayotgan usul sezgir, selektiv va ekspress bo'lib qisqa vaqt oralig'ida xrom(III) ionining miqdorini aniqlash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Subhadarsini Mohanty, Ankuri Benya, Sujata Hota, M. Santhosh Kumar, Shikha Singh Eco-toxicity of hexavalent chromium and its adverse impact on environment and human health in Sukinda Valley of India: A review on pollution and prevention strategies// *Environmental Chemistry and Ecotoxicology* Volume 5, 2023, Pages 46-54 <https://doi.org/10.1016/j.enesco.2023.01.002>
2. Реутин С.В. Роль хрома в организме человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: экология и безопасность жизнедеятельности. 2009. №4. С. 50-55.
3. Д. Мураж Э. Масика В.А. Ваньони Адсорбция ионов металлов свинца (ii), хрома (vi) и марганца (ii) из воды с использованием модифицированного стебля растения *Pennisetum purpureum* Schumach.// *Afr. J. Pure Appl. Sci.* Vol. 3(2), 213 – 220, December 2022
4. Sara R. D. Gamelas, Ana T. P. C. Gomes, Nuno M. M. Moura, Maria A. F. Faustino, José A. S. Cavaleiro, Carlos Lodeiro, Marta I. S. Veríssimo, Tiago Fernandes, Ana L. Daniel-da-Silva, M. Teresa S. R. Gomes and Maria G. P. M. S. Neves N-Confused Porphyrin Immobilized on Solid Supports: Synthesis and Metal Ions Sensing Efficacy// *Molecules* 2018, 23(4), 867; <https://doi.org/10.3390/molecules23040867>
5. Хутаф Мустафа Бейкер , Тиба Дея Рахуми , Хамзе Абдель-Халим Spectrophotometric Method for Determination of Chromium Ion in Aqueous Solution Using Ninhydrin (Спектрофотометрический метод определения ионов хрома в водных растворах с использованием нингидрина)// *Американский журнал аналитической химии* > Том 13, № 10, октябрь 2022 г. Рр 382-398.DOI: 10.4236/ajac.2022.1310026
6. Tattibayeva, Zh., Tazhibayeva, S., Kujawski, W., Zayadan, B., Musabekov, K., Adilbekova, A. Analysis Of Cr(III) ions adsorption on the surface of algae: implications for the removal of heavy metal ions from water. (2021). *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (112)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237532>
7. Hassan Traboulsi and Chawki Awada\* Toward the Development of Ultrasensitive Detectors for Environmental Applications: A Kinetic Study of Cr(III) Monitoring in Water Using EDTA and SERS Techniques// *ACS Omega* 2020, 5, 31352–31361
8. Yiming Gao, Bingbing Feng, Lili Miao, Yu Chen, Junwei Di Determination of Cr(III) ions based on plasmonic sensing and anodic stripping voltammetry with amplification of Ag nanoparticles// *Microchemical Journal* Volume 157, September 2020, 104995 <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104995>
9. ГОСТ 17.4.4.02-2017. МГС: Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – 2018. Москва.
10. Mukhamediev, M.G., Bekchanov, D.Z. New Anion Exchanger Based on Polyvinyl Chloride and Its Application in Industrial Water Treatment // *Russ. J. appl. chem.* - 2019. -V. 92. - P. 1499.
11. Шахидова Д.Н., Орзикулов Б.Т., Гафурова Д.А., Мухамадиев М.Г. Синтез и физико-химические свойства композиционных материалов функционального назначения на основе полиакрилонитрила // *Композиционные материалы*. – 2018. - №2. С.74-76.
12. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ // Москва. «Наука», - 1964.

# TOSHKENT SHAHRI HUDUDIDA OLTINGUGURT DIOKSIDI (SO<sub>2</sub>) DINAMIKASINIHG GEOFAZOVIY TAHLILI

Nosirov Nozimbek Bekzod o'g'li,

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti,

Samiyev Luqmon Nayimovich,

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti dotsenti, texnika fanlari doktori.

**Annotatsiya.** Oltingugurt dioksidi (SO<sub>2</sub>) shahar hududlarida jamoat salomatligi va ekologiyaga salbiy ta'sir ko'rsatadigan asosiy ifloslantiruvchi moddalardan biridir. Ushbu tadqiqot Toshkent shahridagi SO<sub>2</sub> tarqalishining fazoviy va mavsumiy dinamikasini GAT texnologiyalari yordamida tahlil qilishga qaratilgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, SO<sub>2</sub> konsentratsiyasi shahar markazi va sanoat hududlarida yuqori bo'lib, qish oylarida maksimal darajaga yetadi. Yoz oylarida havo sifati yaxshilansa-da, ayrim hududlarda yuqori ifloslanish saqlanib qolmoqda. GAT asosidagi fazoviy tahlil SO<sub>2</sub> ifloslanishining asosiy manbalari va naqshlarini aniqlashda muhim rol o'ynadi. Tadqiqot natijalari SO<sub>2</sub> ifloslanishini kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqish va shahar rejalashtirishda foydali bo'lib, barqaror rivojlanishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** oltingugurt dioksidi, Toshkent shahri, kuzatuv postlari, Atmosfera ifloslanishi, GAT texnologiyalari, geofazoviy tahlil, statistik tahlil.

**Abstract.** Sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) is one of the primary pollutants in urban areas that adversely affects public health and the environment. This study focuses on analyzing the spatial and seasonal dynamics of SO<sub>2</sub> distribution in Tashkent city using GIS technologies. The results revealed that SO<sub>2</sub> concentrations are highest in the city center and industrial zones, reaching maximum levels during the winter months. Although air quality improves during the summer, some areas continue to experience elevated pollution levels. GIS-based spatial analysis played a crucial role in identifying the key sources and patterns of SO<sub>2</sub> pollution. The findings of the study are useful for developing strategies to reduce SO<sub>2</sub> pollution and for urban planning, contributing to sustainable development.

**Keywords:** Sulfur dioxide, Tashkent city, monitoring stations, atmospheric pollution, GIS technologies, spatial analysis, statistical analysis.

**Аннотация.** Диоксид серы (SO<sub>2</sub>) является одним из основных загрязнителей в городских зонах, оказывающих негативное воздействие на здоровье населения и окружающую среду. Данное исследование направлено на анализ пространственной и сезонной динамики распределения SO<sub>2</sub> в городе Ташкент с использованием технологий ГИС. Результаты показали, что концентрации SO<sub>2</sub> наиболее высоки в центре города и промышленных зонах, достигая максимальных уровней в зимние месяцы. Несмотря на улучшение качества воздуха летом, в некоторых районах сохраняется высокий уровень загрязнения. Пространственный анализ на основе ГИС сыграл ключевую роль в выявлении основных источников и закономерностей загрязнения SO<sub>2</sub>. Полученные результаты полезны для разработки стратегий по снижению загрязнения SO<sub>2</sub> и городского планирования, способствуя устойчивому развитию.

**Ключевые слова:** Диоксид серы, город Ташкент, посты наблюдения, атмосферное загрязнение, технологии ГИС, пространственный анализ, статистический анализ.

## Kirish.

Shahar hududlarida havo sifati jahon miqyosida eng dolzarb ekologik muammolardan biri bo'lib, u jamoat salomatligi va ekologik tizimlarga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi. Asosiy havoni ifloslantiruvchi moddalar orasida oltingugurt dioksidi (SO<sub>2</sub>) katta xavotir uyg'otuvchi omil bo'lib, uning inson nafas olish tizimiga salbiy ta'siri va tuproq, suv havzalari hamda qurilish materiallarini yemiruvchi kislota yomg'irlarini shakllantirishdagi roli e'tiborga loyiqdir. SO<sub>2</sub> asosan sanoat jarayonlari, yoqilg'i yonishi va transport vositalari chiqindilari natijasida hosil bo'lib, shahar markazlari uning yuqori konsentratsiya hududlari hisoblanadi. SO<sub>2</sub> tarqalishining fazoviy va vaqtinchalik dinamikasini tushunish samarali yumshatish strategiyalarini ishlab chiqish va shaharlarning barqaror rivojlanishini ta'minlash uchun juda muhimdir.

So'nggi yillarda geografik axborot tizimlari (GIS) va masofadan zondlash texnologiyalarining rivojlanishi havoning ifloslanishini tahlil qilish sohasida inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshirdi. GIS ifloslantiruvchi moddalarining fazoviy o'zgaruvchanligini vizualizatsiya qilish va tahlil qilish uchun kuchli vositalarni taqdim etadi, bu esa tadqiqotchilarga ekologik ma'lumotlar to'plamlarini, statistik modellarni va prognoz vositalarini integratsiya qilish orqali ifloslanish darajalarini har tomonlama baholash imkonini beradi. Bundan tashqari, GIS asosidagi yondashuvlar ilg'or dispersion model-lar bilan birgalikda SO<sub>2</sub> shahar muhitida qanday tarqalishini va u mahalliy iqlim hamda topografik sharoitlar bilan qanday o'zaro ta'sir qilishini yaxshiroq tushunishga yordam berdi.

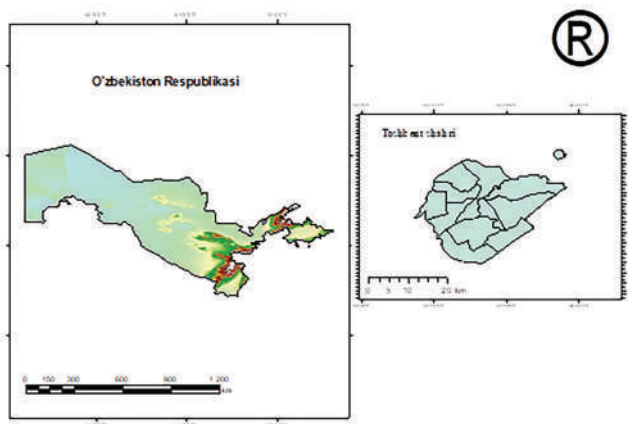
Bir qator tadqiqotlar GIS texnologiyalarining SO<sub>2</sub> dinamikasini tahlil qilishdagi foydasini ko'rsatdi. Masalan, SO<sub>2</sub> ning shahar hududlaridagi fazoviy tarqalishi va vaqtinchalik

o'zgarishlari kriging kabi geostatistik usullar yordamida o'rganilgan [1]. Masofadan zondlash ma'lumotlari GIS bilan integratsiya qilinib, oltingugurt dioksidi dispersioning samarali kuzatuv va prognozi amalga oshirilgan [2, 10]. GIS asosidagi CALPUFF kabi prognozlash modellaridan foydalanish shahar ifloslanishining tarqalish naqshlari va asosiy nuqtalarini aniqlashda muhim rol o'ynagan [7]. Shuningdek, real vaqt rejimidagi monitoring GIS xaritalash bilan birgalikda transport va sanoat manbalaridan SO<sub>2</sub> chiqindilarini aniqlash uchun ishlatilgan [4, 6, 8].

Ushbu tadqiqot GIS texnologiyalari yordamida shahar hududlarida oltingugurt oksidi dispersion dinamikasini tahlil qilishga qaratilgan. GIS va ilg'or modellashtirish usullaridan foydalangan holda, ushbu tadqiqot SO<sub>2</sub> ifloslanishining fazoviy naqshlari, vaqtinchalik tendensiyalari va asosiy manbalarini aniqlashga intiladi. Bunday yondashuv ekologik monitoring uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etish bilan birga, shahar rejalashtiruvchilari va siyosat ishlab chiquvchilar uchun havo sifati bo'yicha intervensiyalarni ustuvorlik bilan aniqlashda yordam beradi va barqaror rivojlanishga hissa qo'shadi.

**Tadqiqot usullari va ma'lumotlar.**

**Tadqiqot hududi.** Toshkent shahri O'zbekiston Respublikasining poytaxti va eng yirik shahri bo'lib, umumiy maydoni 334,8 kvadrat kilometrni tashkil etadi va aholisi 3 milliondan oshadi. Shahar geografik jihatdan 41°18' shimoliy kenglik va 69°16' sharqiy uzunlikda joylashgan (1-rasm). Toshkent iqtisodiy va sanoat markazi sifatida rivojlangan, bu yerda ko'plab sanoat korxonalari, transport vositalari va energetika obyektlari faoliyat ko'rsatadi.

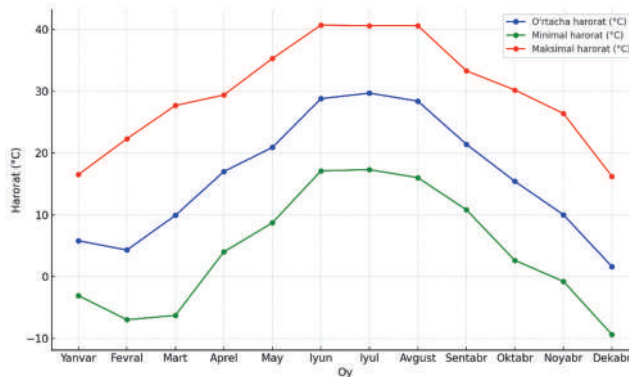


**1-rasm. Tadqiqot hududining geografik joylashuvi**

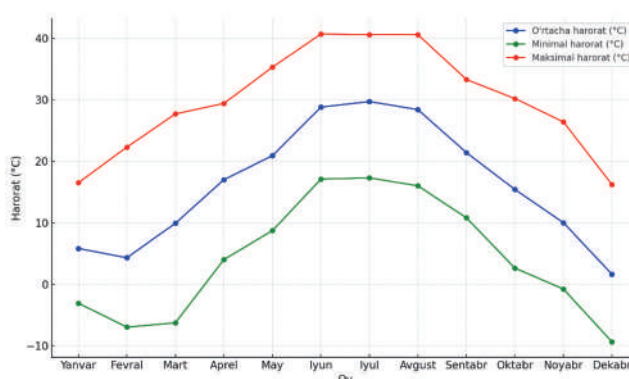
Toshkent shahri O'zbekiston Respublikasining shimoli-sharqiy qismida joylashgan bo'lib, quruq kontinental iqlimga ega. Ushbu iqlim turi yozning issiq va quruq, qishning esa sovuq va nam bo'lishi bilan ajralib turadi. Shaharning geografik joylashuvi va reliefi iqlim sharoitlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Yoz fasli (iyun-avgust) issiq va quruq bo'lib, o'rtacha harorat +28°C - +30°C atrofida, maksimal harorat esa +40°C ga yetishi mumkin. Qish fasli (dekabr-fevral) sovuq va nam bo'lib, harorat o'rtacha +1°C - +5°C oralig'ida bo'ladi, minimal harorat -10°C dan pastga tushishi mumkin. Bahor (mart-may)

va kuz (sentyabr-noyabr) fasllari mo'tadil iqlimga ega, harorat qulay va asta-sekin o'zgarib boradi (2-rasm).



**2-rasm. Tadqiqot davrida havo harorati qiymatlari**



**3-rasm. Tadqiqot davrida havoning namligi va yog'ingarchilik miqdorlari**

Toshkent shahrida havo namligi va yog'ingarchilik miqdori fasllarga qarab sezilarli darajada farq qiladi (3-rasm). *Havo namligi:* Qish oylarida havo nisbatan nam bo'lib, o'rtacha namlik darajasi 60-70% ni tashkil etadi. Bahor va kuz fasllarida namlik darajasi mo'tadil bo'lib, 50-65% oralig'ida bo'ladi. Yoz faslida esa namlik darajasi ancha past, o'rtacha 30-35% atrofida saqlanadi. Iyun va avgust oylarida havo juda quruq bo'ladi, bu esa yuqori harorat bilan birgalikda issiqlikni kuchliroq his qilishga olib keladi.

*Yog'ingarchilik miqdori:* Toshkent shahrida yillik yog'ingarchilik miqdori o'rtacha 350-400 mm ni tashkil etadi. Yog'inlar asosan bahor (mart-aprel) va kuz (oktyabr-noyabr) oylarida ko'p tushadi. Bahorda yog'ingarchilik hajmi ba'zan 100-120 mm gacha yetishi mumkin, kuzda esa 40-70 mm oralig'ida bo'ladi. Yoz oylarida (iyun-avgust) yog'inlar deyarli kuzatilmaydi yoki juda kam bo'ladi, masalan, iyun va avgustda yog'ingarchilik miqdori nolga yaqinlashadi. Qishda esa yog'inlar yomg'ir yoki qor shaklida bo'lib, dekabr va fevral oylarida 30-50 mm atrofida yog'in tushadi.

**Ma'lumotlarni yig'ish.** Ushbu tadqiqotni amalga oshirishda Toshkent shahri hududida oltingugurt dioksidi (SO<sub>2</sub>) dinamikasi tahlili amalga oshirilgan bo'lib, oylik ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati agentligidan olingan kunlik ma'lumotlarni Excel hamda Python dasturlari asosida tahlil qilish orqali shakllantirilgan. Dastlabki tahlil natijalaridan so'ng GAT texnologiyalari ArcGIS 10.8.2 dasturida o'qitish uchun csv

formatida shakllantirildi hamda oylik o'zgarish qiymatlari maydon kesimida xaritalandi.

**IDW (Inverse Distance Weighting) interpolatsiya usuli.** Ushbu usulda o'zgaruvchining namunasi olinmagan nuqtadagi qiymati unga yaqin joylashgan nuqtalar orqali baholanadi. Bu usulda og'irliklar har bir ma'lum nuqtaning noma'lum nuqtaga bo'lgan masofasiga bog'liq holda belgilanadi va nuqtalarning joylashuvi yoki ular qanday tarqalganligidan qat'i nazar hisobga olinadi. Natijada yaqinroq joylashgan nuqtlarga ko'proq, uzoqroq joylashgan nuqtlarga esa kamroq og'irlik beriladi. Aslida, masofa qisqaroq bo'lsa, ta'sir darajasi shunchalik katta bo'ladi. Ushbu usul noma'lum nuqtani baholash uchun o'lchangan namunalar har biriga og'irlik beradi.

$$Z^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(x_i)$$

$$\lambda_i = \frac{1}{h_i^n}$$

Bu yerda:  $Z^*$  – bu baholangan fazoviy o'zgaruvchi qiymati,  $Z(x_i)$  – fazoviy o'zgaruvchining  $x_i$  nuqtasida kuzatilgan qiymati,  $h_i - x_i$  nuqtasiga tegishli statistik og'irlik bo'lib,  $i$ -nuqtaning baholashdagi ahamiyatini ko'rsatadi,  $h_i - x_i$  nuqtasi bilan o'zgaruvchi baholanayotgan nuqta orasidagi masofa,  $n$  – masofa ko'rsatkichi (quvvati).

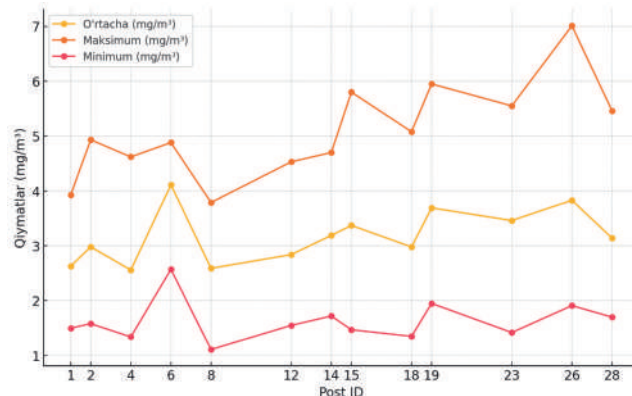
**Natijalar va munozara.**

Oltiogurt dioksidining Toshkent shahridagi turli hududlarda kuzatilgan o'rtacha qiymatlari kuzatuv postlari bo'yicha 2.5-4.0 mg/m<sup>3</sup> oralig'ida o'zgarib turadi. Eng yuqori o'rtacha qiymat 6-kuzatuv posti (4.11 mg/m<sup>3</sup>)da kuzatilgan bo'lib, bu hududda ifloslanish darajasining yuqori ekanligini ko'rsatadi. Eng past o'rtacha qiymat esa 4-kuzatuv posti (2.56 mg/m<sup>3</sup>)da qayd etilgan (4-rasm). Ushbu qiymatlar shahar bo'ylab ifloslanishning turli darajalarda bo'lishini tasdiqlaydi.

Maksimum qiymatlar 3.5-7.0 mg/m<sup>3</sup> oralig'ida bo'lib, ayrim hududlarda sezilarli darajada yuqori konsratsiyalar qayd etilgan. 26-kuzatuv posti (7.01 mg/m<sup>3</sup>) eng yuqori maksimum qiymatni ko'rsatib, bu hududda havo ifloslanishi o'ta yuqori ekanligini bildiradi. Eng past maksimum qiymat esa 8-kuzatuv posti (3.79 mg/m<sup>3</sup>)da kuzatilgan. Bu shahar ichidagi hududiy ifloslanish darajasidagi farqlarni ochib beradi.

Minimum qiymatlar 1.1-2.6 mg/m<sup>3</sup> oralig'ida bo'lib, eng past qiymat 8- kuzatuv posti (1.11 mg/m<sup>3</sup>)da, eng yuqori qiymat esa kuzatuv posti (2.57 mg/m<sup>3</sup>)da qayd etilgan. Bu farqlar ayrim hududlarda ifloslanish darajasi juda past bo'lganini ko'rsatadi.

Maksimum va minimum qiymatlar orasidagi farqlar ayrim hududlarda ifloslanishning juda o'zgaruvchan ekanligini ko'rsatadi. 26-kuzatuv postida o'zgaruvchanlik eng yuqori bo'lib, maksimum qiymat 7.01 mg/m<sup>3</sup> va minimum qiymat 1.91 mg/m<sup>3</sup> ni tashkil qiladi. Bu hududlarda oltiogurt dioksidi konsratsiyasining keskin o'zgarib turishi kuzatilmoqda. 15-kuzatuv posti (maksimum 5.80 mg/m<sup>3</sup>, minimum 1.47 mg/m<sup>3</sup>) ham sezilarli o'zgaruvchanlikka ega hudud sifatida ajralib turadi.



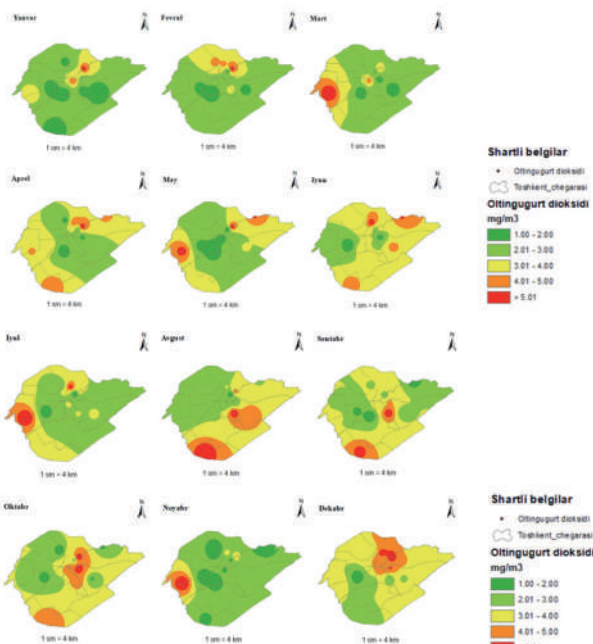
**4-rasm. Toshkent shahridagi oltiogurt dioksidi konsratsiyasining tahlili (2024)**

Yuqoridagi grafik ma'lumotlariga ko'ra, shahar ichida ifloslanish darajalari keskin farq qiladi. Masalan, 26- va 15-kuzatuv postlarida yuqori darajadagi ifloslanish kuzatilsa, 4- va 8-kuzatuv postlarida nisbatan past darajadagi ifloslanish qayd etilgan. Bu shahar hududlari bo'yicha havo sifati bir xilda emasligini ko'rsatadi.

Toshkent shahrida oltiogurt dioksidining geofazoviy tahlili

Toshkent shahrida oltiogurt dioksidining (SO<sub>2</sub>) taqsimlanishi yil davomida hududiy va mavsumiy o'zgaruvchanlikni ko'rsatdi. Tahlil natijalari quyidagicha umumlashtirilishi mumkin:

**Hududiy farqlar.** Markaziy va janubi-sharqiy hududlarda ifloslanish yuqori darajada bo'lib, bu hududlar sanoat korxonalarini va transport vositalarining zichligi bilan bog'liq. Chekka hududlarda ifloslanish darajasi nisbatan past bo'lib, yashil va och yashil ranglar havoning tozaligini ko'rsatadi (5-rasm).



**5-rasm. Toshkent shahrida oltiogurt dioksidining geofazoviy tahlili**

*Mavsumiy o'zgaruvchanlik.* Qish oylarida (yanvar, fevral, dekabr) ifloslanish eng yuqori darajaga chiqadi, bu isitish tizimlarining faolligi va sanoat chiqindilari bilan bog'liq. Yoz oylarida (iyun, iyul, avgust) havoning sifati yaxshilanib, yashil hududlar kengayadi. Ammo ba'zi markaziy hududlarda ifloslanish saqlanib qoladi.

Bahor va kuz fasllarida ifloslanish o'rtacha darajada bo'lib, markaziy hududlarda sezilarli konsentratsiya kuzatiladi.

*Umumiy tendensiyalar.* Shahar markazida SO<sub>2</sub> konsentratsiyasi yil davomida yuqori bo'lib qoladi, bu sanoat va transportning asosiy ta'sirini ko'rsatadi. Chekka hududlarda nisbatan past ifloslanish kuzatiladi, bu hududlarning ekologik holati yaxshiroq ekanligini bildiradi.

#### **Xulosa.**

Tahlillar natijasi Toshkent shahrida oltingugurt dioksidining (SO<sub>2</sub>) tarqalishi hududiy va mavsumiy o'zgaruvchanlikka ega ekanligini aniq ko'rsatadi. Turli kuzatuv postlari ma'lumotlari va geofazoviy xaritalar orqali olingan ma'lumotlar shuni tasdiqlaydiki, ifloslanishning asosiy o'choqlari shahar markazida va sanoat faoliyati yuqori bo'lgan hududlarda joylashgan. Shu bilan birga, chekka hududlarda havoning nisbatan tozaligi kuzatiladi.

Qish oylarida SO<sub>2</sub> konsentratsiyasi eng yuqori darajaga yetib, markaziy va janubi-sharqiy hududlarda qizil va to'q sariq ranglar ko'rinishida aks etgan. Bu isitish tizimlari, sanoat chiqindilari va transport faolligining ortishi bilan

bog'liq.

Yoz oylarida havoning sifati yaxshilanib, yashil va och yashil ranglar ustunlik qiladi, ammo ayrim hududlarda ifloslanishning saqlanib qolishi sanoat va transportning davomiy ta'sirini ko'rsatadi. Bahor va kuz fasllarida esa ifloslanish darajasi o'rtacha darajada bo'lib, ba'zi hududlarda yuqori konsentratsiya kuzatiladi. 26-kuzatuv posti kabi joylarda SO<sub>2</sub> konsentratsiyasining keskin yuqori ekanligi, shuningdek, maksimum va minimum qiymatlar o'rtasidagi katta farqlar bu hududlarning yuqori xavfli ekanligini ko'rsatadi. Bu ifloslanish manbalarini batafsil aniqlash va ularga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqishni talab qiladi.

*Tavsiya etiladigan chora-tadbirlar:* Sanoat korxonalarida chiqindilarni filtrlash texnologiyalarini keng joriy etish. Transport vositalaridan chiqadigan zararli gazlarni kamaytirish uchun ekologik toza transport vositalaridan foydalanishni rag'batlantirish. Markaziy va sanoat hududlarida yashil zonalarni kengaytirish orqali havoning tabiiy filtrlanishini ta'minlash. Mavsumiy monitoring tizimini takomillashtirish va shahar bo'ylab ifloslanish manbalarini aniq joylashtirish.

Mazkur tahlillar Toshkent shahrida ekologik muhitni yaxshilash bo'yicha strategik qarorlar qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. Havoning sifatini yaxshilash orqali nafaqat aholi salomatligini saqlash, balki shahar ekologik barqarorligini ta'minlashga ham erishiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stein, A., van der Zee, D., & Gorte, B. (1999). Spatial statistics for remote sensing. Springer Science & Business Media.
2. Cracknell, A. P., & Hayes, L. W. B. (2007). Introduction to remote sensing. CRC Press.
3. Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
4. Kumar, U., & Goyal, P. (2011). Forecasting of air quality index in Delhi using neural network-based models. *Pure and Applied Geophysics*, 169(3), 567-587.
5. Pinder, R. W., Strum, M., Pace, T. G., & Davidson, C. I. (2004). Effects of meteorology on sulfate and nitrate formation. *Atmospheric Environment*, 38(6), 1087-1098.
6. Benson, P. E. (1992). CALINE4-A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways (No. FHWA-CA-TL-84-15). California Department of Transportation.
7. Scire, J. S., Robe, F. R., Fernau, M. E., & Yamartino, R. J. (2000). A user's guide for the CALPUFF dispersion model. Earth Tech, Inc., Concord, MA.
8. Hanna, S. R., Briggs, G. A., & Hosker, R. P. (1982). Handbook on atmospheric diffusion. US Department of Energy.
9. Li, Y., Xie, S., & Fan, Y. (2014). Urban air pollution forecasting using machine learning and statistical approaches. *Environmental Science & Technology*, 48(22), 13239-13246.
10. Wang, J., & Christopher, S. A. (2003). Intercomparison between satellite-derived aerosol optical thickness and PM2.5 mass: Implications for air quality studies. *Geophysical Research Letters*, 30(21).

## SANOAT ZONASIDAGI TUPROQ IFLOSLANISHINI BAHOLASH: OG'IR METALLAR VA ULARNING MIQDORLARINI MONITORING QILISH

**Davronova Norniso Faxriddin qizi,**

Toshkent kimyo texnologiya instituti mustaqil tadqiqotchisi,

**Ahmadjonov Ulug'bek G'ulom og'li,**

Toshkent kimyo texnologiya instituti mustaqil tadqiqotchisi,

**Nematullayeva Guli Otajon qizi,**

O'zbekiston Milliy universiteti magistranti,

**Smanova Zulayxo Asanaliyevna,**

O'zbekiston Milliy universiteti Analitik kimyo kafedrasini mudiri k.f.d. professor.

**Annotatsiya.** Navoiy viloyatining sanoat zonasidan olingan tuproq namunalari sorbsion-spektroskopik usullar bilan o'rganildi, va tadqiqot natijalari ISP-OES mass-spektrometrik tahlil usuli bilan solishtirildi. Ikki usul bilan tuproq namunasidagi og'ir metallarni maksimal ruxsat etilgan konsentratsiyasi va miqdori solishtirildi. Tahlil qilingan tuproqda Pb, As kabi og'ir metallar miqdori ruxsat etilgan meyardan oshib ketgan, Fe, Co, Mn, Ni, Zn, Se metallarining miqdori esa ruxsat etilgan chegaradan oshmagaligi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** Og'ir va zaharli metallar, immobilizatsiya, organik reagentlar, sorbsion-spektroskopik, ISP-OES, monitoring

**Аннотация.** Топливные образцы почвы, взятые из промышленной зоны Навоийской области, были исследованы с использованием сорбционно-спектроскопических методов, и результаты исследования были сопоставлены с результатами масс-спектрометрического анализа методом ICP-OES. Сравнивались максимальные допустимые концентрации и содержания тяжёлых металлов в образцах почвы, определённые обоими методами. В анализируемой почве содержание тяжёлых металлов, таких как Pb и As, превышало допустимые нормы. Содержание металлов Fe, Co, Mn, Ni, Zn и Se не превышало установленных предельных значений

**Ключевые слова:** тяжёлые и токсичные металлы, иммобилизация, органические реагенты, сорбционно-спектроскопический метод, ICP-OES, мониторинг.

**Abstract.** Soil samples taken from the industrial zone of the Navoi region were studied using sorption-spectroscopic methods, and the results were compared with mass spectrometric analysis using ICP-OES. The maximum permissible concentration and quantity of heavy metals in the soil samples were compared using both methods. The analysis revealed that the concentration of heavy metals such as Pb and As exceeded the permissible norms, while the concentrations of Fe, Co, Mn, Ni, Zn, and Se did not exceed the allowed limits.

**Keywords:** Heavy and toxic metals, immobilization, organic reagents, sorption-spectroscopic, ICP-OES, monitoring.

### Kirish.

Respublikamizda qishloq xo'jalik mahsulotlari va ularni yetishtirishda unumdor tuproq qoplami mamlakatimiz iqtisodiy salohiyati va barqarorligini belgilaydigan asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Tuproq tarkibini tahlil qilish, ayniqsa og'ir metallar bilan ifloslanish, atrof-muhit salomatligi va qishloq xo'jaligi mahsuldorligini baholash uchun juda muhimdir. Qo'rg'oshin (Pb), kadmiy (Cd), mishyak (As), simob (Hg) va xrom (Cr) kabi og'ir metallar tuproqda turli xil antropogen ta'sirlar, masalan, sanoat chiqindilari, qishloq xo'jaligi amaliyotlari va boshqalar orqali to'planishi mumkin. Ushbu ifloslantiruvchi moddalar inson salomatligi, o'simliklar o'sishi va ekotizim uchun katta xavf tug'diradi.

Ushbu tadqiqot og'ir metallar ifloslanishining ikki xil tuproq resurslari mavjudligi sharoitida tuproq mikroskopik oziq-ovqat veblariga ta'sirini o'rganib chiqdi. Past tuproq resurslari mavjudligi sharoitida og'ir metallar asosan tuproq bakteriyalari va nematodlarining kolloniyasiga tuzilishiga ta'sir ko'rsatdi, bakterial tarmoqdagi chegara soni 60.5% ga

va tarmoq murakkabligi 187% ga kamaydi. Shuningdek, og'ir metallarning mavjudligi tuproq resurslaridan bakterivorlar tomon energiya oqimini sezilarli darajada kamayishiga olib keldi [1].

Chengdu shahrining shahar-qishloq interfeysida joylashgan tuproqlarda olti og'ir metallning (As, Cd, Cr, Pb, Ni va Zn) spatial taqsimlanishini o'rganilgan, ayniqsa, qishloq xo'jaligi yeri shahar hududiga va yana qishloq xo'jaligi yeriga o'tish joylarida. Tadqiqot og'ir metallarning uch o'lchovli spatial taqsimlanishini tahlil qilib, urbanizatsiyaning tuproq ifloslanishiga ta'sirini baholaydi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, yuqori 1 metrlik tuproq qatlamlari, bazalt va chuqurroq tuproq qatlamlariga nisbatan og'ir metallarni yuqori konsentratsiyaga ega bo'ldi. Geokimyoviy baholashlar kombinatsiyasi, shu jumladan Ikkinchi Fazaning Birinchi Fazaga nisbati (RSP) va Xavfni Baholash Kodeksi (RAC), bu metallarning ekologik xavflarini baholash uchun ishlatilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Cd eng xavfli ifloslantiruvchi moddadir, ifloslanish darajalari ayniqsa eski shahar

hududlarida (N2, Shuangliu) va daryolar birlashadigan joylarda (N6, Huayang) yuqori bo'lgan[2].

Ilmiy tadqiqot ishida og'ir metallarning o'simlik anatomiyasi, fiziologiyasi va morfologiyasiga ta'sirini o'rganadi, bu metallarning qanday qilib zaruriy ozuqa moddalarini so'rib olishni o'zgartirishi bilan bog'liq. Tuproq ifloslanishi bo'yicha sezilarli tadqiqotlar o'tkazilgan bo'lsa-da, og'ir metallarning o'simlik salomatligiga tasir qilish mexanizmlari va ularning transformatsiyasi, transporti va biofaydalanishiga tasir etuvchi tuproq xususiyatlarini tushinishda hali ham bo'shliqlar mavjud. Ushbu tadqiqot bu bo'shliqlarni to'ldirish uchun og'ir metallar ifloslanishining o'simlik o'sishiga ta'sirini va mexanizmlarini o'rganib, ifloslanish xavflarini kamaytirish va tiklash mexanizmlarini aniqlash orqali ushbu bo'shliqlarni to'ldiradi. Keng qamrovli tahlil orqali, tadqiqot shuni aniqladiki, og'ir metallar zaruriy metal ionlarini almashib, ferment faolligini buzadi. Og'ir metallarning yuqori konsentratsiyalari o'simlik hujayralarida erkin radikallar va reaktiv kislorod turlarini (ROS) hosil qiladi [3].

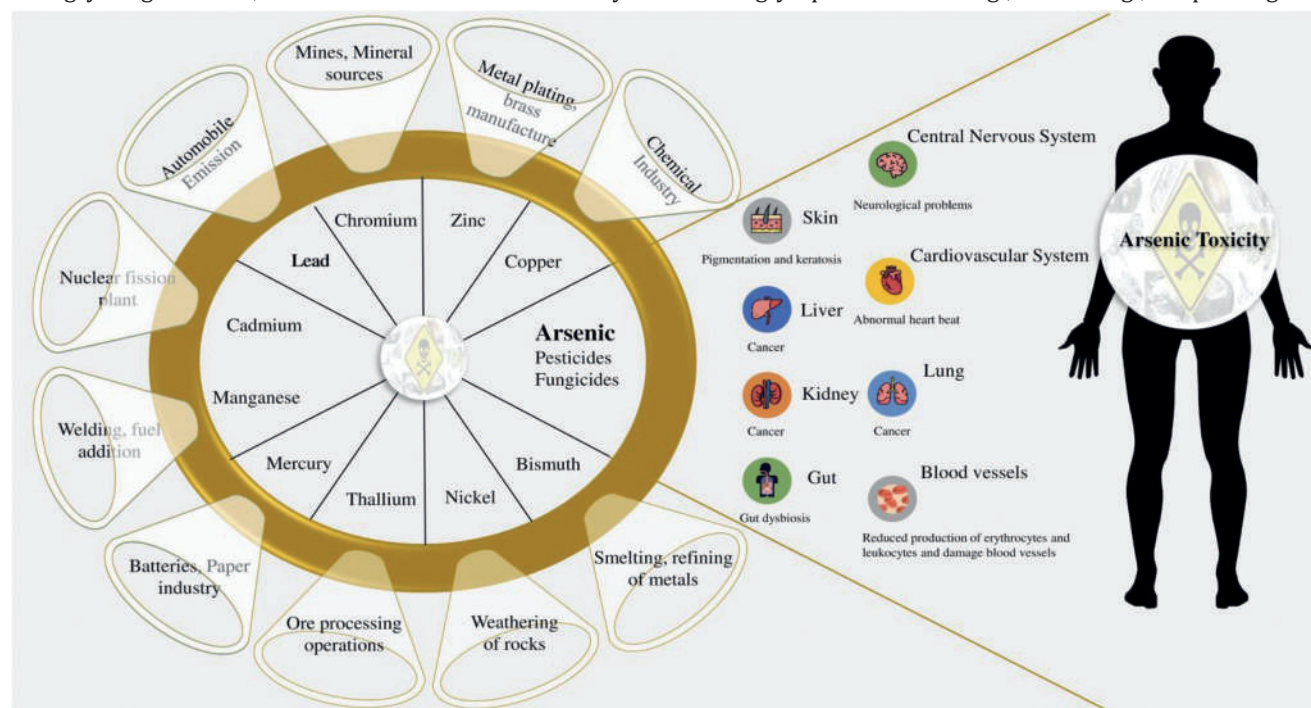
Ko'mirni yoqish elektr stansiyalarida atrof-muhit ifloslanishining muhim manbai bo'lib, tuproqlarda og'ir metallarning cho'kishi keng miqyosda ekosistema ifloslanishiga olib keladi va inson faoliyatining zararli ta'sirlarini kuchaytiradi. Ushbu tadqiqot ko'mir yoqadigan elektr stansiyasining atrofidagi tuproqlarda og'ir metallarning konsentratsiyalarini o'rganish uchun maydon tekshiruvi olib boradi, monitoring joylari stansiyadan 1,7 dan 15,2 km masofada joylashgan. Ma'lumotlar yig'ish 2015, 2020 va 2024 yillarda 11 ta monitoring joyida amalga oshirildi [4].

Ushbu sharhda biz mishyakni toksik modda sifatida tushuntiradigan tajribaviy ma'lumotlarni ko'rib chiqilgan, uning yuzaga kelishi, metabolizmi va turli molekulyar

mexanizmlariga alohida e'tibor qaratib, shuningdek, tizimli toksiklikka olib keladigan asosiy molekulyar mexanizmlar hamda uning asab tizimini qanday murakkab tarzda buzishini yoritishga maxsus urg'u berilgan [5].

Mishyak (As) ning tuproqdagi ortiqcha miqdori inson asab tizimi, nafas olish a'zolari, oshqozon-ichak faoliyatining buzilishiga olib keladi, bu esa buyrak va jigar etishmovchiligiga sabab bo'lishi mumkin. Simob (Hg) metali miqdorining meyoridan oshishi saraton va buyrak yetishmovchiligiga, kadmiy (Cd) metalining miqdorining oshishi ichak mikroflorasini o'ldiradi. Shu bilan birga, najasning buzilishi, tez-tez o'tishi yoki ich qotishi, gazlarning ko'payishi va kolitni rivojlantiradi [6-7]. Shu bois og'ir metallarning tuproqdagi miqdorini meliorativ monitoring qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tuproq tarkibidagi og'ir va zaharli metallarni aniqlashni bir qancha usullari ishlab chiqilgan bo'lib masalan turli organik reagentlar yordamida spektrofotometrik [8], ISP-MS [9], ISP-OES [10] va atom yutulish spektroskopiyasi (AAS) [11] kabi bir qancha usullar qo'llanilmoqda. Bu usullar o'zining sezgirlik darajasi yuqoriligi bilan boshqa usullardan ajralib turadi. Biroq, yuqorida keltirilgan usullarda qo'llaniladigan asbob -uskunalar qimmatbaholigi bilan bir muncha noqulayliklarni keltrib chiqarishi mumkin. Hozirgi inavtsion texnologiyalar rivojlangan zamonda og'ir va zaharli metallarni aniqlashning arzon, tezkor, sezgiriligini yuqori bo'lgan usullarni ishlab chiqish atrof-muhit muhofazasi muammolarining dolzarb vazifasidir. Shu munosabat bilan tuproqlardagi og'ir va zaharli metallarni aniqlash va ularni miqdorini monitoring qilishda immobillangan organik reagentlar yordamida aniqlash uchun sorbsion-spektroskopik usuli ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan usul o'zining yuqori sezuvchanligi, selektivligi, ekspressligi va



1-rasm. Mishyak metalining tirik organizmlarga ta'siri

iqtisodiy jihatdan samaradorligi bilan ajralib turadi. Olib borilgan ilmiy tadqiqot ishida ham og'ir va zaharli metallarni turli sorbentlarga organik reagentlarni immobilizatsiya usuli bilan sorbsion-spektroskopik aniqlash usuli tanlab olindi.

**Materiallar va uslublar.**

Tuproqning 20 sm chuqurlikdagi namunalari tahlil qilish va metallarni tuproqdan eritmaga o'tkazish usuli DavST-ga muvofiq amalga oshirilgan. Metallarning eritmaga o'tkazilishidan so'ng, metallarni sorbsiya qilish uchun polimerli sorbentlar PPF-1, PPA-1, PPD, SMA-1 yordamida amalga oshirildi. Sorbentlarning sorbsion almashinuv sig'imini yaxshilash maqsadida organik reagentlar immobilizatsiyasi o'tkazildi. Shuningdek, Metil timol ko'ki, Nitrozo R tuzi, fenilfluoron, arsenazo-III, amido qora va boshqa organik reagentlar ishlatildi. Metallarning konsentratsiyasini aniqlash uchun atom-absorbsion spektrometri "Shimadzu-AA7000" ishlatildi, eritmalar optik zichligini o'lchash uchun esa "UV-5100 UV VIS Spektrofotometr" spektrofotometri ishlatildi. Tuproqdagi og'ir metallarni ISP-OES usuli bilan aniqlandi (ISP OES Avio-200) va programmashtirish imkoniyatiga ega bo'lgan mikroto'lqinli parchalagich -Berhof pechka ishlatildi.

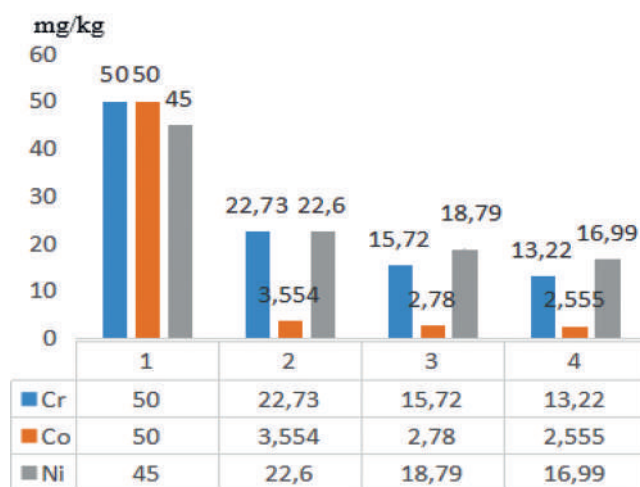
**Organik reagentlarni immobilizatsiya usuli.** Immobilizatsiya amalga oshirish uchun tanlab olgan sorbentlarimiz 0,1 n HCl eritmasi yordamida Cl<sup>-</sup> shakliga o'tkazildi. Keyin har bir metall uchun tegishli konsentratsiyadagi organik reagentlar eritmalarini tayyorlandi. Reagent eritmalariga sorbentlar joylashtirilib, magnit aralashtirgichda aralashtirildi. Immobilizatsiya jarayoni o'tkazilgach, sorbentlar bidistillangan suv bilan yuvilib, namunalari eritmalaridan metallarni sorbsiyalash amalga oshirildi.

**Natija va munozara.**

Sorbsion-spektroskopik usulda "Navoiy azot" va unga yaqin hududlarda (Karmana tumani) tuproqlarida asosan Xrom (Cr), kobalt (Co), temir (Fe), nikel (Ni), qo'rg'oshin (Pb), ruh (Zn), marganes (Mn), mishyak (As) kabi og'ir va

zaharli metallar borligi immobilizatsiya usuli bilan aniqlandi. Tahlil natijalarini to'g'riligini isbotlash maqsadida ISP-OES usuli bilan taqqoslandi. (1-jadval)

Tahlil natijalariga ko'ra, sorbsion-spektroskopik va ISP-OES usulida aniqlangan metallarning mikromiqdori bir-biridan deyarli farq qilmaganini ko'rishimiz mumkin. Bu esa usulning to'g'riligi va samaradorligini ko'rsatadi. Xrom (Cr), kobalt (Co), temir (Fe), nikel (Ni), ruh (Zn), marganes (Mn), selen (Se) metallarining mikro miqdori ruxsat etilgan meyoridan oshmagan va sanoat zonasidan uzoqlashgani sari metrologik miqdori kamayganini ko'rishimiz mumkin (1-rasm). Jadvaldagi qiymatlardan ko'rib turubmizki tuproq namunalari olingan hududlarda qo'rg'oshin (Pb) va mishyak (As) metallarining miqdori ruxsat etilgan meyoridan oshgan (2-rasm).

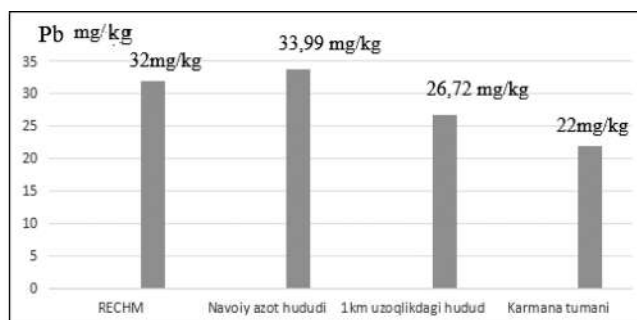
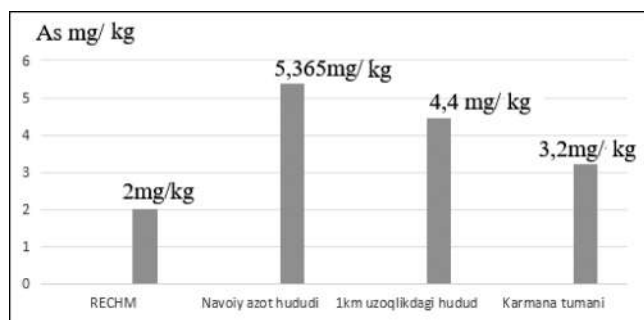


2-rasm. Navoiy viloyati hududida tuproqlarida Xrom (Cr), kobalt (Co) va nikel (Ni) metallarining tarqalishi 1.RECHM; 2. Navoiy azot hududi; 3. 1km uzoqlikdagi hudud; 4. Karmana tumani hududi.

1-jadval

**Tuproqdagi og'ir va zaharli metallarning miqdorining ISP-OES va sorbsion-spektroskopik (S.S.) usulda o'zaro taqqoslanishi**

Tuproq tarkibidagi metallar		Cr	Co	Fe	Ni	Pb	Zn	Mn	As	Se
RECHM		50	50	38000	45	32	150	1500	2	10
Navoiy azot hududi mg/kg	ISP-OES	22,73	3,554	8900	22,6	33,82	48,69	802	5,362	2,943
	S.S	22,0	3,5	7729	22,5	33,99	48,00	804	5,365	3,050
1km uzoqlikdagi hudud mg/kg	ISP-OES	15,72	2,78	7500	18,79	26,72	46,56	750	4,455	2,578
	S.S	14,9	2,7	7500	18,00	26,800	47,00	748,9	4,400	2,500
Karmana tumani hududi mg/kg	ISP-OES	13,22	2,555	7200	16,99	22,00	40,55	650,00	3,200	2,333
	S.S	13,10	2,500	7200	16,09	21,99	39,99	650,00	3,188	2,332



a)

b)

### 3-rasm. Navoiy viloyati hududida tuproqlarida (As) mishyak (a) va (Pb) qo'rg'oshin (b) metallarining tarqalishi

**Navoiy azot hududi.** Cr (22.73 mg/kg): Navoiy azot hududidagi xrom miqdori, RECHM hududiga qaraganda pastroq. Ammo, bu miqdor hali ham atrof-muhitni ifloslantiruvchi bo'lishi mumkin, chunki xromning toksik xususiyatlari bunday miqdorlarda ham zararli bo'lishi mumkin.

Co (3.554 mg/kg): Kobaltning bu hududdagi miqdori ancha past. Bu hududda sanoat faoliyati yoki metallarni qayta ishlashning pastligi yoki zarur xavfsizlik choralarini tufayli kobaltning ta'siri kamroq bo'lishi mumkin. Ni (22.6 mg/kg): Nikel miqdori yuqoriroq, ammo xrom va kobaltga nisbatan pastroq. Nikelning kontsentratsiyasi yuqori bo'lishi bilan, uning salbiy ekologik ta'siri mumkin, chunki nikelning yuqori kontsentratsiyasi o'simliklar va hayvonlar uchun toksik bo'lishi mumkin.

**1 km uzoqlikdagi hudud.** Cr (15.72 mg/kg): Bu hududda xrom miqdori yanada past. Bu hududning ifloslanish darajasi RECHM hududiga qaraganda ancha past, ammo atrof-muhitni himoya qilish uchun, bu elementlarning tarkibiga nazorat qilish zarur. Co (2.78 mg/kg): Kobaltning miqdori ham past bo'lib, bu hududda sanoat faoliyatlarining ancha kamaygani yoki uzoqlashgani haqidagi ma'lumotni ko'rsatadi. Ni (18.79 mg/kg): Nikel miqdori pastroq, lekin hali ham ekologik monitoringni talab qiladi, chunki nikelning yuqori miqdorlari suv va tuproqning ifloslanishiga olib kelishi mumkin.

**Karmana tumani hududi.** Cr (13.22 mg/kg): Karmana tumani hududidagi xrom miqdori eng past bo'lib, bu hududda xromning tabiiy yoki inson faoliyati tufayli keltirilgan ifloslanish darajasi pastligini ko'rsatadi. Co (2.555 mg/kg): Kobaltning miqdori ham past. Bu hududda metall ishlab chiqarish yoki qayta ishlash jarayonlari cheklangan yoki mavjud emasligini anglatadi. Ni (16.99 mg/kg): Nikelning miqdori pastroq, bu hududning ekologik holatini yaxshilash uchun ijobiy ko'rsatkich hisoblanadi.

Barcha tahlil qilingan hududlardagi metallar (xrom, kobalt, nikel) kontsentratsiyasi RECHM tomonidan belgilangan ruxsat etilgan chegaralardan ancha past. Bu esa, ushbu hududlarda metallarni ishlatish yoki chiqindilarni chiqarishdan kelib chiqadigan ekologik xavfning mavjud emasligini ko'rsatadi. Hududlardagi metallar miqdori xavfsiz darajada bo'lib, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi.

Navoiy azot hududida mishyak miqdori 5,365 mg/kg

bo'lib, eng yuqori natija ko'rsatgan. Bu sanoat faoliyati yoki kimyoviy moddalarning yuqori kontsentratsiyasi tufayli bu hududda mishyak miqdori yuqori bo'lishi mumkin. 1 km uzoqlikdagi hududda mishyak miqdori 4,445 mg/kg bo'lib, bu hududda ifloslanish manbasidan ozgina uzoqlashganda ham miqdor sezilarli darajada pasayganini ko'rsatadi. Karmana tumani hududida mishyak miqdori 3,2 mg/kg bo'lib, eng past miqdor ko'rsatgichlarni namoyon qilgan. Bu hudud sanoat manbalaridan ancha uzoqroqda joylashgan bo'lib, natijada mishyak miqdori past bo'lishi mumkin. Mishyak miqdori Navoiy azot hududida yuqori bo'lishi, bu hududdagi sanoat va kimyoviy faoliyatlarining tuproqni ifloslantirishga katta ta'sir qilishini ko'rsatadi. 1 km uzoqlikdagi hududda miqdor biroz kamaygan, lekin ruxsat etilgan meyordan yuqoriligini ko'rishimiz mumkin. Bu ifloslanish manbasidan biroz uzoqlashgan bo'lsa ham, kimyoviy elementlarning tarqalishi davom etayotganini ko'rsatadi. Karmana tumani hududida mishyak miqdori eng past, bu hudud sanoatdan uzoq va tabiiy sharoitlar yaxshi saqlangan hudud sifatida baholanishi mumkin. Ammo RECHM dan yuqoriligi saqlanib qolmoqda.

Navoiy azot hududida qo'rg'oshin miqdori 33,82 mg/kg bo'lib, eng yuqori natijaga ega. Bu hududda sanoat faoliyati va ehtimoliy ifloslanish manbalari tufayli qo'rg'oshin ionlari yuqori bo'lishi mumkin. 1 km uzoqlikdagi hududda qo'rg'oshin miqdori 26,72 mg/kg bo'lib, bu hududda ifloslanish manbalaridan uzoqlashganda qo'rg'oshin miqdori sezilarli darajada kamaygan. Karmana tumani hududida qo'rg'oshin miqdori 22 mg/kg va eng past natija ko'rsatgan. Bu hudud sanoat va boshqa ifloslanish manbalaridan ancha uzoqroq bo'lib, natijada qo'rg'oshin kontsentratsiyasi ham pastroq. Qo'rg'oshin (Pb) ionining miqdori sanoat hududlariga yaqin joylarda yuqori, ammo bu miqdor ifloslanish manbasidan uzoqlashganda pasayadi.

#### Xulosa.

Navoiy viloyati sanoat zonalarida tuproqdagi og'ir metallarni aniqlash bo'yicha monitoring va sorbtion-spektroskopik tahlil o'tkazildi. Olingan ma'lumotlar, o'rganilayotgan hududlar bo'yicha tuproqdagi metallar miqdorini quyidagi tartibda keltirish mumkin: Fe (89000 mg/kg) < Mn (802 mg/kg) < Zn (48,69 mg/kg) < Pb (33,82 mg/kg) < Cr (22,73 mg/kg) < As (5,362 mg/kg) < Co (3,554 mg/kg) < Se (2,943 mg/kg).

Og'ir metallar konsentratsiyasini o'rganish jarayonida, og'ir metallar miqdori har doim ifloslanish manbasiga yaqinlashgan sari oshib borishini va undan uzoqlashgan sari kamayishini aniqlashdi. Sorbsion konsentratsiyasini amalga oshirish va keyin spektroskopik usul bilan ushbu

metallarni aniqlash ekologik muammolarni hal qilishga yordam beradi. Imobillangan reagentlar yordamida ishlab chiqilgan metodika sanoat zonalaridagi tuproqlarda og'ir va toksik metall ionlarini aniqlash uchun tavsiya etiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Du, Y., Yu, C., Sun, Z., Liu, Y., Liu, X., Feng, Y., Wang, H., Zhou, J., & Li, X. (2025). Soil resource availability regulates the response of micro-food web multitrophic interactions to heavy metal contamination. *Environmental Research*, 121222. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121222>
- Liao, R., Shi, Z., Cheng, K., Zhang, N., Jin, G., Wang, D., Lin, K., Yang, L., Zhang, K., & Zhang, J. (2025). Three-Dimensional assessment of heavy metal contamination in soil affected by urbanization at the Urban-Rural Interface of Chengdu. *Emerging Contaminants*, 100482. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2025.100482>
- Chukwu, E. C., & Gulser, C. (2025). Morphological, physiological, and anatomical effects of heavy metals on soil and plant health and possible remediation technologies. *Soil Security*, 100178. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2025.100178>
- Kravchenko, E., Minkina, T., Mandzhieva, S., Bauer, T., Lacynnik, E., Wong, M. H., & Nazarenko, O. (2024). Ecological and health risk assessments of heavy metal contamination in soils surrounding a coal power plant. *Journal of Hazardous Materials*, 484, 136751. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.136751>
- Kaur, R., Garkal, A., Sarode, L., Bangar, P., Mehta, T., Singh, D. P., & Rawal, R. (2023). Understanding arsenic toxicity: Implications for environmental exposure and human health. *Journal of Hazardous Materials Letters*, 5, 100090. <https://doi.org/10.1016/j.hazl.2023.100090>
- Cabera F; Clemente,L; Barrientos, E.D; Lopez,R...Heavy metal pollution of soils affected by the Guadiamar toxic flood. // *Science of the Total Environment* 242,117-129(1999)
- Tomova, K. et al. Arsenic: toxicity, oxidative stress and human disease // *Journal of Applied Toxicology* 31,95-107(2011)
- Taha, S. S., Ali, D. S., Hassan, R. O., Othman, H. O., & Smaoui, S. (2023). Colorimetric and fluorescent dual mode detection of Fe (III) ion in blood samples in combination with cloud point extraction. *Microchemical Journal*, 195, 109390. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109390>
- Zhang, X., Ren, L., Bao, S., & Zhang, Y. (2024). Effect of Iron(III) ions on rutile flotation: Surface properties and adsorption mechanism. *Colloids and Surfaces a Physicochemical and Engineering Aspects*, 697, 134343. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.134343>
- Ncube, N., Tancu, Y., & Mketi, N. (2024). A greener, rapid and accurate microwave-assisted hydrogen peroxide digestion method for ICP-OES determination of heavy metals in pet food samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 131, 106201. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106201>
- De a Costa, E. C. T., De Castro Dantas, T. N., Da Silva, D. R., & De a Maranhão, T. (2023). A new method for extraction and pre-concentration of the heavy metals using a microemulsion system in Winsor II equilibrium and determination by HR-CS AAS. *Chemosphere*, 338, 139428. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139428>

## SANOAT KORXONALARI ZARARLI BIRIKMALAR MANBALARIDA INVENTARIZASIYA OLIB BORISH VA CHIQUINDILAR REKUPERASIYASINI TASHKIL ETISH

**Keldiyarova Gulmira Farxadovna,**

Samarqand davlat universiteti dosenti, t.f.f.d.,

**Xusanova Ma'mura Sheralievna,**

Abu Ali Ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi texnikumi yetakchi o'qituvchisi,

**Sharifmurodov Karamatullo Ibroximzoda,**

O'zbekiston-Finlandiya Pedagogika instituti o'qituvchisi.

**Annotasiya.** Ishlab chiqarish korxonalarining atrof-muhitga ta'sirini baholash, tashkillashtirilgan va tashkillashtirilmagan manbalar inventarizatsiyasini o'tkazgan holda hosil bo'ladigan zararli birikmalarning ta'sirini kamaytirish choralarini ko'rish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Qurilish industriyasi ishlab chiqarish korxonalarining ekologik holatini o'rganish maqsadida "SOFITEL" MCHJ qo'shma korxonasi tanlandi. Korxonadan hosil bo'ladigan zararli birikmalar hisobiy tahlili hamda laboratoriya usullarida olib borildi. Korxonadagi chang-gaz tozalash uskunalari ish samaradorligi o'rganildi va yangi turdagi tozalash uskunasi o'rnatilishi bo'yicha tavsiyalar berilgan. Chiqindilarni qayta ishlash va rekultivatsiyalangan holda shu texnologik jarayonda qayta ishlatish uchun qaytarishni nazarda tutadi. Mexanik, fizik-kimyoviy yoki biologik ishlov berish orqali chiqindilar xavfini kamaytirish yoki yo'q qilish uchun chiqindilarni zararsizlantirishni ham o'z ichiga oladi. Shuning bilan bir qatorda ishlab chiqarish korxonalarida ham tahlillar olib borish va samaradorligi past bo'lgan manbalarda yangi turdagi tozalash uskunalarini joriy qilgan holda chiqindilar rekuperatsiyasini tashkil etish bilan ta'sirini kamaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 7 sentyabrdagi 541-sonli qarori bilan tasdiqlangan "Atrof-muhitga ta'sirni baholash mexanizmini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi qarorining 1-ilovasiga muvofiq "SOFITEL" MCHJ qo'shma korxonasi ultramarin pigment ishlab chiqarish ob'ekti atrof-muhitga ta'sir ko'rsatishning II toifasiga mansub (o'rtacha darajada xavfli) obyektlar ro'yxatiga kiradi. Tadqiqot maqsadi qurilish industriyasi ishlab chiqarish korxonalaridagi chang-gaz tozalash uskunalarida yangi turdagi chang-gaz tozalash uskunalarini yaratish, ish samaradorligini oshirish va qo'llash orqali korxonalaridan ajralib chiqadigan zararli moddalarning atrof-muhitga ta'sirini baholashdan iborat. Bundan tashqari, korxonalaridan hosil bo'ladigan turli xildagi chiqindilarni rekuperatsiya qilish va ikkilamchi mahsulot sifatida foydalanishni keng yo'lga qo'yishdan iborat. Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 3-iyundagi 343-sonli qaroriga asosan atmosfera havosini ifloslantiruvchi manbalar ustidan monitoring olib borildi. Ishlab chiqarish korxonalaridagi chang va gaz tozalash uskunalarining ish samaradorligini oshirish, korxonalarining ta'sirini kamaytirish bo'yicha Jizzax viloyatidagi "SOFITEL" MCHJ qo'shma korxonasi atrof-muhitga ta'sirini o'rganish va kamaytirish, tashkillashtirilgan va tashkillashtirilmagan manbalarining inventarizatsiyasini amalga oshirildi. ChGTUning samaradorligi aniqlangan va tozalash uskunasi ChGTUning o'rnatilishi bo'yicha tahlillar olib borilgan. Ishlab chiqarish korxonasidagi siklonlarda chang-gazsimon moddalarni tozalash imkoniyati yaratilgan, uskunalar ish samaradorligi chang tutkichning texnologik jarayonini o'zgartirilishi hisobiga oshirilishi rejalashtirilgan.

**Kalit so'zlar:** inventarizatsiya, rekuperatsiya, samaradorlik, atmosfera havosi, chang-gaz tozalash uskunalarini.

**Аннотация.** В данном исследовании проведена оценка воздействия производственных предприятий на окружающую среду, принятие мер по снижению воздействия вредных веществ, образующихся при проведении инвентаризации организованных и неорганизованных источников, что является одним из актуальных вопросов сегодняшнего дня. В целях изучения экологического состояния производственных предприятий стройиндустрии выбрано СП ООО «SOFITEL». Вредные вещества, образующиеся на предприятии, были подвергнуты расчетному анализу и лабораторным методам. Изучена эффективность работы пыле и газоочистного оборудования на предприятии и даны рекомендации по установке нового вида очистного оборудования. Утилизация отходов подразумевает возврат части отходов для повторного использования в том же технологическом процессе, который также включает обеззараживание отходов для снижения, устранения риска образования отходов путем механической, физико-химической или биологической обработки. Поэтому целесообразно также проводить анализы на производственных предприятиях и снижать воздействие путем организации рекуперации отходов с внедрением новых видов очистного оборудования на ресурсах с низкой эффективностью. В соответствии с приложением 1 к постановлению Кабинета министров Республики Узбекистан "О дальнейшем совершенствовании механизма оценки воздействия на окружающую среду", утвержденному постановлением Кабинета министров Республики Узбекистан от 7 сентября 2020 года № 541, объект по производству ультрамаринового пигмента совместного предприятия ООО «SOFITEL» входит в перечень объектов II категории (умеренно опасных) воздействия на окружающую среду. Целью исследования является оценка воздействия на окружающую среду вредных веществ, выделяемых с пред-

приятый, путем создания, повышения эффективности работы и применения новых видов пыле газоочистного оборудования на производственных предприятиях строительной отрасли. Он также заключается в рекуперации различных видов отходов, образующихся на предприятиях, и широком внедрении их использования в качестве вторичного продукта. В соответствии с постановлением Кабинета Министров от 3 июня 2021 г. № 343 был проведен мониторинг источников загрязнения атмосферного воздуха. Проведена инвентаризация организованных и неорганизованных ресурсов по изучению и снижению воздействия на окружающую среду СП ООО "SOFITEL" в Джизакской области с целью повышения эффективности работы оборудования пыле и газоочистки на производственных предприятиях. Была выявлена эффективность работы ПГОУ и проведен анализ её установки на очистном оборудовании. В циклонах на производственном предприятии предусмотрена возможность очистки от пыльно-газообразных веществ, эффективность работы оборудования планируется повысить за счет изменения технологического процесса пылеулавливания.

**Ключевые слова:** инвентаризация, рекуперация, эффективность, атмосферный воздух, оборудование для очистки от пыли и газа.

**Abstract.** In this study, an assessment of the impact of industrial enterprises on the environment was carried out, measures were taken to reduce the impact of harmful substances formed during the inventory of organized and unorganized sources, which is one of the pressing issues of today. In order to study the environmental condition of industrial enterprises of the construction industry, the joint venture SOFITEL LLC was selected. The harmful substances formed at the enterprise were subjected to computational analysis and laboratory methods. The efficiency of dust and gas cleaning equipment at the enterprise has been studied and recommendations for the installation of a new type of cleaning equipment have been given. Waste disposal involves the return of a portion of the waste for reuse in the same technological process, which also includes waste disinfection to reduce or eliminate the risk of waste generation through mechanical, physico-chemical or biological treatment. Therefore, it is also advisable to carry out analyses at production facilities and reduce the impact by organizing waste recovery with the introduction of new types of cleaning equipment on low-efficiency resources. In accordance with annex 1 to the resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan "On further improvement of the environmental impact assessment mechanism", approved by Resolution No. 541 of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated September 7, 2020, the ultramarine pigment production facility of the SOFITEL joint venture LLC is included in the list of category II (moderately hazardous) environmental impact facilities. The purpose of the study is to assess the environmental impact of harmful substances released from enterprises by creating, improving work efficiency and using new types of dust and gas cleaning equipment at manufacturing enterprises in the construction industry. It also involves the recovery of various types of waste generated at enterprises and the widespread introduction of their use as a secondary product. In accordance with the Resolution of the Cabinet of Ministers dated June 3, 2021 No. 343, monitoring of sources of atmospheric air pollution was carried out. An inventory of organized and unorganized resources has been carried out to study and reduce the environmental impact of the SOFITEL LLC joint venture in the Jizzakh region in order to increase the efficiency of dust and gas purification equipment at production facilities. The efficiency of the PGOU was revealed and an analysis of its installation on cleaning equipment was carried out. Cyclones at the production facility provide for the possibility of cleaning from dusty gaseous substances, and it is planned to increase the efficiency of the equipment by changing the technological process of dust collection.

**Keywords:** inventory, recovery, efficiency, atmospheric air, equipment for dust and gas purification.

### Kirish.

O'zbekistonda jami ishlab chiqarish korxonalari 70 mingdan ortiq bo'lib, ushbu korxonalardan Ekologiya Vazirligi tasarrufidagi korxonalar ham mavjud bo'lib, mazkur korxonalarda doimiy monitoring olib boriladi. Ishlab chiqarish korxonalarida tashkillashtirilgan va tashkilashtirilmagan manbalarini inventarizatsiya qilish jarayonlari hamda korxonalar ta'sirini kamaytirish masalalari dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [1]

Sintetik tolalardan tayyorlangan matoli filtr [2]. Mazkur uskuna lavsandan tayyorlangan bo'lib, filtr materiali turli muhitda o'zining barqarorligini saqlashi bilan boshqa matoli filtrlardan ustun turadi. Uning kamchiligi matoli filtrlarning ishlash faoliyati kamroq va filtrni regeneratsiya qilish ya'ni changlardan tozalash jarayoni mukammal ishlanmagan. Mazkur changlarni tozalash uskunasi uchta matoli ya'ni lavsandan tayyorlangan filtrlar seksiyalari va yuqorigi qismida seksiyalarni silkituvchi moslama va uskunaning pastki

qismi bunker bilan jihozlangan. Uskunaning kamchiligi filtrlovchi material sifatida tanlangan oddiy bo'z matosi vaqt o'tib o'zining barqarorligini tezda yo'qotadi. Mazkur filtr korpusi metall shkaf ko'rinishida ishlangan bo'lib, ichki qismi vertikal to'siqlar bilan ajratilgan seksiyalardan iborat. Uskunaning har bir seksiyasida yengsimon filtrlar majmuasi joylashtirilgan. Filtrning yuqori qismi qisilgan bo'lib, maxsus ramaga osilgan. Rama silkituvchi mexanizmga ulangan. Filtrlarda changning to'planishiga qarab silkitish navbatma-navbat har bir seksiya bo'ylab amalga oshiriladi. Ushbu siklonlar markasi NIIOGaz va "Экологический холдинг Кондор Эко-СФ" kompaniyasi tomonidan yaratilgan.

S.M. Boboev ishlab chiqarish korxonalari ish faoliyatidagi xonalar havosini mo'tadillashtirish va siklonlar ishini yaxshilash borasida 2017 yilda keng ko'lamlı ishlarni amalga oshirgan. Qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarining atrof-muhitga ta'sirini baholashda siklonlardagi changning harakatini matematik modellashtirgan. Mazkur

tadqiqot ishlarida korxonalarda olib borilgan manbalar inventarizatsiyasi va zararli birikmalarning tarqalish kengligi “Ekolog” dasturida tahlil qilingan. Ushbu dastur endilikda ancha eskirgan va aniq ma’lumotlar olish imkoniyati past bo’lgani uchun ham hozirgi kunda zamonaviy texnologiyalar asosida ish olib borish va tahlil natijalarini GAT texnologiyalari yordamida aniqlash va baholash zamon talabi hisolanadi [3].

Qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarining atrof-muhitga ta’sirini baholash ma’lum bir shaxarchada yoki tumanda mavjud barcha ishlab chiqarish korxonalari miqyosida yondashilgan. Ilmiy izlanishlarda korxonalarda mavjud chang-gaz tozalash uskunalari va korxonalaridan ajralib chiqadigan zararli moddalar tahlillari umumiy keltirilib o’tilgan. Jumladan, S.M. Boboev Samarqand viloyatidagi asfalt-beton ishlab chiqarish korxonalarida ilmiy tadqiqotlar olib borgan va tashkillashtirilgan manbalardagi chang-gaz tozalash uskunalari ish samaradorligini matematik model-lashtirgan ammo uskunalari ish samaradorligini matematik model-lashtirgan, ammo faqatgina mavjud uskunalarda texnik yondashuv qilingan holda ish olib borilgan [4].

Turli xil ishlash sharoitida neft-kimyo sanoatining atrof-muhit ob’ektlariga ta’sirini baholash [5]. Ushbu mavzu bo’yicha yirik shaharlarda to’plangan neft-kimyo majmuasi-ni ishlab chiqarish ob’ektlarining ishlashi, ularning normal (muntazam) ish rejimlarida ham, amaldagi texnologik qoidalarda ko’zda tutilmagan holatlarda ham atrof-muhitning ekologik holatiga faol ta’sir qilish xavfi bilan to’la hisoblanadi. Neft-kimyo ob’ektlarining ekologik xavfsizligining maqbul darajasini ta’minlashda atrof-muhitga salbiy antropogen ta’siriga qarshi kurashishning eng samarali vositasi bo’lgan xavflilik tushunchasi asosida xavf va ularning namoyon bo’lishini bashorat qilish orqali erishish mumkin. Jarayonli ishlab chiqarish ob’ektlari xavfini bashorat qilish uchun tizimli yondashuv tufayli ekologik buzilishi tabiatda sodir bo’lgan voqealar ekologik sifati o’garishlar evolyusion tabiati va g’ayritabiiy xavflarni belgilaydi. Bundan tashqari, manbalar inventarizatsiyasini muntazam (tizimli) o’tkazish va xavfning bir vaqtning o’zida ko’rib chiqilgan [6].

Tadqiqotda chang-gaz tozalash uskunalari ish samaradorligi aniqlanib, korxonalarda hosil bo’ladigan zararli birikmalar tahlili, manbalar inventarizatsiyasi asosidagi chang-gazsimon moddalarning tarqalish kengligi tahlil qilinadi. Ishlab chiqarish korxonalarining atrof-muhitga ta’sirini baholashda o’sha hudud bo’yicha ham baholanib, zamonaviy dasturlar asosida tahlil qilinsa, korxonadagi chang-gaz tozalash uskunalari ish samaradorligi pastligi aniqlangan. Tozalash uskunalari ikkinchi bosqichli chang-gaz tozalash uskunalari qo’llanilishi orqali samaradorlikni oshirish va ilmiy tahlilini o’tkazish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Korxonalaridagi chang-gaz tozalash uskunalari ish samaradorligini oshirish, zararli birikmalarning tarqalish kengligi zamonaviy dasturlar asosida ishlab chiqarishning inson salomligiga, o’simlik dunyosiga ta’sirini baholash mezonlari bo’yicha tahlil qilish kerak bo’ladi.

Chiqindilar rekuperatsiyasini korxonalarda olib borish, resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitning

ifloslanish darajasini aniqlash, baholash va me’yorlashtirishni normativ xujjatlar asosida olib borish ilmiy ishning vazifalaridandir. Ushbu tahlillar ishlab chiqarish va sanoat korxonalarida ekologik normativ loyihalar (tashlamalarning yo’l qo’yiladigan cheklangan miqdori)ning ishlab chiqilishi atmosfera havosining sifat ko’rsatgichi va undagi ifloslantiruvchi moddalarning sanitar me’yorini belgilashda muhim o’rin tutadi [7].

Tadqiqot ob’ekti. “SOFITEL” MCHJ qo’shma korxonasi ultramarin pigment ishlab chiqarish ob’ekti atrof-muhitga ta’sir ko’rsatishning II toifasiga mansub (o’rtacha darajada xavfli) ob’ektlar ro’yxatiga kiradi. “SOFITEL” ma’suliyati cheklangan jamiyati ultramarin pigment ishlab chiqarish qo’shma korxonasiga quyidagi sex va bo’limlar kiradi [7]:

1. Qayta ishlash sexi;
2. Mahsulot ombori;
3. Maydalash bo’limi;
4. Pishirish bo’limi;
5. Qozonxona;
6. Ko’za sexi;
7. Avtotransport bo’limi

#### **Materiallar va uslublar.**

O’zbekiston Respublikasi Prezidentining “2030-yilgacha bo’lgan davrda O’zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to’g’risida” 2019-yil 30-oktabrdagi PF-5863-son Farmoni ijrosini ta’minlash, shuningdek, atrof-muhitga ta’sirini baholash yuzasidan davlat ekologik ekspertizasini o’tkazish, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga doir muhim qarorlarni qabul qilishda shaffoflikni ta’minlash uchun jamoatchilikni keng jalb qilish maqsadida olib boriladi [8]

**Havodagi changni aniqlash usuli.** Havodagi aerozollarni o’lchashning bir nechta asosiy usullari mavjud. Ulardan eng ko’p qo’llaniladigani–gravimetriya bo’lib, unda havo namunalari filtdan o’tkaziladi. Havodagi chang konsentratsiyasi namuna olishdan oldin va keyingi filtr massasi bilan o’lchanadi. Mazkur usul afzallik va kamchiliklarga ega. U tahlil etilayotgan atmosfera havosi tahlili uchun uzoq vaqt davomida namuna olishni talab etadi. Havo tarkibidagi turli fraksiyadagi changni aniqlash uchun maxsus qo’shimcha qurilmalardan foydalaniladi. Ular turli aerodinamik o’lchamdagi changlarni ajratib olish imkonini beradi. Havodagi aerozollar tahlili uchun qo’llanadigan yana bir usul–optik usul. Jami chang konsentratsiyasi, Pm10, Pm4, Pm 2.5, Pm1 real vaqt rejimida changni tahlil qiluvchi jixozlar yordamida ko’rib chiqiladi. Ushbu usulning asosiy afzalligi havodagi past konsentratsiyadagi zarrachalarni aniq va tez o’lchash imkoni mavjudligidadir. Shuning uchun xonadon va jamoat binolaridagi atmosfera havosini o’lchashda aynan shu optik usuldan keng foydalanib kelinadi.

Konsentratsiyaning yo’l qo’yiladigan cheklangan miqdori (KChM)–odam organizmidagi reflektor reaksiyalarini paydo qilmasligi kerak bo’lgan havo, suv va tuproqning konsentratsiyasidir [9]

#### **Natijalar va munozara.**

“SOFITEL” ma’suliyati cheklangan jamiyati ultramarin

pigment ishlab chiqarish qo'shma korxonasida ishlab chiqarishga: oltin gugurt, kaltsiy kukuni, kvarts kukuni, kaolin (Xitoy), kaolin (O'zbekiston), natriy sulfid, (yog'och ko'miri), kaliy xlorid ishlatiladi. Atmosferaga ifloslantiruvchi moddalar chiqaruvchi manba uskunalarga ulangan RFG filtr tozalash uskunasi hisoblanadi. Manba tashkillashtirilgan manba.

Texnologik jarayonda 3 ta F-1, F-2, F-3 bochkalar (1,5 t) da rangli mahsulotlar maydalanadi, keyin 2 ta bochkalarga tushadi.

Ulardan S-3, S-4 bochkalarga tushadi va qaynab, E-2 pressga yuboriladi, undan 8 ta V-bochkalarga uzatiladi. Keyingi jarayon-mahsulot 8 ta beton bochkalarda 24 soat aylanadi va E-3 pressga yuboriladi. Atmosferaga tashlanadigan ifloslantiruvchi modda natriy karbonat o'lchash usuli (og'irlik usulida) hisoblandi.

Tozalanish jarayonigacha bo'lgan chang-gaz aralashmaning eng katta sig'imi

$$S = 84,2 \text{ mg/m}^3, \text{ o'rtacha sig'imi } S = 78,4 \text{ mg/m}^3$$

Tezligi 6,8 m/s. U holda atmosferaga tashlanadigan aralashmaning hajmi quyidagiga teng bo'ldi:  $V=0,854 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tozalanish jarayonigacha bo'lgan natriy karbonatning vaqt birligi ichidagi miqdori quyidagiga teng:

$$B = C * V/1000 = 84,2 * 0,854/1000 = 0,072 \text{ r/c}$$

Changning yillik miqdori quyidagiga teng bo'ldi:

$$M = B * T * 3600/10^6 = 0,072 * 6960 * 3600/10^6 = 1,804 \text{ t/yil}$$

Tozalanish jarayonidan keyingi aralashmaning eng katta sig'imi  $S = 12,8 \text{ mg/m}^3$ , o'rtacha sig'imi  $S=3,2 \text{ mg/m}^3$  Tezligi 6,5 m/s.

U holda atmosferaga tashlanadigan aralashmaning hajmi quyidagiga teng bo'ldi:  $V=0,816 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tozalanish jarayonidan keyingi natriy karbonatning vaqt birligi ichidagi miqdori quyidagiga teng:

$$B = C * V/1000 = 12,8 * 0,816/1000 = 0,010 \text{ r/c}$$

Natriy karbonatning yillik miqdori quyidagiga teng bo'ldi:

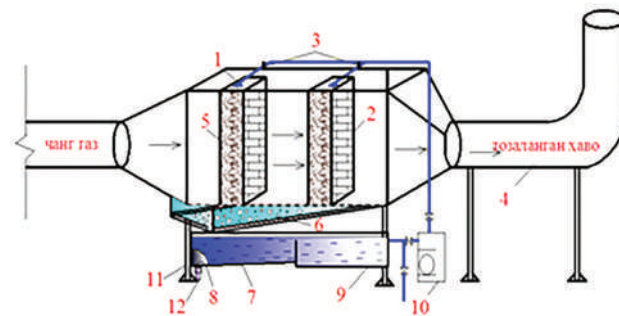
$$M = B * T * 3600/10^6 = 0,010 * 6960 * 3600/10^6 = 0,250 \text{ t/йил}$$

$$C_{\text{н}} - C_{\text{к}} / C_{\text{н}} * 100 = 1,804 - 0,250 / 1,804 = 0,86 * 100 = 86,0 \%$$

Bu samaradorlik past holatda ekanligini bildiradi. Tahlil natijalari va hisoblash ishlari shuni ko'rsatadliki, ushbu koxonadagi RFG uskunasi ish samaradorli 86% ni tashkil etdi. Atmosferaga ifloslantiruvchi moddalar chiqaruvchi manba hisoblangan RFG filtr tozalash uskunasi ikkinchi bosqichli tozalash uskunasi o'rnatilsa tozalash samaradorligi oshiriladi. Ishlab chiqarish korxonalaridagi tashkillashtirilgan manbalar ish samaradorligini oshirish uchun ikkinchi bosqichli chang-gaz tozalash uskunalarini joriy qilish zarur. Uskunalar ish samaradorgini oshirish va korxonalarining atrof-muhitga

ta'sirini kamaytirish maqsadida mahalliy hom-ashyolardan tayyorlangan tozalash uskunalarini qo'llash orqali amalga oshirish mumkin [10].

To'ldiruvchi materiallar yordamida chang-gazlarni tozalash uskunasi chizmalar yordamida izohlangan. 1-rasmda uskuna kesimda, 2-rasmda mazkur uskunaning umumiy ko'rinishi va 3-rasmda uskunada filtrlovchi kassetalar joylashuvi tasvirlangan. Uskuna ishlab chiqarish korxonasidagi chang-gaz tozalash uskunasi sifatida qo'llanilishi kerak.



**1-rasm. To'ldiruvchi materiallaryordamida chang-gazlarni tozalash uskuna qirgimi.**

- 1-suv purkagichlar, 2-keramzit bilan to'ldirilgan kassetalar, 3-ventil, 4-tozalangan havo chiqish yo'lagi, 5-keramzit, 6-oqova suv chiqarib yuborish yo'lagi, 7-tabiiy tindirish inshooti, 8-shtuter, 9-tindirilgan suv saqlanadigan idish, 10-suv nasosi, 11-ustunlar, 12-oqova suv chiqarib yuborish yo'lagi.

Uskunada joylashtirilgan keramzitli qatlam qalinligini kengaytirish va kassetalar sonini ko'paytirish ham mumkin. Chang-gazsimon havo birinchi bosqichli tozalash uskunasi kelib havo quvuri orqali ikkinchi bosqichli tozalash uskunasi yo'naladi. Chang-gazsimon havo tezligi o'zgargan holda mustahkam setkadan o'tib, keramzit bilan to'ldirilgan kassetalarga yo'naladi. Bu jarayon vaqtida suv purkagich (forsunka)lardan suv purkalanadi va chang-gaz zarrachalarini pastga tushiradi. Bu jarayon doimiy ravishda kassetalarni regenerasiya qilib ham boradi.

Birinchi kassetadan o'tgan qisman tozalangan havo ikkinchi kassetaga yo'nalib, tozalanib o'tadi. Tozalanish koeffitsienti o'zgargan holda tozalangan havo havo uzatish yo'lagidan o'tib, atmosferaga tashlanadi.

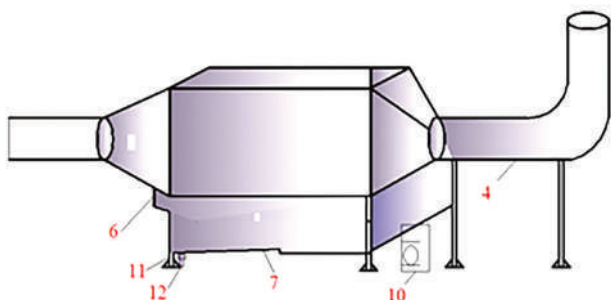
Tozalanish jarayonida hosil bo'lgan cho'kindi birikmalar quyqa suvni uzatish yo'lagidan o'tadi va tokchada joylashtirilgan cho'kma yig'uvchi idishga tushadi. U yerdan ma'lum vaqt o'tib shtuser yordamida quyqa suvni chiqarib

*Jadval*

**Ishlab chiqarish korxonasi manbalari tahlillari va yangi turdagi tozalash uskunasi o'rnatishdan keyingi prognozi**

Manba	Namuna miqdori, mg/m <sup>3</sup>	Birikmaning vaqt birligidagi miqdori, g/s	Birikmaning yillik miqdori, t/y	Uskuna samaradorligi, %	Yangi turdagi uskuna o'rnatilsa erishiladigan natija (rejada)
RFG filtri	28,8	0,010	0,250	86,0	97%

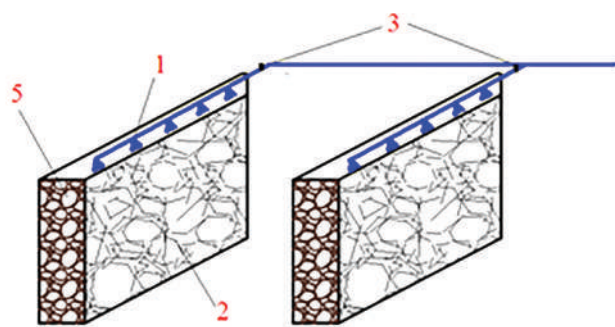
yuborish qurilmasiga, undan esa maxsus idishga olinadi. Grand far model QDIX 1,5-32-075 markali suv uzatish nasosi uskunaga yopiq zanjirli suv ta'minoti tizimi asosida suv uzatadi. Mazkur uskuna Samarqand viloyatidagi asfalt-beton ishlab chiqarish korxonasida sinovdan o'tkazildi. Sinov jarayonlari muallif tomonidan amalga oshirildi. Mazkur uskuna korxonalaridagi chang-gaz tozalash uskunasi ish samaradorligini oshiradi va zararli moddalarni yuqori samarada tozalanishini ta'minlaydi.



**2-rasm. To'ldiruvchi materiallaryordamida chang-gazlarni tozalash uskunaning yondan ko'rinishi.**

4-tozalangan havo chiqish yo'lagi, keramzit, 6-oqova suv chiqarib yuborish yo'lagi, 7-tabiiy tindirish inshooti, 10-suv nasosi, 11-ustunlar, 12-oqova suv chiqarib yuborish yo'lagi.

ЦОЛ-3 siklonidan keyin ikkinchi bosqichli tozalash uskunasi sifatida joriy etilib, birinchi bosqichdagi tozalash uskunasi kirishda va chiqishda namunalar olinib, laboratoriya va hisobiy tahlil usullari asosida tahlil qilindi. Tahlillar Samarqand viloyat Ekologiya boshqarmasi laboratoriyasida amalga oshirildi.



**3-rasm. To'ldiruvchi materiallaryordamida chang-gazlarni tozalash uskunaning ko'ndalang kesim yuzasi.**

1-suv purkagichlar, 2-keramzit bilan to'ldirilgan kassetalar, 3-ventil, 5-keramzit

Chang-gaz tozalash uskunalarini, chang-gaz aralashmalarini o'tkazuvchi quvurlar murakkab texnologik jarayon bo'lib, ularda yangi zamonaviy turlarni qo'llash, modernizatsiya qilish, atrof-tabiiy muhitga tashlanayotgan ifloslantiruvchi moddalarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Chang-gaz tozalash uskunalarini modernizatsiya qilish maqsadida ularning samaradorligini oshirish loyihasini joriy qilishda qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarining atrof-muhitga ta'sirini baholash, kelajakda ekologik muhitni

o'zgartirishini bashorat qilish va tahlillar asosida o'rganish, ilmiy tadqiq qilish ishlari olib alohida ahamiyat kasb qiladi.

1-jadval

**To'ldiruvchi materiallar yordamida chang-gazlarni tozalash uskunasi eksperiment natijalari (kassetalar o'lchamini o'zgartirish hisobiga)**

	Bitta kasseta qo'llanilganda		Ikkita kasseta qo'llanilganda	
	Kasseta qalinligi (sm)		Kasseta qalinligi (sm)	
Samaradorligi	15	20	35	40
	92,9	93,4	95,2	97,8

Uskunadagi kassetaning qalinligini 15 sm qilib olganimizda:  
 $\eta = 0,09 - 0,0066 / 0,09 * 100 = 92,9$  (93 %)

Uskunadagi kassetaning qalinligini 20 sm qilib olganimizda:  
 $\eta = 0,09 - 0,0059 / 0,09 * 100 = 93,4$  (93,5 %)

Uskunadagi kassetaning qalinligini 35 sm qilib olganimizda:  
 $\eta = 0,09 - 0,0044 / 0,09 * 100 = 95,2$  (95 %)

Uskunadagi kassetaning qalinligini 40 sm qilib olganimizda:  
 $\eta = 0,09 - 0,002 / 0,09 * 100 = 97,3$

Atmosferaga tashlanadigan ifloslantiruvchi moddalarning ruxsat etilgan miqdori (kvota)ni hisobga olgan holda tashlamalarning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan miqdori aniqlandi. Ifloslantiruvchi moddalarning tarqalish doirasi va hisob ishlar EHM dasturi bo'yicha aniqlandi, hisoblash maydoni o'lchovlari 4\*4 km, hisoblash qadami 250 \* 250 mni tashkil etadi [11].

Hisoblash ishlarini bajarishda atmosfera havosini ifloslantiruvchi manbalarni xatlovdan o'tkazish hamda unga tashlanayotgan ifloslantiruvchi moddalar miqdorini belgilash to'g'risidagi yo'riqnomani tasdiqlash haqida O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirining buyrug'iga asosan olib borildi [12].

2-jadval

**Meteorologik xarakteristika**

Atmosfera stratifikatsiyasiga bog'liq koeffitsient	200
Joy relefiga bog'liq koeffitsient	1
Haroratning o'rtacha eng katta miqdori	+33,7°C
Eng sovuq davrdagi havoning o'rtacha eng kichik	-3,6 °C

Hisobda tanlangan maydonga nisbatan olingan shartli koordinatalar sistemasi qo'llanildi. Koordinatalar boshi sifatida  $X_1 = -300$  m,  $U_1 = 0$  m,  $X_2 = 300$  m,  $U_2 = 0$  m, qabul qilindi. Zararli tashlamalarning atmosfera havosida tarqalish maydoni sifatida 600\*800 m o'lchamli maydon hisobiy deb qabul qilindi va 50 m qadam hisoblandi.

**Xulosa va takliflar.**

Korxonada faoliyat korsatadigan umumiy xodimlar soni 180 kishini tashkil etadi. Ishlab chiqarish jarayonida RFG uskunasi manbasida tahlil olib borildi va uskunaning ish samaradorligi oshirish maqsadida yangi turdagi tozalash uskunasi joriy etsak korxonaning atrof-muhitga ta'siri kamayadi.

Ishchi xodimlar ma'muriy binosi qishki-yozgi mavsumda elektr tokida ishlaydigan (qish-yoz konditsioneri) bilan isitib, sovutib turiladi. Ko'rib chiqilayotgan tumanning atmosfera havosini ifloslanish darajasi foni ishlab chiqarish sexlari va yordamchi inshootlardan chiqadigan tashlamalardan shakllanadi. Tumanning atmosfera havosini ifloslanish darajasi foni Jizzax shahar sanoat hududidagi faoliyat ko'rsatayotgan va yangi qurilayotgan ishlab chiqarish korxonalarini va avtotransportdan chiqadigan tashlamalar (dvigatellar yonishidan chiqadigan tutunlar), aholi yashaydigan turar joylarda gaz, ko'mir, o'tin yonishida hosil bo'luvchi mahsulotlar va changlardan shakllanadi. Korxonada tashkillashtirilgan manbalar 8 tani tashkil qiladi, ushbu manbalarda ham hisobiy tahlil asosida tahlil qilib, yangi turdagi tozalash uskunasi o'rnatadigan bo'lsak, korxonalariga iqtisodiy samaradorlik oshiriladi hamda atrof-muhitga ta'siri kamaytiriladi.

Korxonadagi "Qorishma tayyorlash uskunalarini" manbasida atmosferaga ifloslantiruvchi moddalar chiqaruvchi manba uskunalariga ulangan RFG filtr tozalash uskunasi hisoblanadi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan va hisob-kitob natijalariga ko'ra ushbu tozalash uskunasi ish samaradorligi 86% ni tashkil etishi aniqlandi. Namuna olish ishlari og'irlik usulida tashkillashtirilgan manbadagi uskunaga kirishda va chiqishdagi chang-gaz aralashmasidan namuna olindi, samaradorlik aniqlandi. Bu esa o'z navbatida samaradorlikning past holatdaligi va atrof-muhitga ta'siri yuqori ekanligini anglatadi. Korxonadagi tozalash uskunasi to'ldiruvchi materiallar yordamida chang-gazlarni tozalash uskunasi ikkinchi bosqichli chang-gaz tozalash uskunasi sifatida o'rnatishni yo'lga qo'yish kerakligini taqozo qiladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. G.F. Keldiyarova, T.R. Madjidova Environmental impact assessment of industrial enterprises (on the example of objects of category I,II of environmental impact in the Samarkand region) E3S Web of Conferences 265, 04025 (2021) APEEM 2021
2. A.A. Русанова.Справочник по пыли золоулавливаю. М: Энергоиздат, 1983, 197-199 стр.
3. Бобоев, Собиржон Мурадуллаевич. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СУХОГО И ЖАРКОГО КЛИМАТА : автореферат дис. доктора технических наук : 05.23.03 / Бобоев Собиржон Мурадуллаевич; [Место защиты: Ташкентский архитектурно-строительный институт].- Ташкент, 2000.- 42 с.: ил.
4. Бобоев С.М., Тоштемиров М., Эрмахамматов А. Разработка двухступенчатой системы обработки приточного воздуха с использованием инжекционного воздухораспределителя-увлажнителя. Ме'morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal. 2020 y. №4 (2-soni) 57-59 b.
5. Хлуденёв, Сергей Александрович. Оценка воздействия нефтехимических производств на объекты окружающей среды при различных условиях функционирования
6. G.F. Keldiyarova, T.R. Madjidova. Calculation of ground-level concentrations and mapping of pollutant dispersion fields. E3S Web of Conferences 265, 02012 (2021) APEEM 2021
7. Maere, S.; Bodt, SD; Raes, J.; Kasnev, T.; Montague, M.V.; Kuiper, M.; de Per, Y.V. Modeling of gene and genome duplication in eukaryotes. Studies. Natl. Academy of Sciences. USA 2005 , 102 , 5454-5459
8. 2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining Atrof muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 30.10.2019 yildagi PF-5863-sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 7 sentyabrdagi 541-sonli qarori bilan tasdiqlangan "Atrof-muhitga ta'sirni baholash mexanizmini yanada takomillashtirish to'g'risida"gi qarori.
10. № FAP 02213 Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi foydali modelga berildi: "Chang-gazlarni tozalash uskunasi:" talabnoma kelib tushgan sana: 12.12.2022 Talabnoma raqami: FAP 2022 0429
11. G.F.Keldiyarova. Influence of harmful substances on the environment in cement production. Ekologiya xabarnomasi. № 3 [7], 2023 y. 36-39 b.
12. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirining buyrug'i, 19.12.2024 yilda ro'yxatdan o'tgan, ro'yxat raqami 3586.

# REGENERATION OF WASTE ZEOLITES USED IN THE GAS PROCESSING INDUSTRY OF UZBEKISTAN

**Rahmonova Nilufar Shorasil qizi,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti mustaqil tadqiqotchisi,

**Pulatov Xayrulla Lutpullayevich,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, k.f.d.,

**Igitov Farrux Baxtiyarovich,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti kafedra mudiri, PhD, dotsent,

**Ruzieva Iroda Davutovna,**

Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti laboratoriya mudiri,

**Niyazova Mavluda Muxitdinovna,**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti dotsenti, k.f.n.,

**Adilova Klara Muratdjanovna**

Toshkent kimyo-texnologiya instituti dotsenti, k.f.n.,

**Abstract.** The article studies the regeneration process of waste zeolites from the gas processing industry of Uzbekistan in order to find areas for their further usage. The physicochemical characteristics of zeolites after regeneration have been determined. Experimental experiments were carried out at regeneration temperature between 200°C to 400°C, increase in temperature contributed to increase of the specific surface area of waste zeolites. Determined that in this temperature region maximum coke desorption of firmly adsorbed products occurs in large and small cavities of the zeolite, while the basic physical and chemical properties of zeolites are preserved. Regenerated zeolites maintain their high strength characteristics and low abrasion, have an increased specific surface area, and have practical application in the process of wastewater treatment from heavy metal ions.

**Keywords:** Zeolite, Regeneration, Waste management, Adsorbent, Wastewater treatment, Dynamic Activity, Equilibrium Activity, Specific Surface, Thermoanalytical Studies.

**Annotatsiya.** Bu maqolada O'zbekistonda gazni qayta ishlash sanoatidan chiqadigan ishlatilgan zeolitlarni qayta tiklash jarayonini o'rganib, ularni keyingi foydalanish sohasini aniqlashga qaratilgan. Qayta tiklangandan keyingi seolitlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlangan. Tajribalar 200°C dan 400°C gacha bo'lgan harorat oralig'ida o'tkazilgan bo'lib, haroratning oshishi ishlatilgan seolitlarning maxsus yuzasi maydonining ortishiga olib kelgan. Bu harorat oralig'ida seolitning katta va kichik bo'shliqlarida qattiq adsorblangan mahsulotlarning (koks) maksimal desorbsiyasi sodir bo'lishi, shu bilan birga seolitlarning asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari saqlanishi aniqlandi. Qayta tiklanga seolitlar yuqori mustahkamlik xususiyatlari darajasini saqlaydi, maxsus yuzasi kattalashadi va og'ir metall ionlaridan suvni tozalash jarayonida amaliy qo'llash mumkin.

**Kalit so'zlar:** seolit, qayta tiklash, chiqindilarni boshqarish, adsorbent, oqava suvlarni tozalash, dinamik faollik, muvozanat faolliigi, maxsus yuzasi, termoanalitik tadqiqotlar.

**Аннотация.** Целью данной статьи является изучение процесса утилизации отработанных цеолитов газоперерабатывающей промышленности Узбекистана и определение направлений их дальнейшего использования. Определены физико-химические свойства цеолитов после регенерации. Эксперименты проводились в диапазоне температур от 200°C до 400°C, причем повышение температуры приводило к увеличению удельной поверхности используемых цеолитов. Установлено, что в этом диапазоне температур максимальная десорбция прочно адсорбированных продуктов (кокса) происходит в крупных и мелких порах цеолита, при этом сохраняются основные физико-химические свойства цеолитов. Регенерированные цеолиты сохраняют высокий уровень прочностных свойств, увеличивают удельную поверхность и могут быть использованы в процессах очистки воды от ионов тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** цеолит, рекуперация, управление отходами, адсорбент, очистка сточных вод, динамическая активность, равновесная активность, специальная поверхность, термоаналитические исследования.

The purpose of the study is to study the process of regeneration of spent zeolites in order to find areas for their further use.

The scientific novelty lies in the fact that when the regeneration temperature increases from 2000S to 4000S,

an increase in the specific surface area is observed and in this temperature region maximum coke desorption of firmly adsorbed products occurs in large and small cavities of the zeolite, while the basic physical and chemical properties of zeolites are preserved.

The practical application is that when regenerating zeolites, it is possible to maintain their high strength characteristics and low abrasion, as well as increase the specific surface area, and thus they can be used in the process of treating wastewater from heavy metal ions.

### 1. Introduction

The increasing environmental requirements for industries, including gas processing, necessitate the development of methods to reduce anthropogenic impact on the environment. One such method is the regeneration and reuse of waste zeolites from the gas processing industry (Daligaux et al., Qiaosi Deng et al., 2016).

Zeolites are microporous, aluminosilicate minerals commonly used as commercial adsorbents and catalysts. They have unique crystal structure and properties, such as uniform pore size, acidic properties, thermal stability, mobile extra cation, hydrophilicity, and hydrophobicity that makes them suitable for a variety of applications (Lopes et al., 2011). Some of the key applications of zeolites includes production of catalysts to use in various chemical reactions; water purification systems to remove impurities and heavy metals (Orjioko et al., 2016; Jamil et al., 2010; Li et al., 2017; Hui et al., 2005); zeolite adsorbents can adsorb a variety of molecules, making them useful in processes such as gas separation; in agriculture they can be used to improve soil quality and crop yield; in biotechnology and medicine zeolites have potential applications in processes of detoxication of animal and human organisms, improvement of the nutrition status and immunity of farm animals, separation of various biomolecules and cells, construction of biosensors and detection of biomarkers of various diseases, controlled drug and gene delivery, radical scavenging, and particularly tissue engineering and biomaterial coating (Derbe et al., 2021; Bacakova et al., 2018); in energy storage system zeolites can be used for harvesting waste heat and solar heat energy (Moshoeshoe, 2017); also due to their ion exchange properties zeolites can be used as detergents and other application areas (Omisanya, 2012).

But waste zeolites, if not properly managed, can contribute to environmental pollution. However, these materials have the potential to be regenerated and reused as fresh zeolites, particularly as sorption materials in wastewater treatment (Zhang et al., 2021). This not only helps to reduce the volume of solid waste from enterprises but also contributes to the preservation of the environment.

Regeneration of zeolites can be achieved through various methods, such as oxidation, gasification, and hydrogenation (Deng et al., 2016; Guisnet et al., 2011; Argyle et al., 2015; Alejandro et al., 2014; Monneyron et al., 2003). When regenerated, zeolites can maintain their high strength characteristics and low abrasion. This is crucial because it ensures the longevity and efficiency of the zeolites in their respective applications. Moreover, the regeneration process can increase the specific surface area of the zeolites. A larger surface area allows for more active sites on the zeolite particles, which can enhance their adsorption capacity. This is particularly useful in the process of treating wastewater from

heavy metal ions, phosphoric compounds, dyes, nitrogen compounds, and organics (Kesari et al., 2021; Nicholas, 2019; Zuhan et al., 2021). Heavy metals can be harmful to both the environment and human health, so their removal from wastewater is a critical issue.

There are many research papers dedicated to processes of regeneration of zeolites reporting that regeneration can recover activity of zeolites and produce results equivalent to those obtained with fresh catalysts (Magalhães, 2022). This makes the regeneration and reuse of waste zeolites a promising strategy for enhancing the ecological safety of production and reducing the anthropogenic impact on the environment.

However, it's important to note that the development of efficient and sustainable processes for the regeneration and reuse of waste zeolites remains an industrial challenge. Therefore, further research and innovation in this area are needed.

The article studies the regeneration process of waste zeolites from the gas processing industry of Uzbekistan in order to improve its initial properties and find a new area for their further application. Waste zeolites from the gas processing industry are one of the sources of environmental pollution with solid waste in Uzbekistan. To reduce the anthropogenic impact of solid waste from enterprises, modern technologies for their regeneration and processing are needed. At present, the regeneration of solid waste and searching the ways to reuse them as sorption materials (SM) in wastewater treatment is of great interest (Nikolaev et al., 2000; Eshmuradov et al., 1997; Gorbatenko, 2014; Ajmal et al., 2018).

Synthetic zeolites are used to purify natural gas in the gas industry. In Uzbekistan, synthetic NaX zeolite is widely used in the gas purification process in LLC Shurtan Gas Chemical Complex (Shurtan GCC). The annual demand of Shurtan GCC for the specified adsorbent is about 500 tons and it is mainly imported from abroad for foreign currency.

## 2. Material and methods

### 2.1 Materials

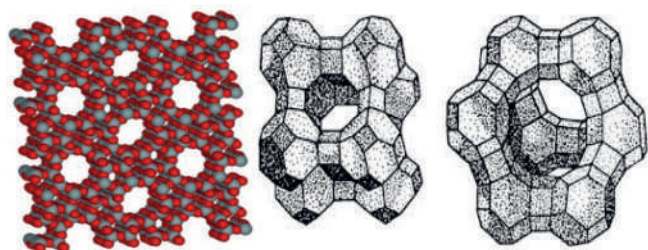
Samples of waste NaX zeolites used in the gas purification process in LLC Shurtan Gas Chemical Complex (Shurtan GCC) with granule diameters of 4.0 mm and 2.0 mm were used for investigation.

For the research, zeolites with the general chemical formula were taken:  $Me_2/nOAl_2O_3xSiO_2yH_2O$  where: Me is a sodium cation, and n is its valency (1). In nature, the composition of zeolites as cations includes Na, K, Ca, less commonly Ba, Sr and Mg. The crystal structure of zeolites is formed by  $SiO_4$  and  $AlO_4$  tetrahedra. Figure 1 shows the crystal structures of zeolites.

The sodium form of zeolites can be of two types: type A has a pore size of 0.4 nm, used in basic drying processes, for the removal of carbon dioxide in special technologies for the gas industry, type X has a pore size of 0.9 nm. Has a larger cell size. Has high capacity and very high mass transfer coefficient.

The selected samples were sifted through sieves 1.5-5.5 mm. In this case, zeolites with dimensions of 2,0-4,0 mm

accounted for 70-80%. This provides a basis for considering the possibility of their reuse. We carried out research to find the optimal conditions for thermal regeneration of zeolites and studied their structural, physicochemical characteristics.



**Fig.1. Crystal structure of zeolithios**

## 2.2 Methods

**Research methods:** to determine the degree of regeneration, thermoanalytical studies of samples were carried out using a Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG device (Germany), with a K-type thermocouple (Low RG Silver) and aluminum crucibles. All measurements were carried out in an inert nitrogen atmosphere with a nitrogen flow rate of 50 ml/min.

Thermal regeneration of waste NaX zeolite carried out by heat treatment in an atmosphere (in a stream) of air in the temperature range 200° –400°C. A rotary kiln was used to regenerate zeolites. In this case, the choice of regeneration conditions (temperature, time, volume of supplied air) will be determined by the final properties of the zeolite in relation to the area of its reuse.

To determine the degree of regeneration, thermoanalytical studies of samples were carried out using a Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG device (Germany), with a K-type thermocouple (Low RG Silver) and aluminum crucibles. All measurements were carried out in an inert nitrogen atmosphere with a nitrogen flow rate of 50 ml/min.

The degree of regeneration was determined by the amount of the remaining coke, the completeness of the removal of adsorbed hydrocarbons, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, and the quality of the regenerated zeolite was estimated by the value of the specific surface, equilibrium (A<sub>p</sub>), dynamic (A<sub>d</sub>) activity.

For X-ray diffraction analysis, a Shimadzu XRD-7000 was used, the scanning speed is 0.1-50 degrees/min. Decoding was carried out using the Diffract Eva program by comparing the analysis results with the base standard was used for analysis of structure of materials and IR spectrometric method in accordance with GOST R-51797-2001 on a UNICO 1201 spectrophotometer was used to calculate petroleum products concentration in the filtrate during measurement of dynamic sorption capacity.

## 3. Results and discussion

The experiments have shown that the use of atmospheric air, an increase in temperature leads to an increase in the oxidation rate and a decrease in residual coke on the zeolite.

The study of the effect of thermo-oxidative reactivation temperature and analysis of the products of thermal desorption showed that moisture removal by 95-98% occurs at a temperature of 200°C, and the removal of

strongly adsorbed H<sub>2</sub>S and hydrocarbon compounds in the temperature range of 200°-400°C. In this temperature range, coke removal and desorption of strongly adsorbed products in large and small zeolite cavities are occurred–based on the results of studies on changing the thermal desorption process (Shermatov et al., 2019; Yaldashev et al., 2021).

Based on researches, it was found that the selected zeolites retained their rather high strength characteristics and low abrasion (Table 1).

As present in Table 1, the coke content is 1.4-2.6%, and

Table 1

№	Indicators	NaX	NaX
		D= 4.0mm	D= 2.0mm
1.	Coke content, %	1.4	2.6
2.	The content of adsorbed organic compounds extracting up to 300°C,% wt.	2.2	3.1
3.	Dynamic activity A <sub>d</sub> , mg/sm <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> O	98.0	97.0
4.	Equilibrium activity A <sub>p</sub> , mg/sm <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> O	115	122
5.	Specific surface, m <sup>2</sup> /g	520.0	530.0
6.	Crystal structure	saved	saved

the content of organic compounds is from 2.2-3.1%. Removal of the above-mentioned substances and restoration of the original properties of zeolite can be achieved by the thermal desorption method. With an increase in the regeneration temperature from 200°C to 400°, an increase in the specific surface area is observed up to 530 m<sup>2</sup>/g. The specific surface area of spent zeolites before regeneration is 80 m<sup>2</sup>/g.

Thus, it can be concluded that the sharpest increase in the specific surface area of regenerated zeolites. This means regenerated zeolite is observed in the temperature range from 150°C to 400°C.

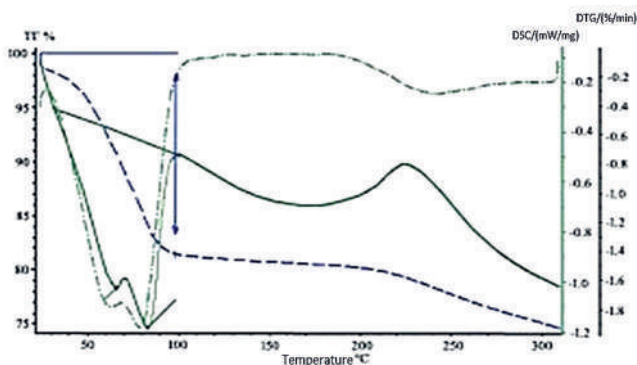
To determine the degree of regeneration, thermal analytical studies of the samples were carried out (Figure 1). The temperature range of measurements was 25-370°C, the heating rate was 5°C/min. For one measurement, 5-10 mg of the sample was taken. The measuring system was calibrated with a standard set of substances KNO<sub>3</sub>, In, Bi, Sn, Zn. As seen from Fig.1, the weight loss of the sample starts from 45-50°C. The total weight loss is 18.6%. The activation energy (in this case, the release of the absorbed substance from the zeolite) is 323.7 W/g. Release rate 2% min.

Table 2.

### Weight loss of spent NaX zeolite depending on the calcination temperature

Experiment number	Calcination temperature of spent NaX zeolite, ° C	Weight loss,% mass	
		D=2.0 mm	D=4.0 mm
1.	to100°	11.72	13.51
2.	to 200°	12.95	15.12
3.	to 300°	14.02	16.96
4.	to 400°	15.33	18.57

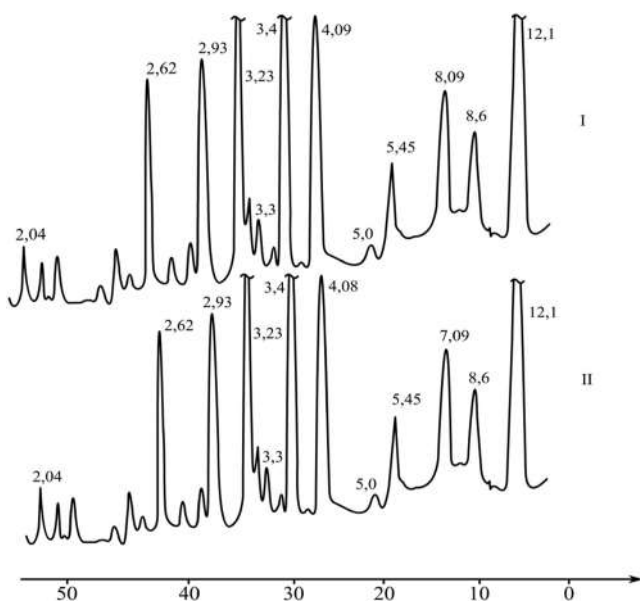
Table 2 shows the results of a study of the weight loss of waste NaX zeolite. From the results of researches, it is clear that as a result of thermal desorption, the main physicochemical properties of zeolites are retained according to the results of the diffraction pattern and there is an opportunity for further research to find areas of their application (Pozhidaev et al., 2014).



**Figure 1. Thermograms of waste NaX zeolite**

- thermogram
- differential thermogram
- .- differential scanning thermogram

To study the crystal structure of the regenerated zeolites, X-ray diffraction pattern of the zeolites were recorded to determine the degree of regeneration, thermoanalytical studies of samples were carried out using a Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG device (Germany), with a K-type thermocouple (Low RG Silver) and aluminum crucibles. All measurements were carried out in an inert nitrogen atmosphere with a nitrogen flow rate of 50 ml/min. Figure 2 shows the diffraction patterns of thermal regenerated zeolites NaX with D=2.0 mm and NaX D=4.0 mm



**Figure. 2. X-ray diffraction pattern of regenerated zeolites: I-NaX D=2.0 mm, II- NaX D=4.0 mm**

As seen from Figure 2, the waste zeolites retained their crystalline structure as evidenced by the presence of diffraction peaks with interplanar spacing of 12.1; 8.0; 7.0, 4.09; 3.1; 2.93; 2.62 Å characteristic of the initial phases  $Ca_6 (AlSiO_4)_{12} \cdot 30H_2O$  and  $Na (AlSiO_4)_{12} \cdot 27H_2O$ . It can be seen that, in the experimentally established optimal modes, no noticeable change in the phase composition of the thermal oxidation regenerated zeolite is occurred. As fresh, it can also be used as an adsorbent. The wide range of applications of zeolites and their reliably proven effectiveness, primarily in the treatment of water, industrial and domestic wastewater, petrochemicals, energy, and agriculture, according to many domestic and foreign scientists, allows for research on the use of regenerated zeolites at the stage of post-treatment of wastewater (Rahman et al., 2022; Magalhães et al., 2022).

It is known that the sorption properties of zeolites make it possible to effectively remove substances in dispersed and colloidal form from water:

- suspended solids,
- finely dispersed suspension,
- petroleum products.

Further studies of the adsorption capacity of the regenerated zeolites were carried out at the stage of post-treatment of wastewater, in order to bring the concentration of dissolved organic substances that are part of petroleum products. up to the required water treatment standards. Thus, it becomes possible to dispose of waste from the gas processing industry and create a recycled water supply at oil refining enterprises (Yang et al., 2010).

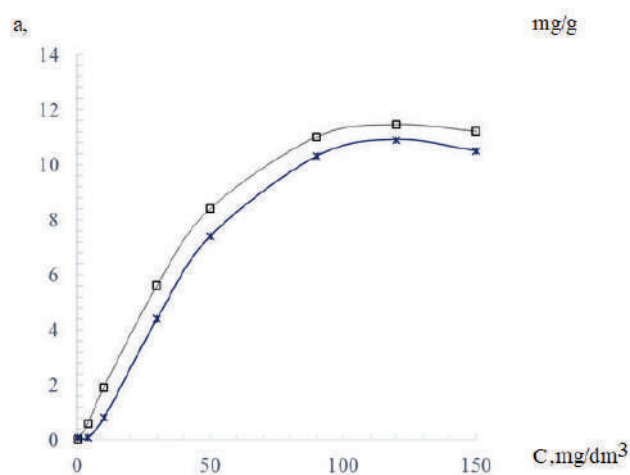
As a result of the conducted studies, the dynamic sorption capacity of the regenerated zeolites (mg/g) was determined. The model solution uses distilled water with a concentration of petroleum products (PP) from 3 to 150 mg/dm<sup>3</sup>. The model mixture of water with PP is prepared by dilution. At the beginning of the experiment, 1 dm<sup>3</sup> of pure distilled water is passed through the loading to wet the regenerated zeolite and prevent the “wall effect”. The same volume of waste water – 1 dm<sup>3</sup> is always passed through the filter loading. The PP concentration in the filtrate is analyzed by the IR spectrometric method in accordance with GOST R-51797-2001 on a UNICO 1201 spectrophotometer. The results are presented in Table 3. According to the results of Table 3, an adsorption (a) isotherm is constructed for the absorption of PP from water in coordinates  $a=f(c)$ , where c is the concentration of PP (Figure 3).

The analysis of the obtained adsorption isotherm (Figure 3) shows that in this case Henry’s law is valid: “The sorption capacity is proportional to the final concentration of PP”. The isotherm corresponds to the L-type Langmuir isotherm. The convex shape of the isotherm confirms the effective adsorption of NP from aqueous solutions. Zeolites with a pore diameter of 4.0 mm adsorb better than zeolites with a pore diameter of 2.0 mm. Maximum adsorption of Zn+2 ions is observed at a concentration of 130 mg/dm<sup>3</sup>

Table 3

**Dynamic sorption capacity of regenerated zeolite NaX in relation to petroleum products**

Weight of zeolite, g	Initial PP concentration, mg / dm <sup>3</sup>	Final PP concentration, mg / dm <sup>3</sup>	Dynamic sorption capacity, mg / g	
			D=2,0 mm	D=4,0 mm
5,00	3	0,10	0,45	0,55
5,00	10	0,14	1,83	1,90
5,00	30	0,18	5,50	5,70
5,00	50	0,26	7,10	8,30
5,00	90	30,38	9,00	11,00
5,00	120	56,51	10,00	12,10
5,00	150	79,80	10,26	13,15



**Figure 3. Adsorption isotherms of Zn<sup>+2</sup> from water on NaX zeolite adsorbents: □ - D=4.0 mm , x - D=2.0 mm under dynamic conditions**

#### 4. Conclusion

To solve the current environmental problem – the disposal of industrial waste, in particular waste NaX zeolites used in the gas purification process in LLC Shurtan Gas Chemical Complex (Shurtan GCC) with granule diameters of 4.0 mm and 2.0 mm, a thermal regeneration process is proposed.

As a result of the research, the process of regeneration of spent NaX zeolites by heat treatment was studied. It has been established that when the regeneration temperature increases from 2000C to 4000, an increase in the specific surface area from 80 m<sup>2</sup>/g is observed. up to 530 m<sup>2</sup>/year. Regenerated zeolites retain their physical and chemical properties after heat treatment. Regenerated zeolites can be used as adsorbents in wastewater treatment processes from zinc ions, with an adsorption of 12 mg/g.

Conducted research study of regeneration of NaX zeolites and use as adsorbents can serve as the basis for further research on finding the scope of their application as adsorbents in the process of post-treatment of industrial wastewater, which allows the creation of recycled water supply.

#### REFERENCES

1. Ajmal Z., A. Muhmood, M. Usman, S. Kizito, J. Lu, R. Dong, S. Wu, Phosphate removal from aqueous solution using iron oxides: adsorption, desorption and regeneration characteristics, *Journal of Colloid and Interface Science* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2018.05.084>
2. Alejandro, S.; Valdés, H.; Manéro, M.-H.; Zaror, C.A. Oxidative regeneration of toluene-saturated natural zeolite by gaseous ozone: The influence of zeolite chemical surface characteristics. *J. Hazard. Mater.* 2014, 274, 212–220. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed][Green Version]
3. Argyle, M.; Bartholomew, C. Heterogeneous Catalyst Deactivation and Regeneration: A Review. *Catalysts* 2015, 5, 145–269. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
4. Bacakova L., M. Vandrovcova, I. Kopova, and I. Jirka, “Applications of zeolites in biotechnology and medicine - a review,” *Biomaterials Science*, vol. 6, no. 5, pp. 974–989, 2018. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/bm/c8bm00028j>.
5. Daligaux, V.; Richard, R.; Manero, M.-H. Deactivation and Regeneration of Zeolite Catalysts Used in Pyrolysis of Plastic Wastes—A Process and Analytical Review. *Catalysts* 2021, 11, 770. <https://doi.org/10.3390/catal11070770>
6. Deng Q., Elbeshbishy E., Lee H.-S. Simultaneous regeneration of exhausted zeolite and nitrogen recovery using an air stripping method at alkaline pH. *Water Quality Research Journal* 2 November 2016; 51 (4): 321–330. doi: <https://doi.org/10.2166/wqrjc.2016.007>

7. Deng, Q.; Elbeshbishy, E.; Lee, H.-S. Simultaneous regeneration of exhausted zeolite and nitrogen recovery using air stripping method at alkaline pH. *Water Qual. J. Can.* 2016, 51, 321–330. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
8. Derbe T., Shewaye Temesgen, Mamaru Bitew. A Short Review on Synthesis, Characterization, and Applications of Zeolites. <https://www.hindawi.com/journals/amse/2021/6637898/>
9. Eshmuradov O. A., Madaminov R. Kh., Khakimova S. S., Talipov G. Sh. Structure and adsorption properties of regenerated zeolites. // *Uzbek Chemical Journal*, 1997, no. 4, pp. 19-23.
10. Gorbatenko Yu. A. Adsorption of toxic gas impurities from polluted air.E.: Methodological guidelines for laboratory practice , 2014, - p. 30-34
11. Guisnet, M.; Ribeiro, F.R. Deactivation and Regeneration of Zeolite Catalysts; Imperial College Press: London, UK, 2011. [Google Scholar]
12. Jamil T. S., H. S. Ibrahim, I. H. Abd El-Maksoud, and S. T. El-Wakeel, "Application of zeolite prepared from Egyptian kaolin for removal of heavy metals: I. Optimum conditions," *Desalination*, vol. 258, no. 1-3, pp. 34–40, 2010. View at: Publisher Site | Google Scholar
13. K. Hui, C. Chao, and S. Kot, "Removal of mixed heavy metal ions in wastewater by zeolite 4A and residual products from recycled coal fly ash," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 127, no. 1-3, pp. 89–101, 2005. View at: Publisher Site | Google Scholar
14. Kesari, K.K., Soni, R., Jamal, Q.M.S. et al. Wastewater Treatment and Reuse: a Review of its Applications and Health Implications. *Water Air Soil Pollut* **232**, 208 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-8>
15. Li Y, L. Li, and J. Yu, "Applications of zeolites in sustainable chemistry," *Inside Cosmetics*, vol. 3, no. 6, pp. 928–949, 2017. View at: Publisher Site | Google Scholar
16. López A., I. de Marco, B.M. Caballero, A. Adrados, M.F. Laresgoiti, Deactivation and regeneration of ZSM-5 zeolite in catalytic pyrolysis of plastic wastes, *Waste Management*, Volume 31, Issue 8, 2011, Pages 1852-1858, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.04.004>.
17. Magalhães L.F., Silva Gilberto Rodrigues da, Antônio Eduardo Clark Peres, «Zeolite Application in Wastewater Treatment», *Adsorption Science & Technology*, vol. 2022, Article ID 4544104, 26 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4544104>
18. Monneyron, P.; Mathé, S.; Manero, M.H.; Foussard, J.N. Regeneration of High Silica Zeolites via Advanced Oxidation Processes—A Preliminary Study About Adsorbent Reactivity Toward Ozone. *Chem. Eng. Res. Des.* **2003**, 81, 1193–1198.
19. Moshoeshoe M., M. S. Nadiye-Tabbiruka, and V. Obuseng, "A Review of the chemistry, structure, Properties and Applications of zeolites.," *American Journal of Materials Science*, vol. 7, pp. 196–221, 2017.
20. Nicholas N. How Is Zeolite Water Treatment Media Used In Water And Wastewater Treatment. 2019. <https://www.wateronline.com/doc/how-is-zeolite-water-treatment-media-used-in-water-wastewater-treatment-0001>.
21. Nikolaev V. V., Gafarov N. A. et al., Patent 2159663. Russian Federation. A method for the regeneration of zeolite in the process of drying and purification of natural gas from sulfur compounds., 27.11.2000.
22. Omisanya N. O., C. O. Folayan, S. Y. Aku, and S. S. Adefila, "Synthesis and characterization of zeolite a for adsorption refrigeration application," *Advances in Applied Science Research*, vol. 6, pp. 3746–3754, 2012
23. Orjioko M. N., O. Uchechukwu, C. N. Igwe, and U. Ajah, "Synthesis and characterization of zeolite and its application in adsorption of nickel from aqueous solution.," *Journal Pharmaceutical and Chemical Biological Science*, vol. 4, pp. 592–600, 2016
24. Pozhidaev Y.N., Filatova E.G., Pomazkina O.I. Regeneration of natural zeolites. <https://research-jurnal.org/12-31-2014-december>.
25. Rahman, R.O.A.; El-Kamash, A.M.; Hung, Y.-T. Applications of Nano-Zeolite in Wastewater Treatment: An Overview. *Water* **2022**, 14, 137. <https://doi.org/10.3390/w14020137>
26. Shermatov B.E., Mansurova M.S., Yalgashev E.Y., Kurbanov E.N., Ismatov D.N. Regeneration of exhausted carbon at a pilot plant // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2019. №5-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regeneration-of-exhausted-carbon-at-a-pilot-plant>.
27. Yalgashev, E, Mansurova, M., Isaeva, N., Shermatov, B. (2021). Prospects for the regeneration and deep processing of deactivated CaA-U zeolite into new adsorbents. *Universum:Chemistry & biology*. 83. 10.32743/UniChem.2021.83.5.11639.
28. Yang, H.; Tatarchuk, B. Novel-Doped Zinc Oxide Sorbents for Low Temperature Regenerable Desulfurization Applications. *AIChE J.* 2010, 56, 2898–2904
29. Zhang, T.; Narbaitz, R.M.; Sartaj, M.; Downey, J. Chlorine vs. Sodium Chloride Regeneration of Zeolite Column for Ammonium Removal from an Explosives Impacted Mining Wastewater. *Water* **2022**, 14, 3094. <https://doi.org/10.3390/w14193094>
30. Zuhan M., Mohd Khairul Nizam; AZHARI, Syaza; TAMAR JAYA, Muhammad Azan. Modified Zeolite as Purification Material in Wastewater Treatment: A Review. *Scientific Research Journal*, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 177-213, aug. 2021. ISSN 2289-649X. Available at: <<https://myjms.mohe.gov.my/index.php/SRJ/article/view/12092>>. Date accessed: 08 dec. 2023. doi: <https://doi.org/10.24191/srj.v18i2.12092>.

# WASTE MANAGEMENT JURNALIDA CHIQUINDILAR BO‘YICHA ILMIY TADQIQOTLAR: 1993–2024 YILLARDAGI BIBLIOMETRIK TAHLIL

**Turdaliyeva Sojidadbonu Rafiqjon qizi,**

“TIQXXMI” Milliy Tadqiqot Universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti,

**Juliyev Muxiddin Komilovich,**

biologiya fanlari doktori, dotsent, laboratoriya mudiri,

“TIQXXMI” Milliy Tadqiqot Universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti,

Toshkent Turin Politehnika Universiteti,

**Xadjieva Zuhra Baxram Qizi**

“TIQXXMI” Milliy Tadqiqot Universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti,

**Xolmurodova Madinabonu Dilmurod qizi**

“TIQXXMI” Milliy Tadqiqot Universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti,

**Djanpulatova Zilolaxon Alisher qizi,**

“TIQXXMI” Milliy Tadqiqot Universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti.

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot qattiq chiqindilarni boshqarish sohasida olib borilgan ilmiy izlanishlarni bibliometrik tahlil orqali o‘rganishga qaratilgan. 1993–2024 yillar oralig‘ida “Waste Management” jurnalida chop etilgan 928 ta ilmiy maqola tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, chiqindilarni boshqarish bo‘yicha ilmiy izlanishlar yildan-yilga ortib bormoqda. Ayniqsa, poligon chiqindilarini kamaytirish, qayta ishlash, chiqindilardan energiya ishlab chiqarish kabi yo‘nalishlar dolzarb hisoblanadi. Tahlil davomida Yevropa mamlakatlari chiqindilarni energiya manbaiga aylantirishda yetakchi, AQSh esa qayta ishlash va chiqindilarni yoqish usullaridan keng foydalanishi aniqlandi. Janubi-Sharqiy Osiyo mamlakatlari esa chiqindilarni ajratish va mahalliy darajada qayta ishlashga e‘tibor qaratmoqda. Bibliometrik tahlil yordamida yetakchi mualliflar, ilmiy tashkilotlar va asosiy ilmiy hamkorlik tarmoqlari aniqlanib, ilmiy tadqiqotlarning qaysi yo‘nalishda rivojlanayotgani o‘rganildi. Tadqiqot chiqindilarni iqtisodiy jihatdan foydali resursga aylantirish va innovatsion texnologiyalarni joriy etish kelajakda muhim yo‘nalish bo‘lishini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar:** qattiq chiqindilarni boshqarish, poligon chiqindilari, chiqindilarni qayta ishlash, bibliometrik tahlil

**Аннотация.** В данном исследовании проведён библиометрический анализ научных работ в области управления твердыми отходами. Было проанализировано 928 научных статей, опубликованных в журнале Waste Management в период с 1993 по 2024 годы. Результаты показывают, что исследования в области управления отходами с каждым годом набирают обороты. Особенно актуальными направлениями являются сокращение отходов на полигонах, переработка и получение энергии из отходов. Анализ выявил, что европейские страны лидируют в преобразовании отходов в энергию, тогда как США широко используют переработку и методы сжигания отходов. Страны Юго-Восточной Азии, в свою очередь, делают акцент на сортировке отходов и развитии локальных систем переработки. Библиометрический анализ позволил определить ведущих авторов, научные организации и ключевые научные коллаборации, а также выявить тенденции развития в данной области. Исследование подчеркивает важность превращения отходов в экономически ценные ресурсы и внедрения инновационных технологий в будущем.

**Ключевые слова:** управление твердыми отходами, полигонные отходы, переработка отходов, библиометрический анализ

**Abstract.** This study focuses on the bibliometric analysis of scientific research in the field of solid waste management. A total of 928 scientific articles published in the Waste Management journal between 1993 and 2024 were analyzed. The results indicate that research on waste management has been increasing over the years. In particular, landfill waste reduction, recycling, and energy recovery from waste are considered highly relevant topics. The analysis revealed that European countries are leading in converting waste into energy, while the United States widely utilizes recycling and incineration methods. Southeast Asian countries, on the other hand, focus on waste segregation and local recycling initiatives. The bibliometric analysis identified leading authors, research institutions, and key scientific collaborations, providing insights into the development trends in this field. The study highlights the importance of transforming waste into economically valuable resources and implementing innovative technologies in the future.

**Keywords:** solid waste management, landfill waste, waste recycling, bibliometric analysis

### Kirish.

Qattiq chiqindilarni boshqarish – bu chiqindilarni yig'ish, tashish, qayta ishlash, yo'q qilish va monitoring qilish kabi jarayonlarni o'z ichiga olgan muhim tizimdir. Ushbu jarayon chiqindilarni ekologik jihatdan xavfsiz boshqarish bilan birga, iqtisodiy va ijtimoiy omillarni ham hisobga oladi. Zamonaviy shaharlar uchun chiqindilarni samarali boshqarish atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi [1].

Ayni paytda global chiqindi ishlab chiqarish hajmining yillik 1,3 milliard tonnadan 2,2 milliard tonnagacha oshishi prognoz qilinmoqda, bu esa urbanizatsiya va iqtisodiy rivojlanish bilan bog'liq [2]. Shu sababli, chiqindilarni boshqarish shahar ekologik muvozanatini saqlash va aholining sog'lig'ini himoya qilish uchun dolzarb masalaga aylanmoqda. Turli davlatlar o'z iqtisodiy va huquqiy sharoitlariga qarab chiqindilarni boshqarish tizimlarini shakllantiradilar. Masalan, Yevropa Ittifoqida chiqindilarni kamaytirish, qayta ishlash va energiya ishlab chiqarish bo'yicha qat'iy tartiblar joriy qilingan [3]. AQSh esa chiqindilarni ko'mish va yoqish usullaridan keng foydalanadi, lekin bunda qayta ishlash darajasi ham yuqori. Janubi-Sharqiy Osiyo mamlakatlari chiqindilarni ajratish va qayta ishlashni rag'batlantirishga e'tibor qaratmoqda, Skandinaviya davlatlari esa chiqindilarni energiyaga aylantirish orqali resurslardan samarali foydalanishga intilmoqda. Ushbu turli yondashuvlar chiqindilarni boshqarish tizimining global miqyosda qanday rivojlanayotganini tushunish uchun muhimdir. Chiqindilarni boshqarish bo'yicha xalqaro tajribani chuqurroq o'rganish uchun bibliometrik tahlildan foydalanish mumkin.

Bibliometrik tahlil – bu ilmiy adabiyotlarni statistik va ma'lumotlar tahlili usullari orqali o'rganish jarayoni bo'lib, tadqiqotlarning rivojlanish tendensiyalarini, mualliflarning ta'sirini, ilmiy hamkorlik darajasini va asosiy mavzularni baholash imkonini beradi [4]. Ushbu yondashuv ekologiya va chiqindilarni boshqarish sohasida muhim o'rin tutib, qayta ishlash va chiqindilarni boshqarish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarning qaysi yo'nalishda rivojlanayotganini aniqlashga yordam beradi [5]. Bundan tashqari, bibliometrik tahlil tibbiyot, iqtisodiyot, biznes, muhandislik va texnologiya sohalari-da ham qo'llanilib, global pandemiyalar, korporativ barqarorlik va ilmiy innovatsiyalarni o'rganish uchun ishlatiladi [6].

Ushbu maqolada Waste Management jurnalida 1993–2024 yillar davomida chop etilgan 928 ta ilmiy maqola tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida maqolalarning yillar bo'yicha taqsimlanishi, mavzulari, ilmiy ishlarni chop etgan institutlar, mualliflar, tashkilotlar va ilmiy nashrlarning turlari o'rganiladi. Shuningdek, maqolalarda ishlatilgan asosiy kalit so'zlar, yetakchi hammualliflik tarmoqlari hamda ilmiy maqolalar chop etilgan yetakchi mamlakatlar haqida ham ma'lumot beriladi. Ushbu tahlil Waste Management jurnalining ilmiy taraqqiyotdagi o'rnini, unda chop etilgan ishlarning yo'nalishlari va ilmiy hamkorlik darajasini chuqurroq tushunishga yordam beradi.

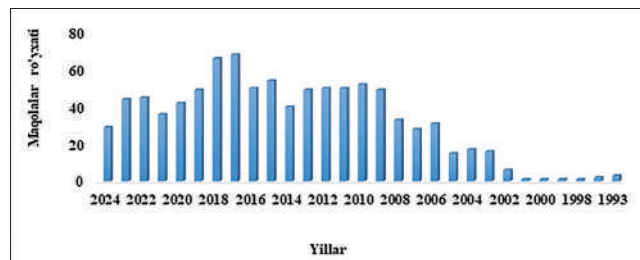
### Materiallar va usulbar.

Ushbu tadqiqot bibliometrik tahlil usuli yordamida "Waste Management" jurnalida 1993–2024 yillar davomida

nashr etilgan 928 ta ilmiy maqolani o'rganishga asoslangan. Maqolalar "landfill" (poligon) mavzusida bo'lib, faqat ingliz tilida nashr etilgan ilmiy maqolalar tanlab olindi. Ma'lumotlar Scopus ilmiy ma'lumotlar bazasidan quyidagi qidiruv so'roviga asoslanib yig'ildi: TITLE(landfill\*) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (EXACTSRCTITLE, "Waste Management")). Bu so'rov poligon bilan bog'liq barcha maqolalarni aniqlashga xizmat qiladi. Tahlil vositasi sifatida VOSviewer, Map Chart va Excel dasturlaridan foydalanildi. Ushbu tadqiqot faqat "Waste Management" jurnalida chop etilgan maqolalarni o'z ichiga oladi. Shu sababli, boshqa ilmiy manbalarda chop etilgan maqolalar ko'rib chiqilmagan. Bundan tashqari, tadqiqot faqat Scopus bazasiga asoslangan bo'lib, boshqa ilmiy ma'lumotlar bazalaridagi maqolalar hisobga olinmagan.

### Natijalar va munozara.

Ilmiy maqolalarning yillar davomida qanday o'zgarishini tahlil qilish ilmiy faollik tendensiyalarini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Quyidagi grafik turli yillarda chop etilgan maqolalar sonining dinamikasini aks ettirib, ilmiy tadqiqotlarning rivojlanish sur'ati va yo'nalishlari haqida tasavvur hosil qilishga yordam beradi.

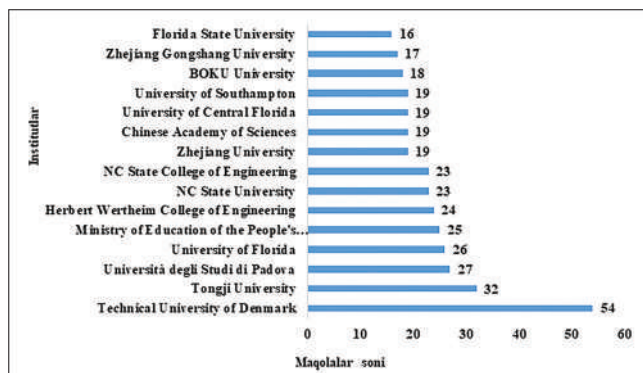


1-rasm. Ilmiy maqolalarning yillar davomida o'zgarishi va dinamikasi

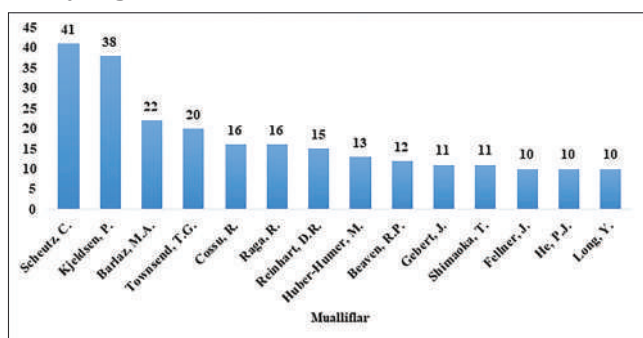
1-rasmda yillar davomida chop etilgan ilmiy maqolalar sonining o'zgarishini aks ettiradi. Eng yuqori ilmiy faollik 2010-2016 yillarda kuzatilgan bo'lib, har yili 60-80 ta maqola chop etilgan. Ushbu davr umumiy nashrlarning 30-35% ini tashkil qiladi. 2006-2010 yillarda ham nashr faolligi yuqori bo'lib, maqolalar soni 50-70 ta oralig'ida bo'lgan. 2018-yildan boshlab maqolalar sonida biroz pasayish kuzatilgan bo'lsa-da, ilmiy faollik hali ham barqaror saqlanib qolgan. Eng so'nggi yillar (2022-2024) da har yili 30-50 ta maqola chop etilgan bo'lib, bu ilmiy tadqiqotlarning izchil davom etayotganini ko'rsatadi. Shuningdek, 2000-yildan keyin ilmiy maqolalar soni sezilarli darajada ortgan, 2010-2016 yillarda esa eng yuqori cho'qqiga chiqqan. Keyingi yillarda nashr faolligi biroz kamaygan bo'lsa-da, ilmiy tadqiqotlar izchil davom etmoqda. Ushbu grafik ilmiy izlanishlarga bo'lgan qiziqishning ortib borayotganini hamda sohaning rivojlanayotganini tasdiqlaydi.

Ilmiy tadqiqotlarning sifati va hajmi universitet hamda ilmiy muassasalarning akademik faolligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Turli universitetlarning ilmiy maqolalar chop etish darajasi ularning tadqiqotga qo'shayotgan hissasi va xalqaro ilmiy maydondagi nufuzini aks ettiradi. Quyidagi 2-rasmda turli universitet va ilmiy muassasalar tomonidan chop etilgan maqolalar soni keltirilgan. Eng ko'p ilmiy maqola

Technical University of Denmark tomonidan chop etilgan bo'lib, ularning soni 54 tani tashkil etadi, bu esa umumiy maqolalar sonining 5.81% ini tashkil qiladi. Tongji University 32 ta maqola bilan ikkinchi o'rinda turadi. Università degli Studi di Padova va University of Florida mos ravishda 27 va 26 ta maqola chop etib, keyingi o'rinlarni egallaydi (har biri 2.9% ulushga ega). Shuningdek, Ministry of Education of the People's Republic of China, Herbert Wertheim College of Engineering, NC State University va NC State College of Engineering har biri 20 tadan ortiq maqola chop etgan. Zhejiang University, Chinese Academy of Sciences, University of Central Florida va University of Southampton kabi bir nechta universitetlar esa 19 ta maqola bilan ro'yxatda qayd etilgan. Eng kam ilmiy maqolalar Florida State University ga tegishli bo'lib, ushbu muassasa 16 ta maqola chop etgan. Umuman olganda, ushbu ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, Technical University of Denmark ilmiy maqolalar soni bo'yicha yetakchilik qilmoqda. Bu esa universitetning ilmiy faolligi va nufuzini ko'rsatadi. Boshqa universitetlar ham ilmiy tadqiqotlarga sezilarli hissa qo'shgan bo'lib, ularning faoliyati ilmiy jamoatchilik uchun muhim ahamiyat kasb etadi.



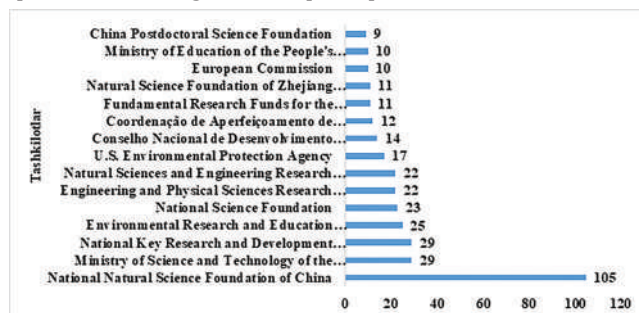
2-rasm. Ilmiy maqolalar chop etgan institutlar reytingi



3-rasm. Eng ko'p ilmiy maqola chop etgan mualliflar

Ilmiy maqolalar soni tadqiqotchilarning faolligi va ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini baholashda muhim mezon hisoblanadi. Nashr etilgan maqolalar mualliflarning ilmiy jamiyatga qo'shgan hissasini aks ettirib, sohaga bo'lgan qiziqish va rivojlanish darajasini ko'rsatadi. Ushbu grafik turli mualliflar tomonidan chop etilgan ilmiy maqolalar sonini tariflaydi. Eng ko'p ilmiy maqola yozgan muallif Scheutz C. bo'lib, u 45 ta maqola bilan yetakchilik qiladi. Bu esa 928 ta umumiy maqolaning 4.8% ini tashkil etadi.

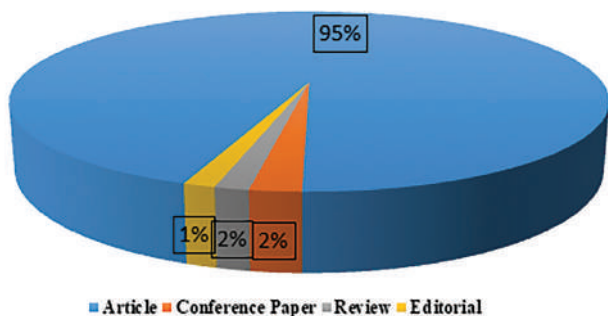
Kjeldsen P. ham yuqori faollikka ega bo'lib, 41 ta maqola bilan ikkinchi o'rinda joylashgan. Bundan tashqari, Bardos R.P. (4.1%), Townsend T.G. (2.4%) va Cost R. (2.2%) ham ilmiy faol tadqiqotchilar qatoriga kiradi. Keyingi o'rinlarda Reinhart D.R., Buga R., Frumrer M., Beaven R.P., Gebert J. va Shimada T. kabi mualliflar joylashgan bo'lib, ular 10 dan ortiq maqola chop etgan. Ularning hissasi 1.2% dan 1.7% gacha bo'lgan foizni tashkil qiladi. Top-10 talikka kirgan mualliflar orasida eng kam maqola chop etgan tadqiqotchilar Fellner J., He P.J. va Long Y. bo'lib, ularning har biri 10 tadan maqola chop etgan. Ushbu 3-rasmdan ko'rinib turibdiki, Scheutz C., Kjeldsen P. va Bardos R.P. ilmiy maqolalar soni bo'yicha yetakchi hisoblanadi. Bu ularning tadqiqot sohasidagi yuqori faolligini va ilmiy jamiyatga qo'shayotgan muhim hissasini aks ettiradi. Boshqa mualliflar ham o'z ilmiy izlanishlari orqali sohaga sezilarli hissa qo'shib, tadqiqotlarning yanada keng qamrovli bo'lishiga xizmat qilmoqda.



4-rasm. Ilmiy tadqiqotlarni moliyalashtiruvchi tashkilotlar va ularning hissasi

Ilmiy tadqiqotlarning rivojlanishida moliyaviy qo'llab-quvvatlash muhim ahamiyat kasb etadi. Turli tashkilotlar bu jarayonga o'z hissasini qo'shib, tadqiqotlarning amalga oshirilishiga va yangi ilmiy natijalarga erishishga yordam bermoqda. Quyidagi 4-rasm turli muassasalar tomonidan moliyalashtirilgan va qo'llab-quvvatlangan ilmiy maqolalar sonini aks ettiradi. Ushbu ma'lumotlar qaysi tashkilotlar ilmiy tadqiqotlarni faol qo'llab-quvvatlayotgani va ularning ilmiy taraqqiyotga ta'siri haqida tushuncha beradi. Eng ko'p ilmiy maqolalar National Natural Science Foundation of China tomonidan moliyalashtirilgan bo'lib, ularning soni 105 ta ni tashkil etadi va bu tashkilot yetakchi o'rinda turibdi. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Environmental Research and Education Foundation, Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada kabi tashkilotlar esa 20 tadan ilmiy ishni moliyalashtirgan bo'lib, bu umumiy maqolalar sonining 3.1% ini tashkil etadi. Bundan tashqari, Natural Science Foundation of Zhejiang Province hamda Ministry of Education of the People's Republic of China har biri 9-10 ta ilmiy maqolani qo'llab-quvvatlagan. Grafikda, shuningdek, qizil chiziq shaklida kumulativ (yig'indi) trend ko'rsatilgan bo'lib, u umumiy ilmiy maqolalar sonining qanday ortib borayotganini aks ettiradi. Ushbu ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, National Natural Science Foundation of China ilmiy tadqiqotlarni eng ko'p qo'llab-quvvatlovchi tashkilot hisoblanadi. Boshqa tashkilotlar nisbatan kamroq moliyalashtirishga ega bo'lsa-da, ular ham ilmiy izlanishlarga

muhim hissa qo'shmoqda. Bu turli moliyaviy manbalar ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishda qanday rol o'ynashini tushunishga yordam beradi.



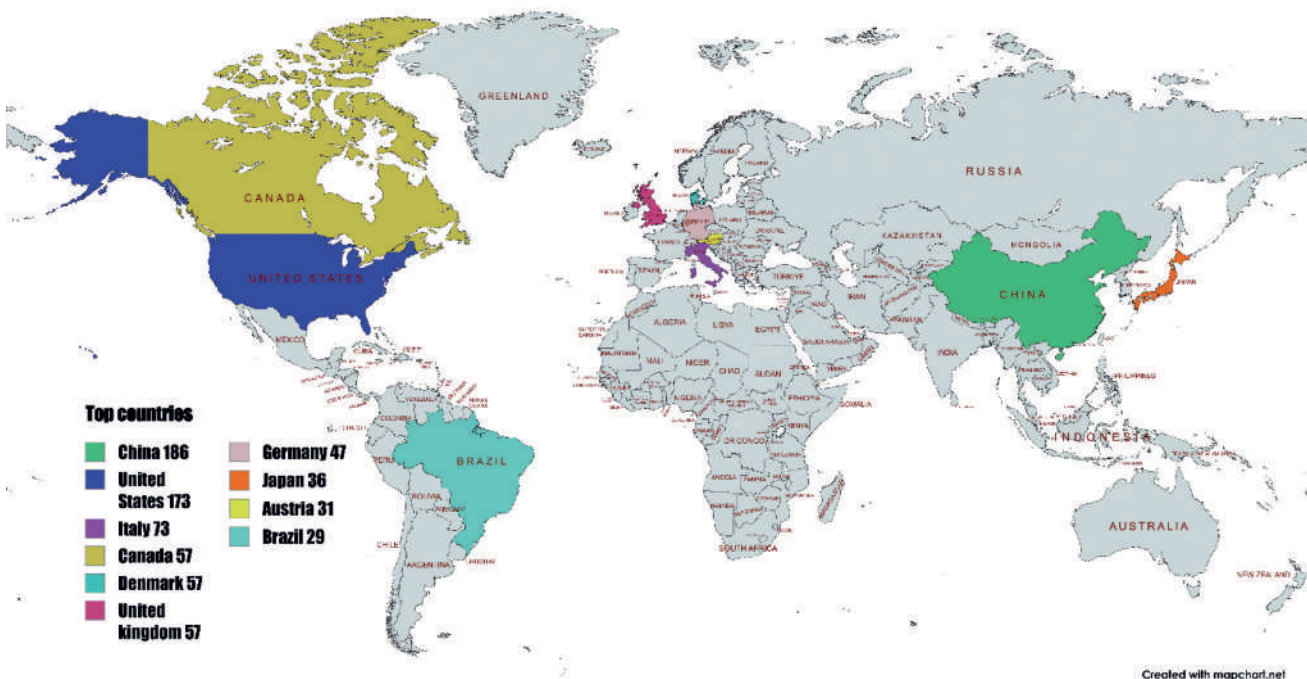
**5-rasm. Ilmiy nashrlarning turli janrlarga bo'lingan ulushi**

Ilmiy nashrlarning turlari va ularning taqsimoti akademik izlanishlarning yo'nalishi va xususiyatlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Turli maqola turlari ilmiy bilimlarning tarqalish usullarini aks ettirib, tadqiqotchilarning o'z natijalarini qanday formatda chop etayotganini ham ko'rsatadi. Ushbu 5-rasm 1993–2024-yillar oralig'ida nashr etilgan 928 ta maqola ning turli janrlarga bo'lingan taqsimotini aks ettiradi. Diagramma bo'laklarga ajratilgan bo'lib, har bir bo'lak tegishli maqola turining umumiy hajmdagi ulushini ifodalaydi. Maqola 95% (882 ta maqola), Konferensiya maqolasi 2% (19 ta maqola), Tahliliy maqola 2% (19 ta maqola), Tahririyat maqolasi 1% (9 ta maqola). Ko'rinib turibdiki, ilmiy nashrlarning asosiy qismini oddiy ilmiy maqolalar tashkil etadi, ya'ni 95% ulush bilan eng keng tarqalgan janr hisoblanadi. Konferensiya materiallari va tahliliy maqolalar har biri 2% ulushga ega, bu esa ushbu maqola turlarining ilmiy hamjamiyatda nisbatan kamroq uchrashini ko'rsatadi. Eng kam uchraydigan janr esa

tahririyat maqolalari bo'lib, ular faqat 1% ni tashkil qiladi. Ushbu taqsimot ilmiy nashrlarning sohaga ko'ra qanday shakllanganligini, qaysi turdagi maqolalar tadqiqotchilar orasida eng mashhurligini va ilmiy natijalarni chop etishning asosiy formatlarini tushunishga yordam beradi.

Ilm-fan va tadqiqot sohasida xalqaro hamkorlik tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Turli mamlakatlarning ilmiy nashrlardagi hissasi nafaqat ularning ilm-fan rivojiga qo'shgan ulushini, balki global muammolarni hal etishga qaratilgan sa'y-harakatlarini ham aks ettiradi. Yuqoridagi ma'lumotlar muayyan tadqiqot yo'nalishida yetakchilik qilayotgan davlatlarni tahlil qiladi va ularning ilmiy maqolalar soni bo'yicha o'rnini ko'rsatib beradi. Mazkur 6-rasmdagi xarita muayyan tadqiqot sohasida yetakchi mamlakatlarni vizual tarzda ifodalaydi. Xaritaning pastki qismida "Eng yaxshi mamlakatlar" ro'yxati keltirilgan bo'lib, har bir mamlakat turli ranglar bilan belgilangan va tegishli sonli qiymatlar bilan ko'rsatilgan. 1993–2024 yillar oralig'ida 78 ta mamlakat birgalikda jami 928 ta maqola chop etgan. Ushbu davr mobaynida Xitoy 186 ta nashr bilan yetakchilik qilib, umumiy maqolalarning taxminan 20% ini tashkil qilgan. 8-rasmda ko'rsatilganidek, AQSh ham muhim hissa qo'shib, 173 ta maqola chop etgan. Bundan tashqari, Italiya, Kanada, Daniya va Buyuk Britaniya har biri 50 dan ortiq maqola nashr etib, yetakchi mamlakatlar qatoridan joy olgan. Shuningdek, Germaniya, Yaponiya va Avstriya ham e'tiborga molik bo'lib, ushbu uch mamlakatning har biri 30 dan ortiq maqola chop etgan.

Ilmiy izlanishlarda hamkorlik muhim rol o'ynaydi, chunki u yangi g'oyalar almashinuvi, izlanish samaradorligini oshirish va ilmiy natijalarning keng tarqalishiga yordam beradi. Olimlar o'rtasidagi hamkorlikni tahlil qilish orqali ilmiy tarmoqlarning tuzilishi, eng faol mualliflar va ularning o'zaro bog'liqligi aniqlanadi. Yuqoridagi tahlil aynan shu



**6-rasm. Yetakchi mamlakatlarning ilmiy nashrlardagi hissasi**



chiqindilarni energiya manbaiga aylantirish bo'yicha ilg'or tajribaga ega ekanligi, AQSh esa qayta ishlash va chiqindilarni yoqish usullaridan keng foydalanayotgani aniqlandi. Janubi-Sharqiy Osiyo mamlakatlarida esa chiqindilarni ajratish va mahalliy darajada qayta ishlash usullari rivojlanmoqda.

Ushbu tadqiqot chiqindilarni boshqarish sohasidagi ilmiy tadqiqotlarning asosiy mavzulari, ilmiy hamkorlik darajasi va yetakchi mualliflar tarmog'ini aniqlashga yordam

berdi. Tadqiqotda bibliometrik tahlil va VOSviewer dasturi yordamida ilmiy aloqalar va muhim kalit so'zlar tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, chiqindilarni boshqarish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar nafaqat ekologik barqarorlikni ta'minlash, balki iqtisodiy va texnologik rivojlanishga ham xizmat qiladi. Kelajakda chiqindilarni kamaytirish, innovatsion qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish va chiqindilarni iqtisodiy jihatdan foydali resursga aylantirish bo'yicha ilmiy izlanishlarni yanada kengaytirish lozim.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Einhäupl P, Krook J, Svensson N, Van Acker K and Van Passel S 2019 Eliciting stakeholder needs – An anticipatory approach assessing enhanced landfill mining *Waste Manag.* **98** 113–25
2. Kaza S, Yao L C, Bhada-Tata P and Van Woerden F 2018 *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* (Washington, DC: World Bank)
3. Wilson K S, Kootbodien T, Made F, Mdleleni S, Tlotleng N, Ntlebi V and Naicker N 2022 Men and women waste pickers on landfills in Johannesburg, South Africa: divergence in health, and socioeconomic status *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **95** 351–63
4. Aria M and Cuccurullo C 2017 bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis *J. Informetr.* **11** 959–75
5. Büyükkidik S 2022 A Bibliometric Analysis: A Tutorial for the Bibliometrix Package in R Using IRT Literature *Eğitimde Ve Psikolojide Ölçme Ve Değerlendirme Derg.* **13** 164–93
6. Rashid S W, Shwan D M S and Rashid K A 2022 Physicochemical Characterization and Evaluation of Seasonal Variations of Landfill Leachate and Groundwater Quality around Tanjaro Open Dump Area of Sulaymaniyah City, Kurdistan, Iraq *J. Chem.* **2022**
7. Krook J, Svensson N and Eklund M 2012 Landfill mining: A critical review of two decades of research *Waste Manag.* **32** 513–20
8. Bhatnagar A, Kaczala F, Burlakovs J, Kriipsalu M, Hogland M and Hogland W 2017 Hunting for valuables from landfills and assessing their market opportunities A case study with Kudjape landfill in Estonia *Waste Manag. Res. J. Sustain. Circ. Econ.* **35** 627–35
9. Jones P T, Geysen D, Tielemans Y, Van Passel S, Pontikes Y, Blanpain B, Quaghebeur M and Hoekstra N 2013 Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review *J. Clean. Prod.* **55** 45–55
10. Van Eck N J and Waltman L 2010 Software survey: VOSviewer; a computer program for bibliometric mapping *Scientometrics* **84** 523–38

# RANGELAND ASSESSING: BIBLIOMETRIC ANALYSIS FROM 1994 TO 2024

**Bahodirova Shaxlo Burxonovna,**

PhD student, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,

**Rajabov Toshpo'lot Fayzulloevich,**

DSc., Associate professor, Institute of Agrobiotechnologies and Food Security, Samarkand State University,

**Kannazarova Zulfiya Tolibayevna,**

PhD student, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University.

**Abstract.** Research evaluations are essential for comprehending patterns and advancements in the field and for directing future investigations. A bibliometric analysis was performed on 197 Scopus documents spanning the years 1994 to 2024. The publications, significant authors, papers, leading contributing nations, journals, publishers, organizations, and growth patterns of keywords associated with rangeland assessing are the main subjects of this study. This study's primary objectives were to identify trend indicators for rangeland assessing. This article has examined the different methods of rangeland assessing used in different countries. Bibliometric analysis indicated that global research on rangeland assessing would be enhanced by increasing scientific collaboration on this subject, alongside sustained longitudinal studies and the sustainable incorporation of rangeland assessing research into future agricultural frameworks.

**Keywords:** Bibliometric analysis, Rangeland assessment, Scientific collaboration, Agricultural systems, Research trends

**Аннотация.** Оценки исследований необходимы для понимания закономерностей и достижений в этой области и для направления будущих исследований. Библиометрический анализ был выполнен по 197 документам Scopus, охватывающим период с 1994 по 2024 год. Публикации, значимые авторы, статьи, ведущие страны-участники, журналы, издатели, организации и модели роста ключевых слов, связанных с оценкой пастбищных угодий, являются основными предметами этого исследования. Главными целями этого исследования были определение индикаторов тенденций для оценки пастбищных угодий. В этой статье были рассмотрены различные методы оценки пастбищных угодий, используемые в разных странах. Библиометрический анализ показал, что глобальные исследования по оценке пастбищных угодий будут улучшены за счет расширения научного сотрудничества по этой теме, наряду с устойчивыми продольными исследованиями и устойчивым включением исследований по оценке пастбищных угодий в будущие сельскохозяйственные структуры.

**Ключевые слова:** Библиометрический анализ, Оценка пастбищ, Научное сотрудничество, Сельскохозяйственные системы, Направления исследований

**Аннотация.** Tadqiqot baholari ushbu sohadagi namunalarni va yutuqlarni tushunish va kelajakdagi tadqiqotlarni boshqarish uchun zarurdir. 1994 yildan 2024 yilgacha bo'lgan 197 ta Scopus hujjatlarida adabiy tahlil o'tkazildi. Nashrlar, muhim mualliflar, maqolalar, yetakchi hissa qo'shayotgan davlatlar, jurnallar, nashrlar, tashkilotlar va yaylovlarni baholash bilan bog'liq kalit so'zlarning o'sishi ushbu tadqiqotning asosiy mavzulari hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi yaylovlarni baholash tendentsiya ko'rsatkichlarini aniqlash edi. Ushbu maqolada turli mamlakatlarda qo'llaniladigan yaylovlarni baholashning turli usullari ko'rib chiqilgan. Adabiy tahlil shuni ko'rsatdiki, yaylovlarni baholash bo'yicha global tadqiqotlar ushbu mavzu bo'yicha ilmiy hamkorlikni ko'paytirish, shuningdek, uzunlamasina tadqiqotlar va yaylovlarni baholash bo'yicha tadqiqotlarni kelajakdagi qishloq xo'jaligi tizimlariga barqaror kiritish orqali yaxshilanadi.

**Kalit so'zlari:** Adabiy tahlil, Yaylovlarni baholash, Ilmiy hamkorlik, Qishloq xo'jaligi tizimlari, Tadqiqot tendensiyalari

## Introduction.

The assessment of rangelands is a critical component of sustainable agricultural and environmental management. Over the years, numerous methodologies have been developed and applied to evaluate rangeland conditions, productivity, and sustainability [1]. Rangelands are one of the most extensive terrestrial ecosystems on Earth, covering nearly half of the global land surface [2]. These ecosystems play a crucial role in supporting biodiversity, livestock grazing, and sustaining rural livelihoods, especially in arid and semi-arid regions [3]. However, due to increasing anthropogenic pressures such as overgrazing, climate change, land degradation, and unsustainable land use practices, rangelands are facing serious ecological challenges that

threaten their productivity and resilience [4]. Rangeland assessment is a fundamental process used to evaluate the condition, trend, and sustainability of these landscapes [5]. By systematically measuring vegetation cover, soil health, forage availability, and other ecological indicators, rangeland assessments help land managers and policymakers make informed decisions aimed at sustainable use and restoration. The integration of traditional field-based assessments with modern tools such as remote sensing, geographic information systems (GIS), and ecological modeling has significantly improved the accuracy and scalability of rangeland monitoring [6]. This article explores the methods and importance of rangeland assessment, highlighting its role in sustainable land management, ecosystem restoration,

and climate resilience [7]. It also examines recent advances in technology and data integration that enhance the capacity to monitor rangeland dynamics over time and space [8]. Understanding the evolution of research in this field is essential for identifying key trends, influential studies, and future directions for investigation [9]. Bibliometric analysis serves as an effective tool for quantifying research output, mapping scientific contributions, and revealing collaboration patterns across disciplines and regions [10]. This study conducts a bibliometric analysis of 197 Scopus-indexed documents published between 1994 and 2024 on the topic of rangeland assessment. The primary objective is to explore publication trends, identify leading authors, institutions, and journals, and assess the global research landscape on rangeland evaluation [11]. Additionally, key themes and emerging topics in the field are examined to provide insights into the evolution of rangeland assessment methodologies and their integration into sustainable agricultural systems [12]. The findings of this study will contribute to a better understanding of how rangeland assessment research has evolved over the past three decades and will highlight opportunities for future studies [13]. The results are expected to support researchers, policymakers, and practitioners in improving methodologies, fostering international collaboration, and promoting the sustainable management of rangelands worldwide [14].

#### Materials and Methods.

In this review, we searched for publications on regional knowledge from the research done. The research was carried out on the most widely used bibliographic online databases Scopus for period of 1994-2024. The analysis was carried out in November 2024. A total of 197 publications sorted out for the further analysis on rangeland issue.

For the searching process, relevant information, such as keyword “rangeland” and all articles in English, were added to a spreadsheet. Article = (“rangeland”), document type = “article”, timespan = “1994-2024”, Subject area = Environmental Science, Earth, Agricultural and Social Sciences.

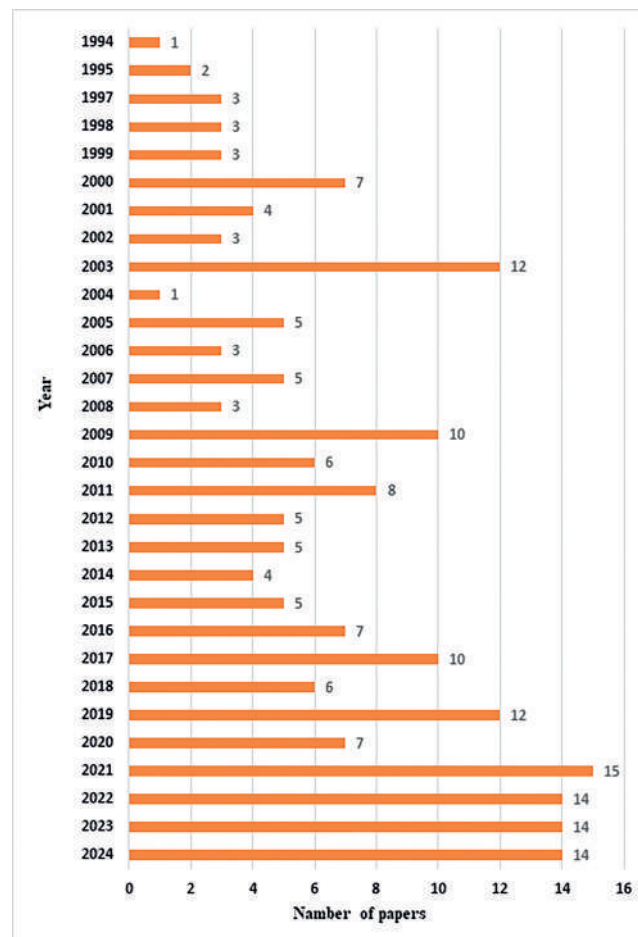
**Bibliometric Analysis.** Data obtained in CSV format were uploaded to Excel and subsequently, a bibliometric analysis. Before starting the analyses, the data was thoroughly checked for errors. The reviewed articles were analyzed and the most relevant ones were identified, as well as corresponding authors, that is, those who created the most articles. The articles from the search were assessed and classified according to diverse aspects: number of papers per year, document type, top list of papers, top list of the journals, top list of top funding sponsors, distribution by subject categories and by journals, and affiliation by country and institution. Finally, the co-authors and co-occurrence of keywords were analyzed to explore the knowledge components and structure of the research domain by identifying clusters of the most common keywords in the literature.

#### Results and discussion.

*Trend of publication on rangeland in world countries.* Many countries in the region are conducting scientific research to

find ways to assess rangelands so that they can protect their ecosystems. A total of 197 papers were published between 1994 and 2024 on rangeland issues in many countries. (Fig. 1).

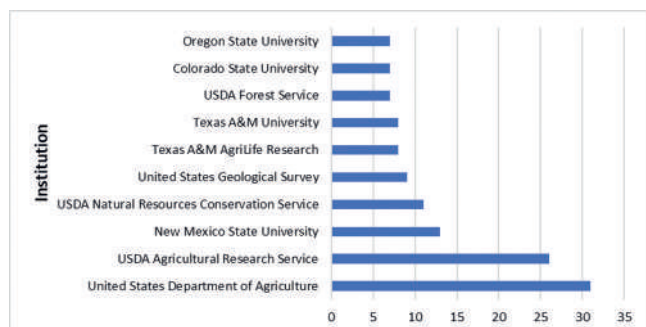
Institutions are classified according to the quality of the articles they publish.



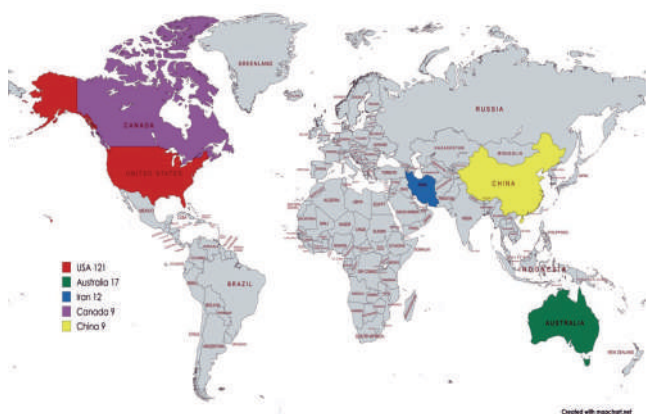
**Figure 1. Annual production of articles on rangeland assessment**

In the period for 30 years, one hundred sixty different institution cooperated to publish 197 papers related to rangeland science. Our analysis of the top10 institutes' publications on rangeland allowed to determine the influential and productive institutions in this field. As indicated Figure 2, of the 10 institutions, all of them were from The United States. Between these, “United States Department of Agriculture” occupies the first position in record rank (31records), followed by “USDA Agricultural Research Service” (26 records) and “New Mexico State University” (13 records), “USDA Natural Resources Conservation Service” (11 records)

The number of publications by ten most productive countries in the field of rangeland research between 1994 and 2024 is follows: The United states dominated with 121 publications, followed by Australia with 17, Iran with 12, Canada, Chine, South Africa each with 9, the United Kingdom with 8, Spain with 5, Turkey with 5, Italy with 4 (Figure 3).



**Figure 2. List of top institutions on rangeland assessment**



**Figure 3. List of top countries on rangeland assessment**

The objectives of this study were to analyze the existing knowledge on rangeland scale and identify through a systematic review the scientific articles and research areas that have had the greatest impact on the topic. In this scientometric analysis showed that articles published over 30 years have the highest results on rangeland studies in the last 8 years. Annual production of articles on rangeland during the period 1994-2024 in the world countries. In the periods show that the interest in the rangeland theme with the agriculture lands started from the environmental problem-solution relationship, in the slightly growth period we can see the importance of monitoring rangeland ecosystems and during this period, in terms of publishing efficiency, the United States of America were the leader, related environments and stable growth period shows the strengthening of research in this academic field with various topics. From the analyses on rangeland monitoring countries, the United States of America are leading among top of institutions, top of authors, top of countries and top of funding sponsors for the rangeland research.

The analyzing criteria is the name of publishing country and impact factor of the top 15 journals (Table 1). Of these seven journals were published five from the Netherlands, two of them from UK. The average impact factor of the journals with the highest number of articles was 3,63. Among the seven journals the Journal of Range Management had the highest impact factor and the Rangeland ecology and Management had the highest number of publications in this field.

Table 1.

**Top journals on rangeland**

Scopus source title	Number of publications
Rangeland ecology and Management	20
Rangeland	23
Arid Land Research and Management	8
Environmental Monitoring and Assessment	8
Ecological Indicators	5
Journal of Arid Environments	5
Journal of Environmental Management	5

Table 2

**Top citation journals on rangeland**

Name of journal	Number of citations
Journal of Range Management	615
Rangeland Ecology and Management	553
Agriculture, Ecosystems and Environment	371
Ecological Indicators	288
Environmental Monitoring and Assessment	194
Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands	190
Catena	183
Transactions of the ASABE	123
Rangelands	108
Arid Land Research and Management	106

In table 2 we analyzed top journals which published the greatest citations of papers. Taking into consideration this factor, we decided to investigate top-cited journals on rangeland. Firstly, we sorted source names alphabetically of excel extension file of 197 documents. Then step-by-step total papers` citations are summarized by each journal. Interestingly, at the result we got updating list with potential journal names. Initial 10 journals selected and shown in Table 2. As a result of the number of citations, the first ranked journal with 615 documents by publication rate emerged as the best journal. Five journals: Journal of Range Management, Rangeland Ecology and Management, Agriculture, Ecosystems and Environment, Ecological Indicators, Environmental Monitoring and Assessment are ranked as a top cited journal (Table 2). Four journals: Rangeland ecology and Management, Rangeland, Arid Land Research and Management, Environmental Monitoring and Assessment have a greater number of publications on rangeland issue in the world (Table 1).

**Conclusion.**

This bibliometric analysis provides a comprehensive overview of the research landscape on rangeland assessment

over the past three decades. The study highlights significant growth in publication trends, increased international collaboration, and the emergence of advanced methodologies in rangeland evaluation. Key contributors, including leading institutions, and countries, have played a crucial role in shaping the field and driving its progress. The results emphasize the need for continued interdisciplinary collaboration and the development of innovative techniques to enhance rangeland assessment accuracy and applicability. Future research should focus on integrating remote sensing technologies, machine learning approaches, and participatory

assessment methods to ensure sustainable rangeland management. Additionally, addressing regional and global challenges, such as climate change and land degradation, remains a priority for advancing rangeland assessment strategies. By shedding light on the evolution and current state of rangeland research, this study provides valuable insights for researchers, policymakers, and land managers. Strengthening research networks and fostering knowledge exchange will be essential for improving rangeland evaluation techniques and promoting sustainable agricultural practices worldwide.

## REFERENCES

1. Pallant, M, P.L Shaver, D.A Pyke, and J.E. Herrick. 2020. *Interpreting Indicators of Rangeland Health*. Vol. 5. 1734–6. Colorado.
2. Pater, B, and Landres. 1992. "Ecological Indicator: Panacea or Liability?"
3. Pelser, A.J. 2001. "Socio-Cultural Strategies in Mitigating Drought Impacts and Water Scarcity in Developing Nations" 30.
4. Pyke, David A., Jeffrey E. Herrick, Patrick Shaver, and Mike Pellant. 2002. "Rangeland Health Attributes and Indicators for Qualitative Assessment." *Journal of Range Management* 55 (6): 584. <https://doi.org/10.2307/4004002>.
5. Scrimgeour, Garry J., and Dan Wicklum. 1996. "Aquatic Ecosystem Health and Integrity: Problems and Potential Solutions." *Journal of the North American Benthological Society* 15 (2): 254–61. <https://doi.org/10.2307/1467951>.
6. Kannazarova, Z., Juliev, M., Abuduwaili, J., Muratov, A., Bekchanov, F., 2024a. Drainage in irrigated agriculture: Bibliometric analysis for the period of 2017–2021. *Agricultural Water Management* 305, 109118. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109118>
7. Kannazarova, Z., Juliev, M., Muratov, A., Abuduwaili, J., 2024b. Groundwater in the commonwealth of independent states: A bibliometric analysis of scopus-based papers from 1972 to 2023, emphasizing the significance of drainage. *Groundwater for Sustainable Development* 25, 101083. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101083>
8. Briske, D. D. (Ed.). (2017). *Rangeland systems: Processes, management and challenges*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2>
9. Herrick, J. E., Van Zee, J. W., Havstad, K. M., Burkett, L. M., & Whitford, W. G. (2005). *Monitoring manual for grassland, shrubland and savanna ecosystems* (Vol. I and II). USDA-ARS Jornada Experimental Range.
10. Bastin, G. N., Scarth, P., Chewings, V. H., Sparrow, A. D., Denham, R., Schmidt, M., & O'Reagain, P. J. (2012). Separating grazing and rainfall effects at regional scale using remote sensing imagery: A dynamic reference-cover method. *Remote Sensing of Environment*, 121, 472–485. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.02.021>
11. Tueller, P. T. (1989). Remote sensing technology for rangeland management. *Journal of Range Management*, 42(6), 442–453. <https://doi.org/10.2307/3899568>
12. Hunt, E. R., Everitt, J. H., Ritchie, J. C., Moran, M. S., Booth, D. T., Anderson, G. L., ... & Schmugge, T. J. (2003). Applications of remote sensing to rangeland assessment and monitoring. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(6), 675–693.
13. Booth, D. T., Cox, S. E., & Meikle, T. W. (2005). Monitoring rangeland watershed condition using MODIS NDVI data. *Ecological Indicators*, 5(3), 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.03.005>
14. Karl, J. W., & Herrick, J. E. (2010). Monitoring and assessment based on ecological sites. *Rangelands*, 32(6), 60–64. <https://doi.org/10.2111/RANGELANDS-D-10-00059.1>

# O'ZBEKISTONDA EKOLOGIK TA'LIM VA TARBIYA TIZIMINING SHAKLLANISHIGA ASOSIY OMILLAR

Imamova Sayyora Yakubbayevna,  
Oliy Majlis Qonunchilik palatasi deputati,  
Alixanov Boriy Botirovich,  
Oliy Majlis Qonunchilik palatasi deputati.

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada asosan qadimgi davrdan boshlab to bugunga qadar tabiat xodisalari va tabiat bilan bog'liq ta'lim -tarbiya bayon etilgan, Shuningdek, maqolada G'arb va Markaziy Osiyo buyuk allomalari tabiat haqidagi fikrlari va ilmiy izlanishlari chuqur tahlil etilgan.

**Kalit so'zlar:** tamaddun, ekologiya, atrof-muhit, geodeziya, geologiya, minerologiya, namlik, qurg'oqchilik, iqlim, , relyef, koinot, yer, suv, xavo, o'simlik, ta'lim-tarbiya, tabiat.

**Аннотация.** В данной статье описаны природные явления и образования, связанные с природой с древнейших времен до наших дней. Кроме того, статья содержит глубокий анализ мыслей и научных исследований великих ученых Запада и Центральной Азии о природе

**Ключевые слова:** цивилизация, экология, окружающая среда, геодезия, геология, минералогия, влажность, засуха, климат, рельеф, космос, земля, вода, воздух, растительность, образование, природа.

**Abstract.** This article mainly describes natural phenomena and education related to nature from ancient times to the present day. The article also provides an in-depth analysis of the thoughts and scientific research of great scholars of Europe and Central Asia about nature.

**Keywords:** civilization, ecology, environment, geodesy, geology, mineralogy, humidity, drought, climate, relief, cosmos, earth, water, air, vegetation, education, nature.

## Kirish.

Tarbiyaning inson hayotiga ta'siri jahon miqiyosida ko'hna va keng qamrovli tarixga ega bo'lib, bu ta'sirni tushunish asrlar davomida o'zgarib kelgan. Asotir tafakkurga asosan tabiat ilohiy, qudratli va oldindan aytib bo'lmaydigan xodisa sifatida qabul qilingan. Insonlar tabiatning kuchlari (quyosh, yomg'ir, shamol va h.k) ularning hayoti va taqdirini boshqarishga ishonishgan. Bunda mifologiya va din muhim rol o'ynagan. Mesopotamiyada Shomash (quyosh xudosi) kabi xudolar muhim tabiat unsurlarini ifodalagan. Odamlar farovonlik uchun ularga sig'inishgan.

Misrliklar tabiatni tizimli ko'rgan bo'lib, fir'avnlr xudolar va odamlar orasida vositachi deb qabul qilingan. Quyosh aylanishi va Nil daryosi hayotning eng muhim jihatlari edi. Qadimgi Yunonistonda Geraklit va Pifagor kabi faylasuflar tabiat uyg'unligini tushunishga harakat qilishgan. Geraklit barcha xodisalar doimiy o'zgarishda va qarama-qarshiliklar kurashida ekanligini ta'kidlagan, Pifagor esa tabiatni matematik uyg'unlik deb bilgan. Qadimgi Xitoyda "Dao" ta'limoti tabiatni koinotning bir qismi deb ko'rgan va unga uyg'un yashash muhim hisoblangan.

Bu konfusiychilik amaliyotida aks etgan bo'lib, inson tabiat tartibining bir qismi sifatida ko'ringan. Tabiat bilan o'zaro munosabat O'zbekiston hududida ham muhim ahamiyatga ega bo'lgan. Bu yerda qadimdan yuksak rivojlangan sivilizatsiyalar-Qadimgi Yunon, Parfiya, So'g'd va Xorazm davlatlari mavjud bo'lgan.

Miloddan avvalgi IV asrda Iskandar Zulqarnayning Markaziy Osiyoga yurishlari Amudaryo va Sirdaryoning qishloq xo'jaligi va savdo uchun ahamiyatini ko'rsatib berdi. Qadimgi Xorazm va So'g'dda suv tizimlariga katta e'tibor

qaratilgan. Daryolar va kanallarga asoslangan sug'orish tizimi qishloq xo'jaligining rivojlanishini ta'minlagan va aholining yashash sharoitlarini yaxshilagan. Shu davrda qishloq xo'jaligi va suv texnologiyalari faol rivojlangan. Texnologiyalar rivojlanishi bilan suv inson hayoti uchun muhim muqaddas manba sifatida qabul qilingan. Kanallar va sug'orish tizimlari (masalan, mashhur Shohruhij kanali) mahalliy ekotizimning ajralmas qismi xisoblangan.

Darhaqiqat, yurtimiz azaldan insoniyatning madaniy va ilmiy merosini o'zida mujassam etgan sivilizatsiya markazlaridan biri bo'lib kelgan. Bu muqaddas zaminda Muxammad al-Xorazmiy, Abu Rayxon Beruniy, Abu Ali Ibn Sino, Mirzo Ulug'bek kabi buyuk allomalar yetishib chiqqan. Ularning ilmiy yutuqlari jahon ilm-fan va madaniyatining oltin fondiga kiritilgan.

Buyuk donishmand olim tarix, geografiya, filologiya, astronomiya, minerologiya, farmakologiya, matematika, geodeziya, geologiya va boshqa fanlarga oid 150 dan ortiq fundamental asarlar muallifi Al Xorazmiydir. Xorazmiy o'zining "Kitob surat al-arz" ("Yer surati kitobi") nomli asarida 637ta noyob tabiiy joylar, 209 ta tog'ning geografik tafsilotini bergan, dengizlar, daryolar va ummonlar havzasi shaklini, ularda joylashgan orollarning joylashuvi haqida ma'lumotlarni bayon etgan. Olim o'z asarlarida Yerning o'lchamlari haqida ham ba'zi ma'lumotlarni keltirgan va bu haqda Sharq mamlakatlarida yashab ijod qilgan geograf olimlarning asarlarida qayd etilgan.

O'rta asr Sharq fanining buyuk yutuqlaridan biri sifatida Abu Rayxon Beruniyning alohida tilga olish mumkin. Beruniy tabiatdagi barcha jarayonlar tabiiy qonunlarga bo'ysunishini ta'kidlagan va bu qonunlarni faqat ilm-fan yordamida

aniqlash mumkin deb hisoblagan. Uning matematika va astronomiya sohasidagi asarlari Xorazmning sug'oriladigan dehqonchiligi va savdo karvon yo'llarini belgilash uchun katta amaliy ahamiyatga ega bo'lgan. Beruniy ilm-fan tarixida geodeziya-relyef va yer yuzasi o'lchovlari haqidagi yangi fan asoschisi sifatida tan olingan.

Minerologiya sohasida olim o'zi ixtiro qilgan qurilma yordamida qattiq jismlar va suyuqliklarning o'ziga xos og'irliklarini o'lchagan, minerallarning tasnifini ishlab chiqqan va ularning kelib chiqishi haqidagi nazariyani ilgari surgan. Amerikalik tarixchi Jori Sarton bu buyuk olim haqida shunday ta'riflagan edi: "Astronomiya va matematika, astrologiya va geografiya, antropologiya va etnografiya, arxeologiya va falsafa, botanika va minerologiya tarixi uning buyuk nomisiz yetim bo'lib qolardi" Beruniyning "Saydana" ("Farmakognoziya") asarida mingdan ortiq shifobaxsh, 150 turdagi oddiy o'simlik va yuzdan ortiq xayvon turlari batafsil tasvirlangan. Olim arab, yunon, hind, fors, so'g'd va boshqa tillardagi manbalardan 4 mingdan ortiq o'simlik, hayvon, mineral va ulardan olinadigan moddalar haqida ma'lumot yig'ib, farmasevtika terminlarini tartibga solishda ulkan hissa qo'shgan. Beruniy o'simlik olamining inson hayotiga ta'sirini alohida ta'kidlagan.

**Sharq mutaffakirlari ilmiy merosi.** Ensiklopedik olim Abu Rayxon Beruniy o'zining "O'tgan avlodlar yodgorliklari" asarida turkiy xalqlarning muchallar sikliga asoslangan yil nomlarini keltiradi: sichqon, ot, bars, quyon, ilon, tuya, qo'y, to'ng'iz va boshqalar. "Xronologiya" va "Hindiston" esa to'liq huquqli tarixiy-etnografik asarlar deb hisoblanishi mumkin. Ayniqsa, "Hindiston" - o'rta asr adabiyotida tengsiz bo'lgan tarixiy-etnografik monografiya namunasi sanaladi.

Al-Beruniy o'z tadqiqotlarida adabiy manbaalar, xalq og'zaki an'analari, shuningdek, shaxsiy kuzatuvlariga asoslangan. U o'z asarlarida 100dan ortiq xalq va qabilalarni tilga olgan. Uning ma'lumotlari qishloq xo'jaligi sikli, dehqonchilik taqvimini, urf-odatlar, ro'zalar va bayramlar haqida qimmatli ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. "Xronologiya" asarida esa turli xalqlarning, xususan, so'g'diy va xorazmiylarning qishloq xo'jaligi taqvimlari tasvirlangan bo'lib, u yerda tabiatning xalq urf-odatlariga ta'siri ham alohida qayd etilgan.

O'zbekistonning buyuk mutaffakirlaridan yana biri - Abu Ali Ibn Sinodir. Uning "Shifo kitobi" insoniyat tarixidagi eng yirik asarlaridan biri bo'lib, bir shaxs tomonidan yozilgan eng keng qamrovli ilmiy asarlardan hisoblanadi. "Shifo kitobi" ("Kitob-usr-Shifo) 1020-yilda Hamyedonda (hozirgi Eron) yozila boshlangan va 1021-yilda Isfahonda yakunlangan.

Ibn Sinoning ilmiy tasniflash tizimiga asoslangan holda, "Tabiat fanlari" ("Fizika" yoki "Tabiat") bo'limida quyidagi uchta asosiy asar ahamiyatga ega:

1. "Tabiat to'g'risidagi mutoalalar" ("Samon Tabii");
2. "Koinot va olam" ("Osmon va jahon");
3. "Turlarning saqlab qolinishi va individlarning yo'qolishi" ("Kitob ul-Kavn va-l- fasod");

Bundan tashqari, Ibn Sino quyidagi tabiiy fanlarga oid asarlarni ham yaratgan:

- "Koinot holati" ("Axval-ul-Kaynot");
- "O'simliklar dunyosi" ("An-Nabot");

"Hayvonot olami" ("Al-Xayvon").

Ibn Sino o'zining mashhur "Tib qonuni" asarida inson salomatligi va atrof-muhit o'rtasidagi bog'liqlikka katta e'tibor qaratgan.

Shu bilan birga, atrof-muhitning holati inson salomatligi bilan o'zaro bog'liqligini tahlil etar ekan, uning ilmiy qarashlarini quyilagi jihatlar ajratib turadi.

**1. Iqlim va sog'liq.** Iqlim insonning umumiy salomatligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Havo haroratining o'zgarishi, namlik va qurg'oqchilik turli kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Sovuq iqlim shamollash kasalliklariga olib kelishi, haddan tashqari issiqlik esa organizmni zaiflashtirishi mumkin.

**2. Havo sifati.** Toza havo organizmni mustahkamlovchi omil hisoblanadi. Ifloslangan havo esa turli kasalliklarning, jumladan epidemiyalarning kelib chiqishiga sabab bo'lishi mumkin.

**3. Ichimlik suvi sifati.**

Ichimlik suvi sifati inson salomatligi uchun nihoyatda muhim. Iflos suv ichak kasalliklariga olib kelishi mumkin. Ibn Sino suvni qaynatish va tozalash muhimligini ta'kidlagan.

**4. Oziq-ovqat va ekologik omillar.**

Oziq-ovqat inson ehtiyojlariga va iqlim sharoitlariga mos kelishi zarur. Sovuq iqlimda kaloriyali va qizdiruvchi taomlar, issiq joylarda esa yengil va sovutuvchi taomlar iste'mol qilinishi kerak.

**5. Ruhiiy salomatlik va tabiat bilan bog'liqlik.**

Tabiat manzaralari, musiqa, hidlar va tovushlar inson ruhiy holatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Ruhiiy kasalliklarning oldini olish uchun inson tabiat bilan uyg'unlikda yashashi kerak.

Ibn Sinoning ilmiy merosi va Al-Beruniy taqiqotlari inson va tabiat o'rtasidagi uzviy bog'liklikni ko'rsatib beradi. Ularning ilmiy yondashuvlari bugungi ekologiya va tibbiyot sohalarida ham katta amaliyotga ega.

Ibn Sino o'zining "Tib qonunlari" asarida atrof-muhitning inson salomatligiga bo'lgan ta'sirini asosiy omillardan biri sifatida ko'rsatib chiqqan. U inson organizmi muhit sharoitlariga moslashishi muhimligini ta'kidlab, bu moslashuv organizmning balans va uyg'unlikni saqlashida, shuningdek, kasalliklarning oldingi olishda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi.

Ibn Sino fasllarning o'zgarishi inson tabiatiga mos kelishi yoki kelmasligiga bog'liq holda sog'liq holatiga ta'sir etishini qayd etadi. Har bir fasl sog'lom tabiatli insonlar uchun mos bo'lishi mumkin. Biroq, tabiati zaif yoki betob kishilar uchun ayrim fasllar zararli bo'lishi ehtimoli bor.

Buyuk mutaffakir yaxshi havo inson salomatligi uchun zarur ekanligini alohida ta'kidlaydi. Toza havo bug' va tutundan holi bo'lishi kerak. U ochiq osmon ostida bo'lishi lozim, devorlar yoki tom ostida saqlanmasligi kerak. Namlik va botqoqlik bug'lari bilan to'yingan havo zararli bo'lib, kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo'lishi mumkin. Havo shamollarga ochiq bo'lishi lozim, chunki shamollar baland va toza hududlarda esadi. Shuningdek, Ibn Sino havo sifatining o'zgarishi inson organizmiga qanday ta'sir qilishini ham tushuntiradi. Havo buzilganda, u organizmdagi suyuqliklarning ham buzilishiga sabab bo'ladi. Yomon havo,

avvalo, yurakdagi suyuqliklarga ta'sir qilib, ularni chirishga moyil qiladi. Haddan tashqari issiq havo bo'g'imlarni bo'shashtirib, ichki suyuqliklarni bug'latadi, chanqoqlikni oshiradi va ovqat hazm qilish jarayonini buzadi.

Ibn Sino suvni to'rtta asosiy elementlardan biri deb hisoblaydi va uning inson organizmidagi rolini quyidagicha izohlaydi: suv ozuqa moddalari uchun tashuvchi vosita bo'lib, ularni organizm bo'ylab yetkazib berishda yordam beradi, oziqlanish jarayoni uchun suv muhim, chunki u ovqat hazmini yaxshilaydi va ozuqa moddalari so'rilishini ta'minlaydi, eng yaxshi suv manbasi-buloq suvlari, ayniqsa, toshloq orqali oqadiganlar, botqoq yoki ifloslangan yerlar orqali oqadigan suvlar esa sog'liqqa zarar yetkazishi mumkin.

Ibn Sino o'zining "Shifo kitobi" asarida tabiat va uning inson hayotidagi o'rni haqida keng fikr yuritadi. U tabiatni quyidagicha tushuntiradi:

**1. Tabiat-harakat va o'zgarishning asosiy kuchi.** Tabiat narsalarga harakat va o'zgarish kuchini beradi yoki ularga xos mustaxkamlikni ta'minlaydi.

**2. Tabiat shakl va substansiya bilan bog'liq.** Shakl-narsa aynan o'sha narsa ekanligini belgilovchi mohiyat, Modda (substansiya)-narsaning asosiy tarkibiy qismi bo'lib, u shakl bilan birikganda jism to'liq mavjud bo'ladi.

**3. Tabiat uch xil ma'noda tushuniladi.** Shakllantiruvchi kuch sifatida (narsalar undan yaratiladi). Narsalarning mohiyati sifatida (ularning ma'nosini belgilaydi).

Shu o'rinda Sohibqiron Amir Temurning tabiatga munosabati haqida so'z yuritar ekanmiz, aytish joizki, buyuk davlat arbobi har doim mamlakatda, birinchi galda obodonchilik ishlariga alohida e'tibor qaratgan. "Temur tuzuklarida aytilishicha, Sohibqiron qo'riq va bo'z yerlarni o'zlashtirganlarni rag'batlantirgan. Tuzukda yana qarovsiz yerlarni obod qilishga, ularni hosildor yerlarga aylantirish haqidagi ko'rsatmalar ham diqqatga sazovor.

Amir Temur tabiatni, insonni sog'lomlashtirish, cho'l-biyobonlarni obodonlashtirish va dehqonchilikni rivojlantirish borasida juda ko'p hikmatli so'zlarni meros qilib qoldirgan. "...Har bir shaharda masjidlar, madrasalar, xonaqolar, hammomlar qurishni, musofir yo'lovchilar uchun yo'l ustida rabotni bino qilishni, daryolar ustida ko'priklar qurishni buyurdim. Kimki biron sahroni obod qilsa yoki biron bog' ko'kartirsa yohud biron harob bo'lib yotgan yerni obod qilsa, birinchi yili undan hech narsa olmasinlar, uchinchi yili qonun-qoidaga muvofiq xiroj yig'ilsin.

Amir Temur davrida betakror bog'lar yaratilgan va ularga o'ziga xos nomlar qo'yilgan.

Sharq allomalari yana bir buyuk inson Bobur Mirzo davlatshunoslik, tarix, tilshunoslik, san'atshunoslik, etnografiya sohalarini bo'yicha mutaffakir olim bo'lishi bilan bir qatorda ekologiya, hayvonot va nabobat olamining ham bilimdoni hisoblanadi. Uning "Boburnoma" asarida ekologiya masalasiga, tabiiy muhitni muhofaza qilish, o'zi kezgan joylar, o'z saltanatini o'rnatgan, hukmronlik qilgan hududlarning o'simlik va hayvonot dunyosi, yeri, suvi, atmosfera, havosiga taaluqli ko'plab asosi va ma'lumotlar berilgan. Davlatimiz rahbari haqli ravishda ta'kidlaganidek, "Boburning ekologiya haqida yozganlarini o'qisangiz, hozirgi davrda yashaydi, deb

o'ylaysiz. Darhaqiqat, "Boburnoma"ni o'qiganda unda bayon qidlingan joylarning ekologik holati, ya'ni o'sha diyorning o'simlik dunyosi, hayvonot olami, qushlari, yeri, obi-hayoti, iqlimi, giyohlari, meva-chevasi xususida tarixiy va ekologik nuqtai-nazardan bugungi kun uchun ham ahamiyati qimmatli bo'lgan aniq ma'lumotlarga ega bo'lamiz. Xususan, "Boburnoma"ni nabobat olamiga oid sermazmun asar deyish mumkin.

**Tabiat va inson o'rtasidagi bog'liqlik.** Ibn Sino va boshqa buyuk olimlarning asarlaridan kelib chiqib, quyidagi xulosaga kelish mumkin: Inson tabiat bilan uyg'unlikda yashashi kerak, chunki tabiat inson sog'ligini bevosita belgilaydi. Atrof-muhitning tozaligi va sifati insonning jismoniy va ruhiy holatiga ta'sir qiladi. Ilm-fan tabiatni faqat o'rganish va saqlash uchun emas, balki inson hayotini yaxshilash va sog'ligini muhofaza qilish uchun ham o'rganishi lozim. Shunday qilib, tabiatning inson hayotiga ta'siri haqidagi tushunchalar qadim zamonlardagi mistik tasavvurlardan boshlab, zamonaviy ilmiy tushunchalargacha rivojlangan.

**Ekologik konsepsiyalar va adabiyotning inson hayotidagi ahamiyati.** Ekologik konsepsiyalar tabiiy muvozanatni saqlashning muhimligini tan olib, butun insoniyat farovonligi uchun uni himoya qilish zarurligini ko'rsatadi. Adabiyot ham shaxs tarbiyasi va ma'naviy kamoloti uchun muhim vositadir. U bizning ajdodlarimiz qoldirgan ma'rifat yo'li bilan inson ruhiyatini shakllantirishda katta rol o'ynaydi. Tabiat go'zalligini shoirlar, rassomlar va yozuvchilar har doim madh etib kelgan.

Tabiatga bag'ishlangan minglab she'rlar va asarlar mavjud. Har bir millat adabiyoti xalqning rivojlanishi va kelajak avlodning ma'rifati uchun muhim ahamiyatga ega. Adabiyot avlodlar o'rtasida ko'priklar vazifasini bajarib, bilim, qadriyatlar, an'analar va madaniyatni uzatadi. Milliy o'zligimizni, tarixiy va madaniy ildizlarimizni anglashga yordam beradi, millat birligini mustahkamlaydi.

Adabiyotning ahamiyatini baholab bo'lmaydi, chunki u inson dunyoqarashini shakllantiradi, tanqidiy fikrlashni rivojlantiradi va ongli qarorlar qabul qilish qobiliyatini oshiradi. Bu esa barqaror va taraqqiy qilgan jamiyatni yaratishga hissa qo'shadi.

Adabiyot tarixi davomida yozuvchilar o'z asarlari orqali jamiyat rivojiga ta'sir o'tkazib kelgan. Masalan: Qadimgi Yunonistonda Gomer va Platon kabi faylasuf va shoirlar G'arb sivilizatsiyasining asoslarini yaratib, aql-idrok ahloqiy qadriyatlarining muhimligini ta'kidlaganlar. O'rta asrlarda adabiyot bilimlarni saqlash vositasi bo'lib, qadimiy asarlar orqali tarix kelajak avlodlarga yetkazilgan. Masalan, "Igor polki haqida so'z" (Qadimgi Rus). Ayniqsa adabiyot milliy g'urur va o'ziga bo'lgan ishonchni mustahkamlashda muhim rol o'ynashini ta'kidlash lozim. Masalan, O'zbekistonda ulug' adabiy meros mavjud bo'lib, u mumtoz adabiyot namoyandalari, jumladan, Alisher Navoiy asarlaridan boshlab, zamonaviy yozuvchilargacha davom etadi. Zamonaviy yozuvchilar ham xalqning madaniy boyligini, uning ijtimoiy qadriyatlarini tarbiyalash va milliy o'ziga xoslikni saqlashga bo'lgan intilishini aks ettirib kelgan.

Adabiyot bolalar va yoshlarda tabiat bilan bog'liqlik hissini shakllantiradi. Asarlar orqali ular atrof-muhitni faqat manzara sifatida emas, balki himoya qilish va hurmat qilish lozim bo'lgan hayotiy resurs sifatida qabul qila boshlaydilar. O'zbekiston uchun o'ziga xos tabiiy muhit va turli ekologik muammolarga ega bo'lgan mamlakat sifatida, samarali ekologik ta'lim tizimini ishlab chiqish muhim vazifa bo'lib, bu nafaqat tabiiy resurslarni asrab-avaylash, balki barqaror rivojlanishni qo'llab-quvvatlash uchun ham zarurdir. Tabiatga bag'ishlangan asarlarning asosiy xususiyati shundaki, ular bolaga nafaqat tirik mavjudodlar, o'simliklar va tabiat hodisalari haqida ma'lumot beradi, balki ularning atrof-muhit bilan bog'likligini ko'rishga ham yordam beradi.

O'zbek adabiyotining eng yorqin shaxslaridan biri, asarlari bugungi kunda ham dolzarbligini yo'qotmagan - Bobur shaxsidir. Zaxiriddin Muhammad Bobur o'zbek adabiyoti va madaniyatida o'chmas iz qoldirgan siymolardan biridir. U nafaqat buyuk shoir, tarixchi va davlat arbobi, balki tabiatga mehr-muxabbat bilan qaragan yozuvchi ham edi.

"Boburnoma" asarida u tabiat tasvirlariga alohida e'tibor yaratadi. Uning she'rlari va esdaliklarida bog'lar, daryolar, gullar va yovvoyi tabiat jonli tarzda tasvirlangan. Boburning ilmiy merosini o'rganish yoshlarda mehnatsevarlik, oliy-janoblik va vatanga muhabbat tuyg'ularini shakllantiradi. Ayniqsa, tabiatni ilhom manbai sifatida tasvirlagan asarlarga asarlarga alohida e'tibor qaratish kerak.

Tabiat haqidagi asarlarni o'qish bolalarga nafaqat his-tuyg'ularni rivojlantirish, balki tabiat bilan bog'liqlikni his etishga yordam beradi. Bunday asarlar amaliy harakatlar bilan mustahkamlansa - masalan, o'simlik va hayvonlarga g'amxo'rlik qilish orqali - bolalarda mas'uliyat va mehr-oqibat tuyog'usi kuchayadi.

O'zbek adabiyotida tabiatni vosita sifatida ishlatib, ma'naviy tarbiya bergan buyuk ijodkorlardan biri - Furqat. Uning she'rlarida ona tabiat nafaqat go'zallik timsoli, balki insonga hayot saboqlarini o'rgatuvchi ustoz sifatida namoyon bo'ladi. Furqat o'z she'rlarida, inson tabiat go'zalligini qadrlashni o'rganishi kerakligini ta'kidlaydi. Tabiatga befarq inson uning haqiqiy qimmatini his qila olmaydi, ammo ochiq qalb va teran nigoh egalari tabiatda ilxom va baxt topadilar. Shu yo'l bilan shoir tabiatga hurmat va mehr tarbiyalaydi.

Tabiat haqidagi ko'plab asarlarda atrof-muhit muhofazasi, insonning tabiatga ta'siri masalalari ko'tarilgan. Bunday asarlar odamlar harakatlarining oqibatlarini ko'rsatib, bolalar va yoshlarga tabiatni asrab-avaylash zarurligini tushuntiradi. G'ofur G'ulom ham boshqa shoirlar kabi ona tabiat jozibasiga mahliyo bo'lgan ijodkorlardan biridir. U o'z asarlarida tabiatning inson hayotidagi o'rniga katta e'tibor bergan. Uning "Qish", "Yangi yil qo'shig'i" she'rlari nafaqat qish faslining go'zalligini tasvirlaydi, balki tabiatning inson hayotidagi bag'rikengligini ham ko'rsatadi. Shoir va yozuvchi Abdulhamid Cho'lpon o'z ijodida tabiatni vatanparvarlik va milliy an'analar sifatida tasvirlaydi. Uning she'rlarida tabiat nafaqat insonni tarbiyalaydigan mukammal makon, balki katta ishlarga ilhoamlantiradigan manba sifatida berilgan.

**O'zbekistonda ekologik muhofaza va barqaror rivojlanish.** Hozirgi kunda O'zbekistonda atrof-muhit

muhofazasi va barqaror rivojlanish masalalariga katta e'tibor qaratilmoqda. O'zbekiston tarixida tabiatning inson hayotiga ta'siri madaniy, tarixiy va iqtisodiy sharoitlardan qat'iy nazar doimo muhim ustuvorlik bo'lib kelgan. So'nggi o'n yillikda esa tabiatni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan barqaror foydalanish mamlakat rivoji va aholi farovonligi uchun muhim masalalar ekanligi ayon bo'ldi. Mamlakatda ekologik tizimlarni tiklash, milliy bog'lar va qo'riqxonalarni yaratish choralari ko'rilmogda.

O'zbekistonning Parij iqlim kelishuvi kabi xalqaro ekologik bitimlarda ishtirok etishi muhim qadam bo'ldi. Davlat miqyosida atrof-muhit holatini yaxshilash, energiya samaradorligini oshirish, suv resurslaridan oqilona foydalanish va iqlim o'zgarishiga qarshi kurashishga qaratilgan dasturlar ishlab chiqilmoqda. Xususan, Orol dengizni tiklashga qaratilgan dasturlar ekotizimlarni qayta tiklash, suv sathini oshirish va sohil hududlarida ekologik vaziyatni yaxshilash loyihalarini o'z ichiga oladi.

Jahonda barqaror rivojlanish va tabiat muhofazasiga bo'lgan qiziqish ortayotgani sababli, O'zbekistonda ham ekologik ta'lim va tarbiyani rivojlantirishga qaratilgan tashabbuslar faol olib borilmoqda. So'nggi yillarda mamlakatda maktab va oliy ta'lim tizimi orqali ekologik tarbiya berilayotgani bilan birga, aholining tabiat muhofazasi haqidagi xabardorligini oshirishga qaratilgan targ'ibot kompaniyalari o'tkazilmoqda. Yoshlar va faol jamoalar shaharlarni ko'kalamzorlashtirish, tabiiy resurslarni muhofaza qilish, chiqindilarni qayta ishlash va ekotizimlarni yaxshilash bo'yicha loyihalarda ishtirok etishmoqda. Mamlakatimiz buyuk arboblari namunalariga tayangan holda, nafaqat yoshlar, balki butun aholining tabiatga ehtiyotkorona munosabatini tarbiyalash juda muhimdir.

Bugungi kunda yoshlarda ekologik madaniyatni, tabiatga ehtiyotkorona munosabatda bo'lish ko'nikmasini shakllantirish, ularning ekologik bilimlarini yanada boyitish borasidagi bir qator muhim masalalarga e'tibor qaratish zarur. Jumladan:

- umumta'lim maktablari va boshqa o'quv muassasalari vakillari, fuqarolarning o'zini-o'zi boshqarish organlari, oila va har bir fuqaroning ekologik ta'lim va tarbiya tizimini rivojlantirish borasidagi sa'y-harakatlarini birlashtirish;
- yoshlarning ekologik tashabbuslarini, yosh ixtirochilarning tabiiy resurslarni asrab-avaylashga, ekologik muammolarning oldini olish va bartaraf etishga yo'naltirilgan loyihalarini qo'llab-quvvatlash va rag'batlantirish;
- yoshlarning ekologik madaniyatini oshirish maqsadida maktabgacha va maktab ta'limi, oliy va o'rta ta'lim muassasalarida yoshlar bilan ishlashni olib borishni kuchaytirish, ya'ni yoshlar bilan birgalikda o'z hududlarini obodonlashtirish bioxilma-xillikni asrashi borasida har bir xona, har bir hudud uchun javobgarlikka o'rgatish;
- yoshlarning ona tabiatga bo'lgan mehrini yanada yuk-saltirish maqsadida ekoturizmni rivojlantirish;
- yoshlarda ekologik javobgarlik xulkinu tarbiyalash, ekologik savodxonlik va dunyoqarashni shakllantirish, umuman, aholi barcha qatlamlarining ekologik madaniyatini oshirish uchun soha yo'nalishidagi normativ-huquqiy hujjatlarni o'z ichiga qamrab olgan "Ekologik qonunlar" to'plami yaratish;

– keng jamoatchilik, har bir fuqaroning atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik havfsizlikni ta’minlash sohasidagi masalalarni hal etishda faol ishtirok etish yuzasidan joylarda ekologik tadbirlar tashkil etish va o’tkazish masalalarini o’z ichiga qamrab olgan “O’quv-uslubiy qo’llanma” tayyorlash;  
– ta’lim muassasalarida o’qitish jarayonida o’quvchilar ongini hozirgi ekologik muammolar mohiyatini ochib

beruvchi bilimlar bilan boyitish va shu bilimlarni ularning amaliy faoliyati, ijtimoiy mehnati bilan mustahkamlab borish maqsudida o’quv muassasalarida “Ekologik markaz”, “Ekologik to’garak”lar tashkil qilish.

Darhaqiqat, aksariyat ekologik muammolarni hal etish aholining ekologik madaniyati, ayniqsa, yoshlarning ekologik ta’lim-tarbiya saviyasi bilan bevosita bog’liqdir.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. E.A.Frolova.Beruniy.Yangi falsafiy ensiklopediya,4 tomlik.
2. Beruniy “Maqolalar to’plami (S.P.Tolstova tahriri ostida-M.SSSR FA Nashriyoti.1950.
3. P.G.Bulgakov. Beruniyning Faxriy sekstant hafidagi dastlabki risolasi. Tarixiy-astronomik tadqiqotlar.11,1972,211-220-betlar.
4. P.G.Bulgakov. “Geodeziya”asari tarixiy-astronomik yodgorlik sifatida. Tarixiy-astronomik tadqiqotlar.11,1972,181-190-betlar.
5. A.Sharipov. Buyuk mutaffakir Abu Rayxon Beruniy.-Toshkent.Fan. 1972, 56-bet.
6. Abu Ali ibn Sino. Asarlar. Sakkizinchi jild.Fizika.(Qo’lyozma).-527-bet.
7. V.Suxomlinskiy. Tarbiya haqida.Toshkent.Yosh gvardiya. 1977.-216-bet.
8. Q.Qaxromonov . Adabiy tanqid va o’zbek bolalar adabiyoti. Toshkent. Fan.1991.-120-bet.
9. Xalqaro ekologiya fanlari va hayot xavfsizligi akademiyasining akademigi,”Turon” Fanlar akademiyasi a’zosi , texnika vanlari bo’yicha falsafa doktori,professor,”O’zbekiston Respublikasida xizmat ko’rsatgan qishloq xo’jaligi xodimi” B.B.Alixanovning ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish,tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va iqlim o’zgarishiga moslashish masalalari bo’yicha ilmiy ishlanmalar va maqolalar,publistik materiallar,ma’ruza va uslubiy qo’llanmalari(2010-2024y.y) to’plami.Toshkent-2024.
10. G’ofur G’ulom. Farzandlarimga. Toshkent.Yosh gvardiya,1983.-240-bet.
11. Abu Ali Ibn Sino. Tib ilmining qonuni. Toshkent. Fan nashriyoti.1994.
12. A.Ya.Borisov. Avisenna-tabib va faylasuf. SSSSR FA, Ijtimoiy fanlar nashriyoti. Moskva, 1948, №1-2.
13. D.G.Voronovskiy. Ibn Sinoning tibbiy bilimlar kanoni.Ibn Sino. O’zSSR Fanlar akademiyasining ilmiy sessiyasi materiallari.Toshkent,1953.
14. Ibn Sino. O’zSSR Fanlar akademiyasining Ibn Sinoning 1000 yillik yubileyiga bag’ishlangan ilmiy sessiya materiallari. Toshkent,1953.
15. Tibbiyot tarixi (Tibbiyot tarixi kursi materiallari )B.D. Petrov tahriri ostida. M.,1954,j.1.6
16. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Kanon\\_vrachebnoy\\_nauk](https://ru.wikipedia.org/wiki/Kanon_vrachebnoy_nauk). Tib ilmining kanoni.
17. Moskva nashriyoti “Miko tijorat byulleten”.
18. Toshkent nashriyoti “Fan” O’zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi,1994.

UO'T: 371.8

## TA'LIM MUASSASALARIDA EKOLOGIK BURCHAKLARNI TASHKIL ETISHNING AMALIY AHAMIYATI

**Masharipov Adamboy Atanazarovich,**

Urganch davlat universiteti dotsenti,

**Yusupov Zafar Ergash o'g'li,**

Urganch davlat universiteti talabasi.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada ta'lim muassasalarida ekologik burchaklarni tashkil etishning amaliy ahamiyati, ta'lim jarayonidagi o'rni, ilmiy tadqiqotlar uchun imkoniyatlari va amaliyotga tatbiq etish usullari haqida fikr yuritiladi.

**Kalit so'zlar:** ekologik ta'lim, ekologik tarbiya, ekologik burchak, amaliy mashg'ulotlar, interaktiv metodlar.

**Аннотация.** В статье рассматривается практическое значение организации экологических уголков в образовательных учреждениях, их роль в образовательном процессе, возможности для научных исследований и методы практической реализации.

**Ключевые слова:** экологическое образование, экологическое воспитание, экологический уголок, практические занятия, интерактивные методы.

**Abstract.** The article examines the practical significance of organizing environmental corners in educational institutions, their role in the educational process, opportunities for scientific research and methods of practical implementation.

**Keywords:** environmental education, environmental education, environmental corner, practical classes, interactive methods.

### Kirish.

Bugungi kunda ekologik muammolar global darajada dolzarb masalalardan biri bo'lib, ularning oldini olish va atrof-muhitni muhofaza qilishda ta'lim muassasalarining roli katta ahamiyat kasb etadi. Ekologik tarbiya yosh avlodning ekologik ongini shakllantirishda muhim omil bo'lib, uni amalga oshirishning samarali usullaridan biri ekologik burchaklarni tashkil etishdir.

Ekologik ta'lim va tarbiya yosh avlodning tabiatga bo'lgan munosabatini shakllantirish, ularni atrof-muhitni muhofaza qilishga o'rgatish hamda ekologik mas'uliyatni oshirishga xizmat qiladi. Bu jarayonda ekologik burchaklarning roli katta bo'lib, ular o'quvchilarni nazariy bilimlar bilan cheklab qolmay, amaliy mashg'ulotlar orqali atrof-muhit muhofazasi bo'yicha tajriba orttirishlariga imkon yaratadi [3; 7].

Ekologik burchaklarni tashkil etishning asosiy maqsadi – o'quvchilarni tabiatni asrashga o'rgatish, ularda ekologik madaniyatni shakllantirish va atrof-muhit bilan uyg'un hayot kechirish ko'nikmalarini rivojlantirishdir. Bunday burchaklar maktab, litsey, kollej va boshqa ta'lim muassasalarida ekologik ta'limni innovatsion va samarali tarzda tashkil etish imkonini beradi. Ular orqali o'quvchilar chiqindilarni to'g'ri saralash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, ekotexnologiyalar bilan tanishish va ekologik loyihalarda faol qatnashish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Ekologik burchaklar – bu faqatgina nazariy bilimlar yig'indisi emas, balki tabiatga oid kuzatishlar olib boriladigan, turli eksperimentlar amalga oshiriladigan, ekologik tadbirlar uyushtiriladigan, turli informatsion materiallar bilan boyitilgan maxsus hududdir.

Ekologik burchak – ta'lim muassasalarida ekologik ta'lim va tarbiya berishning samarali usuli bo'lib, o'quvchilarning

ekologik madaniyatini oshirishga yordam beradi. Uni to'g'ri tashkil etish o'quvchilarni atrof-muhit muhofazasiga mas'uliyat bilan yondashishga o'rgatadi.

Respublika hududlaridagi ekologik muammolar yechimiga ta'lim tizimini joriy qilish bilan hissa qo'shish, o'sib kelayotgan yosh avlodning ekologik savodxonligini oshirish, ekologik ongi va ekologik madaniyatini shakllantirish va rivojlantirish, ekologik ta'lim va tarbiya jarayonini samarali tashkil etish maqsadida O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 27.05.2019 yildagi 434-sonli "O'zbekiston Respublikasida Ekologik ta'limni rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi qarori qabul qilinib, ushbu qarorga muvofiq O'zbekiston Respublikasida Ekologik ta'limni rivojlantirish konsepsiyasi ishlab chiqilgan. Unga ko'ra O'zbekiston Respublikasida Ekologik ta'limni rivojlantirish konsepsiyasini amalga oshirish bo'yicha tadbirlar rejasi tasdiqlanib, uning Maktabgacha ta'lim va umumiy o'rta ta'lim tizimida amalga oshiriladigan ishlar bo'yicha rejaning 3- hamda 9-bandlariga ko'ra ta'lim tashkilotlarida "Ekologiya burchaklari"ni tashkil etish ta'kidlangan [11]. Ushbu qaror har bir ta'lim muassasalarida ekologik burchaklar tashkil etish va ularni zarur materiallar bilan ta'minlash asosiy vazifalardan biri sifatida belgilangan. Bu esa o'z navbatida o'quvchilarning ekologik madaniyatini oshirishga xizmat qiladi.

Ta'lim muassasalarida ekologik ta'lim tarbiya va ekologik madaniyatni oshirishga qaratilgan ekologik burchaklarni joriy etish bo'yicha bir qancha ilmiy – amaliy ishlar olib borilgan. Ilmiy tadqiqotlar maktabgacha ta'lim muassasalarida ekologik burchaklar bolalarning ekologik dunyoqarashini shakllantirishda muhim rol o'ynashini ko'rsatadi.

Maktabgacha ta'lim muassasalarida ekologik ta'limni

samarali tashkil etish uchun uslubiy qo'llanmalar mavjud bo'lib, F.R. Qodirova va Sh.K. Tashpulatovanning «Maktabgacha ta'lim muassasasida (Bolalar bog'chasida) metodik ishlar» darsligida ekologik ta'lim masalalari keng yoritilgan. Jumonova S.Sh. o'z tadqiqotlarida ta'lim tizimida ekologik ongini rivojlantirishning ahamiyati va usullari tahlil qilingan [4]. M.E. Xalokova va U.I. Xoshimovalar o'z ishlarida maktabgacha ta'lim tashkilotlarida ekologik ta'limning ahamiyati, ekologik madaniyatni shakllantirish usullari va bolalarning tabiatga bo'lgan munosabatini rivojlantirish masalalari ko'rib chiqilgan [9].

Ekologik ta'lim va tarbiya sohasida xorijiy tajribalarni o'rganish muhim ahamiyatga ega. Ba'zi ilmiy maqolalarda rivojlangan davlatlarning ekologik tarbiya tajribalari tahlil qilinib, ularni mamlakatimizga joriy etish bo'yicha tavsiyalar berilgan. Mamajonov Sh.A. izlanishlarida Yaponiya va Ispaniya kabi davlatlarda ekologik ta'lim-tarbiya masalalarini yo'lga qo'yish tajribalari o'rganilib, ularning ijobiy jihatlari tahlil qilingan [6].

Rivojlangan mamlakatlarda ekologik ta'lim va tarbiya sohasidagi tajribalarni o'rganish muhim ahamiyatga ega. Masalan, Yaponiya va Ispaniyada ekologik ta'lim-tarbiya masalalari yo'lga qo'yilgan bo'lib, ularning ijobiy jihatlari tahlil qilingan. Bu mamlakatlarda ekologik ta'lim dasturlari orqali aholining ekologik madaniyati va atrof-muhitga ehtiyotkorona munosabati shakllantirilmogda. Bu borada S. Akbarova o'z tadqiqotlarida bo'lajak o'qituvchida ekologik kompetentkni rivojlantirishning xorij tajribasi bilan bog'langan holda o'rganilgan [2]. Rivojlangan davlatlarda ekologik ta'lim – tarbiya va atrof- muhitga bo'lgan munosabati yoritilgan. Rivojlangan mamlakatlar tajribasi misollar orqali yoritib berilgan. Ekologik halokatlar va dunyoning kelajagi haqidagi tasavvurlar, qarashlar kelajak atrof-muhit taqdiri ekologik kompetentsiyalarni rivojlantirish barqaror rivojlanish bilan amalga oshirilishi kerakligi haqida ma'lumotlar keltirilgan [1].

Ushbu tahlil shuni ko'rsatadiki, ta'lim muassasalarida ekologik burchaklarni joriy etish, ekologik ta'limni rivojlantirish uchun nazariy va amaliy asoslar, shuningdek, xorijiy tajribalardan o'rganilgan saboqlarni o'z ichiga oladi.

#### **Materiallar va uslublar.**

Ushbu tadqiqotda quyidagi metodologik yondashuvlar qo'llanildi:

Tahlil usuli – ta'lim muassasalarida ekologik burchaklarni joriy etish bo'yicha mavjud ilmiy adabiyotlar o'rganildi.

Tajribaviy usul – o'quv muassasalarida ekologik burchaklarni tashkil etish va ulardan ta'lim jarayonida foydalanish bo'yicha amaliy tadqiqotlar o'tkazildi.

Amaliy usul – ekologik burchaklardan laboratoriya va eksperimental maydoncha sifatida foydalanish hamda ekologik burchaklarni tashkil etishda o'quvchilar ishtirokini ta'minlashga qaratilgan amaliy jarayon.

#### **Natijalar va munozara.**

Ekologik ta'lim bugungi kunda dolzarb masalalardan biri bo'lib, u kelajak avlodning tabiatga bo'lgan munosabatini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi. O'quvchilarning ekologik bilimlarni nafaqat nazariy, balki amaliy ravishda

o'rganishlari ularning atrof-muhitga nisbatan mas'uliyat hissini oshiradi. Shu sababli ekologik ta'lim uchun qulay muhit yaratish zarur. Bu muhit o'quvchilarning ekologik bilimlarini mustahkamlash, ularni tabiatni asrashga va ekologik muammolarni hal qilishga yo'naltirishga yordam beradi [10].

Ekologik burchaklar ta'lim jarayonida o'quvchilarning ekologik ongini shakllantirishda (o'quvchilar tabiatga nisbatan mas'uliyatli yondashishga o'rganishadi, kuzatish natijalariga ko'ra, ekologik burchakka ega ta'lim muassasalarida ekologik muammolarni tushunish darajasi 35% ga yuqorilagan), ta'lim jarayoniga integratsiya qilishda (biologiya, ekologiya va geografiya fanlarini o'qitishda ekologik burchaklar nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash imkoniyatini yaratadi), ilmiy-tadqiqot imkoniyatlarini kengaytirishda (ekologik monitoring olib borish, atmosfera, tuproq va suv sifatini o'rganish kabi tadqiqotlar uchun muhim sharoit yaratiladi) muhim ahamiyatga ega.

Amaliy mashg'ulotlar orqali o'rganilgan bilimlar o'quvchilarda ekologik muammolar haqida aniq tushuncha hosil qiladi, tabiatga nisbatan mehr-muhabbat va mas'uliyat hissini rivojlantiradi, ekologik masalalarga ijodiy va innovatsion yondashishni shakllantiradi, hayotiy tajribaga asoslangan holda ekologik muammolarni hal qilishga yordam beradi.

Ekologik bilimlarni amaliy o'rganish uchun qulay muhit yaratish quyidagi usullarga asoslanadi:

1. O'quv muassasalarida ekologik muhitni shakllantirish.

Ekologik burchaklar tashkil etish (o'quvchilar o'rganayotgan ekologik mavzular bo'yicha namunaviy ko'rgazmalar tayyorlash);

Maktab bog'lari va yashil hududlar yaratish (o'quvchilar o'zlari ekkan daraxt va gullar orqali tabiatga g'amxo'rlik qilishni o'rganadilar);

Ekologik laboratoriyalar (suv, havo, tuproq tahlillari bilan shug'ullanish orqali atrof-muhit muammolarini amaliy o'rganish).

2. Tabiat qo'ynida amaliy mashg'ulotlar o'tkazish.

Ekologik ekskursiyalar (o'quvchilarni o'rmonlarga, tabiat qo'yniga olib chiqib, biologik xilma-xillik va ekologik muvozanat haqida tushunchalar berish);

Dala tajribalari (o'quvchilar tuproq tarkibini o'rganish, suv va havo ifloslanishini kuzatish bo'yicha amaliy mashg'ulotlar o'tkazishi mumkin);

Mahalliy ekologik muammolarni o'rganish (o'quvchilar o'z yashash hududida ekologik muammolarni aniqlab, ularni hal qilish bo'yicha tadqiqotlar olib borishi lozim).

3. Amaliy loyihalar va innovatsiyalarni tatbiq etish.

Ekologik startaplar va loyihalar (o'quvchilarni chiqindilarni qayta ishlash, energiya tejash va suv resurslarini tejashga yo'naltirilgan loyihalarda qatnashishga rag'batlantirish);

Ekologik muammolarni hal qilish bo'yicha tadqiqotlar (o'quvchilar ekologik muammolar bo'yicha o'z ilmiy ishlarini tayyorlab, turli tanlovlarda qatnashishi mumkin);

Texnologiyalar yordamida ekologiyani muhofaza qilish (masalan, sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalar yordamida ekologik jarayonlarni kuzatish).

4. Mahalliy hamjamiyat bilan hamkorlik qilish.

Mahalliy ekologik tashkilotlar bilan hamkorlik: (o'quvchilar ekologik tadbirlarda ishtirok etishlari orqali tajriba o'rttiradilar);

Volontyorlik va ijtimoiy loyihalar (chiqindilarni saralash, daraxt ekish, toza hududlarni yaratish kabi tadbirlarda qatnashish);

Oilaviy ekologik tarbiya (ota-onalar bilan hamkorlikda ekologik tadbirlar o'tkazish va ekologik ongni shakllantirish).

5. Zamonaviy pedagogik yondashuvlar va interaktiv metodlardan foydalanish.

O'yinlar va simulyatsiyalar (virtual laboratoriyalar va ekologik muammolarni hal qilish bo'yicha o'quv dasturlari orqali bilim berish);

Topshiriqlar (ekologik topshiriqlar va tanlovlar orqali o'quvchilarning qiziqishini oshirish);

Onlayn resurslar va elektron darsliklar (raqamli texnologiyalar yordamida ekologik ta'limni kengaytirish).

Ekologik ta'limni amaliy yo'nalishda rivojlantirishda ta'lim muassasalarida ekologik amaliyotlarni yo'lga qo'yish, o'quv dasturlariga ekologiya bo'yicha amaliy mashg'ulotlarni kiritish, o'quvchilarni ekologik innovatsiyalarga qiziqitirish, tabiatni muhofaza qilish bo'yicha davlat va nodavlat tashkilotlar bilan hamkorlik qilish yaxshi samara beradi.

Ekologik bilimlarni amaliy o'rganish uchun qulay muhit yaratish – yosh avlodning tabiatga nisbatan mas'uliyatli bo'lishini ta'minlashning muhim shartidir. O'quv jarayonini ekologik jihatdan boyitish, tabiat qo'ynida amaliy mashg'ulotlar o'tkazish, interaktiv va innovatsion metodlardan foydalanish bu jarayonni samarali qiladi. Shunday sharoit yaratilgagina, ekologik ta'lim nafaqat nazariy bilim berib, balki o'quvchilarni amaliy harakatga undaydi va ekologik muammolarni hal etishga qodir bo'lgan ongli avlod shakllanadi.

Ekologik burchaklarni tashkil etish orqali nafaqat ekologik tarbiya kuchaytiriladi, balki ta'lim jarayonining samaradorligi

oshiriladi. Tadqiqot natijalari ekologik burchaklarning amaliy jihatdan quyidagi afzalliklarini ko'rsatdi:

Ekologik ta'lim samaradorligi oshiradi (ekologik burchaklar ekologik ong va ekologik madaniyatni shakllantirishda muhim rol o'ynaydi);

Ilmiy-tadqiqot platformasi yaratadi (o'quvchilar ekologik monitoring, ekologik muhit tahlili va biologik xilma-xillikni kuzatish bilan shug'ullanishlari mumkin);

Amaliy ko'nikmalarini rivojlantiradi (o'quvchilar laboratoriya ishlarini ekologik burchaklarda o'tkazish orqali ekologik muammolarni o'rganish va ularga yechim topish bo'yicha amaliy ko'nikmalar hosil qilishadi);

Ekologik muhit yaxshilanadi (yashil burchaklar nafaqat estetik go'zallik, balki havoning tozaligini ta'minlash, psixologik muhitni yaxshilash va atrof-muhitni ekologik barqaror holatda ushlab turish imkonini beradi).

#### **Xulosa.**

Ekologik burchaklarning ta'lim muassasalarida joriy etilishi o'quv jarayonining sifatini oshirish, o'quvchilar va talabalar ekologik bilim va ko'nikmalarini mustahkamlash, ekologik tarbiyani shakllantirish hamda ilmiy tadqiqotlar uchun yangi imkoniyatlar yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ekologik burchaklar ekologik ong va mas'uliyatni shakllantirish bilan birga, ilmiy-amaliy tadqiqotlarni ham rivojlantirishga xizmat qiladi. Ushbu tadqiqot shuni ko'rsatadiki, ekologik burchaklar o'quvchilarning ekologik bilim va ko'nikmalarini mustahkamlash bilan birga, ularga tabiiy resurslardan oqilona foydalanish madaniyatini singdirish imkonini beradi. Shunday ekan, ta'lim muassasalarida ekologik burchaklarni rivojlantirish va ularni keng miqyosda joriy etish ekologik barqaror kelajak uchun dolzarb masala bo'lib qolmoqda.

Kelajakda ekologik burchaklarni raqamli texnologiyalar bilan integratsiya qilish va ta'lim muassasalarida keng joriy etish ustida tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiqdir.

### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Abdullayeva M.T., Maqsudova G.M. Ekologik ta'lim va tarbiyada xorijiy tajriba. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(10), 159-165. Scientific Journal Impact Factor. 2021.
2. Akbarova S. Bo'lajak o'qituvchilarda ekologik kompetentlikni rivojlantirish texnologiyasi xorijiy tajribada. *Pedagogik va psixologik tadqiqotlar jurnali*, 2(2), 16-20. 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10623586>
3. Ergashev A. «Ekologiya». O'quv qo'llanma. Nashriyot: EFFECT-D, Toshkent, 2021 yil. ISBN: 978-9943-7429-0-1.
4. F.R.Qodirova, Sh.K.Tashpulatova. Maktabgacha ta'lim muassasasida (Bolalar bog'chasida) metodik ishlar. Darslik. Toshkent 2011. <https://renessans-edu.uz/files/books/2023-11-10-05-12>
5. Jumonova S.S. Ta'lim tizimida ekologik ongni rivojlantirish. (2025). *Ustozlar uchun*, 66(1), 197-206. <https://journal-web.uz/index.php/02/article/view/427>
6. Mamajonov S. Rivojlangan xorijiy davlatlarda ekologik ta'lim-tarbiya masalalarini o'rganilishiga doir muloxazalar. *Fan, ta'lim va amaliyot integratsiyasi*, 216-219. Retrieved from <https://journal.bilig.uz/isepsmj/article/view/1150>. 2023.
7. Suyunova M.A. Maktabgacha yoshdagi bolalarda maktabgacha ta'lim tashkiloti va oilada ekologik dunyoqarashni shakllantirish usullari. *international scientific and practical conference».The time of scientific progress». 2023 Warsaw, (Poland)*. [www.academicresearch.ru](http://www.academicresearch.ru)
8. Shodimetov Yu. «Ijtimoiy ekologiyaga kirish». O'quv qo'llanma. Nashriyot: O'qituvchi, Toshkent, 1994 yil.
9. Xalokova M.E., Xoshimova U.I. Maktabgacha ta'lim tashkilotlari tarbiyalanuvchilariga ekologik ta'lim va tarbiya berishning o'ziga xosligi. *Yangi O'zbekiston pedagoglari axborotnomasi*, 1-JILD, 5-SON (YO'PA). In academy.
10. <https://ziyonet.uz/>
11. <https://www.ziyouz.com/kutubxona/oliy-va-omtm-darsliklari>

## YASHIL ISTE'MOLNI RIVOJLANTIRISHDA SANOAT SIYOSATINING O'RNI

Muqimov Sherali Axmadali o'g'li,

O'zbekiston Respublikasi Strategik tahlil va istiqbolni belgilash oliy maktabi mustaqil izlanuvchisi,  
iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

**Annotatsiya.** Maqolada yashil iqtisodiyotga o'tish doirasida yashil iste'molni rivojlantirishga qaratilgan sanoat siyosati mexanizmlari o'rganilgan. Muallif ekologik savodxonlik va madaniyatning ekologik toza tovar va xizmatlarga bo'lgan talabga ta'sir etishini nazariy jihatdan tahlil qiladi. Sanoat siyosatining yashil iste'molga ta'sir qiluvchi asosiy instrumentlari, jumladan, ekologik yorliqlar, yashil davlat xaridlarini rivojlantirish, soliq imtiyozlari va subsidiyalar ko'rib chiqilgan. Ishlab chiqarish jarayonlarini yashillashtirish hamda aholining ekologik muammolarga doir xabardorligini oshirishga qaratilgan reguliyativ chora-tadbirlar tahlil qilingan. O'zbekiston tajribasiga alohida e'tibor qaratilib, quyosh energiyasini subsidiyalash dasturlari va ekologik standartlarni joriy etish kabi misollar keltirilgan. Muallif barqaror iste'mol madaniyatini shakllantirishda ekologik ta'lim va xabardorlikning ahamiyatini e'tirof etadi. Maqolada yashil sanoat siyosati va barqaror iste'mol o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatuvchi konseptual model taqdim etilgan.

**Kalit so'zlar:** yashil iqtisodiyot, ekologik sek'yuritizatsiya, sanoat siyosati, yashil iste'mol, ekologik savodxonlik, ekologik madaniyat, iste'mol sub'yekti va ob'yekti, konseptual model.

**Аннотация.** В статье рассматриваются механизмы промышленной политики, направленные на развитие зелёного потребления в контексте перехода к зелёной экономике. Автор анализирует теоретические аспекты влияния экологической грамотности и культуры на формирование спроса на экологически чистые товары и услуги. Описаны основные инструменты промышленной политики, влияющие на зелёное потребление, такие как экологическая маркировка, развитие зелёных государственных закупок, налоговые льготы и субсидии. Уделяется внимание регуляторным мерам, способствующим озеленению производства и повышения осведомлённости населения об экологических проблемах. Отдельное внимание уделено опыту Узбекистана, включая реализацию программ субсидирования солнечной энергии и внедрение экологических стандартов. Автор подчеркивает значимость экологического воспитания и просвещения в формировании устойчивой потребительской культуры. В заключении представлена концептуальная модель, демонстрирующая взаимосвязь зелёной промышленной политики и устойчивого потребления.

**Ключевые слова:** зеленая экономика, экологическая секьюритизация, промышленная политика, зеленое потребление, экологическая грамотность, экологическая культура, субъект и объект потребления, концептуальная модель.

**Abstract.** The article explores the mechanisms of industrial policy aimed at promoting green consumption in the context of transitioning to a green economy. The author examines theoretical aspects of how environmental literacy and behavior influence the demand for eco-friendly goods and services. Key instruments of industrial policy that affect green consumption are discussed, including eco-labeling, the promotion of green public procurement, tax incentives, and subsidies. Regulatory measures supporting the greening of production processes and raising public awareness of environmental issues are analyzed. Special attention is given to Uzbekistan's experience, including programs subsidizing solar energy and implementing environmental standards. The author emphasizes the importance of environmental education and awareness in fostering sustainable consumer behavior. The article concludes with a conceptual model illustrating the relationship between green industrial policy and sustainable consumption.

**Key words:** green economy, environmental securitization, industrial policy, green consumption, environmental cognition, environmental behavior, consumption subject and object, conceptual model.

### Kirish.

Zamonimizda yashil iqtisodiyotga o'tish masalasi global kun tartibining doimiy va asosiy masalalaridan biriga aylanib, dunyo davlatlari oldiga sanoat va iste'molning ekologik salbiy ta'sirini minimallashtirish vazifasini qo'yimoqda. Shu o'rinda, mamlakatimizda 2025 yil — "Atrof-muhitni asrash va "yashil" iqtisodiyot yili" deb e'lon qilingani, yil nomiga monand tarzda davlat dasturi ishlab chiqilib, tasdiqlanganini alohida ta'kidlash lozim.

Ma'lumki, sanoat korxonalarini global isish, yer, suv va havoning ifloslanishida salmoqli rol o'ynaydi va shuning

uchun ham davlatlar yashil iqtisodiyotga o'tishda aynan sanoatni yashillashtirishga ustuvor ahamiyat bermoqda. Bu jarayonning hosilasi o'laroq yashil sanoat siyosati paydo bo'ldi va hozirda u yoki bu ko'rinishda barcha mamlakatlarda yuritilmoqda. Biroq bunday siyosat yuritishda e'tiborni faqatgina ishlab chiqarish jarayoniga qaratish kutilgan samarani berishi ehtimoli kam.

Masalaga nazariy jihatdan qarab, "Sey qonuni" (taklif o'z talabini yaratadi) asosida yondashadigan bo'lsak [1], ekologik toza sanoatda yaratilgan tovar va xizmatlar bozor talabini hosil qilishi va yangi muvozanatni yuzaga keltirishi, umuman

olganda, to'liq yashillashish imkonini berishi kerak. Ammo mazkur holatda keynschilik va neoklassik iqtisodiy maktablar nazariyasiga oid "talab taklifni harakatga keltiruvchi kuch" g'oyasini ham inobatga olish lozim: agar ekologik toza tovar va xizmatlarni iste'molchilarning o'zlari talab qilsa, taklif tomoni bunga moslashishga majbur bo'ladi. Ya'ni yashil iqtisodiyotga o'tish siyosati nafaqat ishlab chiqarish, balki iste'molni ham yashillashtirishni o'z ichiga olishi kerak.

Hozirda sanoat siyosati dunyo mamlakatlarida asosan vertikal (alohida sanoat tarmoqlariga qaratilgan) va gorizontal (barcha sanoat korxonalariga yo'naltirilgan) shakllarda olib borilmoqda. Ko'rilayotgan choralar esa to'lig'icha sanoatning o'ziga qaratilib, bozor muvozanatini belgilab beruvchi asosiy omil – iste'mol e'tibordan chetda qolib ketmoqda. Natijada yashil kun tartibi, shu jumladan, Barqaror rivojlanish maqsadlari (BRM) doirasida qo'yilgan vazifalarning to'la-to'kis bajarilishida jiddiy muammolar ko'zga tashlanmoqda. Misol uchun, BMTning ma'lumotlariga ko'ra, BRMning amalga oshirilishi 50 foizdan ortiq maqsadlar bo'yicha qoniqarsiz holatda, 30 foizi bo'yicha esa vaziyat o'zgarmagan yoki yomonlashgan. Shunday ekan, ilmiy doiralar oldida barqaror rivojlanishni ta'minlashning joriy yondashuvlarini qayta ko'rib chiqish va samaradorligini oshirishdek muhim vazifa turibdi. Ushbu maqola orqali belgilangan maqsad ham aynan shu yo'nalishda bo'lib, sanoat siyosatining ham ishlab chiqarish, ham iste'molni o'z ichiga oluvchi konseptual modelini ishlab chiqishdan iborat.

#### **Materiallar va uslublar.**

Yashil iste'molni rivojlantirishda sanoat siyosatining qaysi instrumentlaridan foydalanish mumkinligi va algoritmini aniqlashda tizimli tahlil, adabiyotlarning semantik tahlili hamda konseptual modellashtirish usullaridan foydalanildi. Bunda dastlab yashil iste'molga ta'sir qiluvchi asosiy omillar turli mamlakatlar yuzasidan amalga oshirilgan empirik tadqiqotlar natijalaridan foydalangan holda aniqlab olindi. So'ngra yashil iste'molni sanoat siyosatining ob'yektiga aylantirish borasida tizimlar umumiy nazariyasiga (L. Bertalanfi) murojaat qilindi. Shuningdek, sanoat siyosatining g'oyaviy asoslarini shakllantirishda sekyuritizatsiya konsepsiyasi (B. Buzan) qo'llandi va ekologik kun tartibi nuqtai nazaridan modifikatsiya qilindi.

#### **Natijalar va munozara.**

##### ***Yashil iste'mol va unga ta'sir qiluvchi omillar***

Yashil iste'mol odatda ekologiyaga do'stona xulq-atvor ko'rsatish, an'anaviy mahsulotlar o'rniga ularning yashil muqobillarini sotib olishni nazarda tutadi [2]. Ekologiyaga do'stona xulq-atvor (keyingi o'rinlarda madaniyat so'zi ishlatiladi) deganda organik mahsulotlar iste'mol qilish, toza va qayta tiklanadigan energiyadan foydalanish, tanlovda atrof-muhitga mutlaqo yoki deyarli zarar keltirmaydigan kompaniyalar mahsulotlariga ustuvorlik berishni [3] tushunish mumkin. Yanada sodda aytganda, yashil iste'mol insonning ekologik muammolarni hamjihatlikda bartaraf etish yo'lidagi shaxsiy mas'uliyatining amaliy ifodasidir.

Yashil iste'mol shaxsning xulq-atvoriga oid masala bo'lib, uni shakllantirish vazifasi uzoq muddatli tizimli choralarni talab qiladi. Bu, o'z navbatida, yashil (barqaror) iste'mol

va ishlab chiqarish siyosati, yoki qisqacha, yashil sanoat siyosatini yuzaga keltiradi. Har qanday siyosat sohaning fundamental asoslariga qaratilgan aniq yo'nalishlarni o'z ichiga oladi. Shu sababli, iste'molni yashillashtirish siyosati ham aholining iste'mol madaniyatiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar ustiga qurilishi lozim bo'ladi.

Yashil iste'mol madaniyatining shakllanishida birlamchi rolni ekologik savodxonlik o'ynaydi. Ekologik savodxonlik natijasida avvalambor jamiyatda atrof-muhitni asrash niyati shakllanadi, keyinchalik esa bu niyat xatti-harakatlarda aks etib, madaniyat darajasiga ko'tariladi [4]. Mikrodarajada tahlil qilinsa, yashil iste'mol madaniyatiga 2 ta omil ta'sir ko'rsatadi: iste'mol sub'yekti va iste'mol ob'yekti. Iste'mol sub'yekti – ya'ni iste'molchilarning "yashil" qarorga kelishlariga ularning ekologiyaga munosabati [5], ijtimoiy-siyosiy jarayonlarni idrok qilishi [6], yashil xaridni amalga oshirish uchun to'lov istagi va imkoniyatlari [7] ta'sir qiladi. Iste'mol ob'yekti bo'lmish tovar va xizmatlar esa ekologik yorliqlar [8], yashil mahsulotlarning sifati [9] va umuman mavjudligi [10] ni o'z ichiga oladi.

##### ***Iste'mol sub'yektiga yo'naltirilgan choralar***

Bir qator olimlar tomonidan shunday to'xtamga kelinganki, iqtisodiyotning rivojlanish darajasi qancha yuqori bo'lsa, insonlarning yashil iste'molga moyilligi ham shunchalik kuchli bo'ladi [4]. Buni iqtidiyotning rivojlanib borishi bilan ekologik muammolarning ham jiddiylashishi va bu jarayonning jamiyat tomonidan idrok etilishi bilan bog'lash mumkin. Yuqorida sanab o'tilgan omillarning aksariyati ham mamlakatning iqtisodiy va texnologik taraqqiyot darajasiga bog'liq. Shu sababli, A.Henri ta'biri bilan aytganda [11], ekologik savodxonlikni shaxslarning ekologik muammolar va ularga oid davlat siyosatini tushunishlari, deb ham ta'riflash mumkin.

Boshqa tomondan, jamiyatning ekologik savodxonligi yuqori bo'lishi uchun albatta rivojlangan iqtisodiyot kerak, degan fikrga ham qo'shilish bo'lmaydi. Chunki ekologik muammolar davlat yoki jamiyat tanlamaydi, ular barcha uchun birdek dolzarbdir va o'xshash ta'sir ko'rsatadi. Ekologik savodxonlikning iqtisodiy o'sish bilan bog'lanishini, fikrimizcha, ekologik muammolarning global darajada tan olinish tarixining qisqaligi bilan izohlash mumkin. Darhaqiqat, ekologik savodxonlik fanda ham nisbatan yangi soha hisoblanadi [12]. Shunday ekan, jamiyatda ekologik savodxonlikni oshirishni faqatgina iqtisodiy o'sish bilan bog'lash maqsadga muvofiq emas.

Aholi ekologik savodxonligini oshirish chora-tadbirlarini ishlab chiqishning qulay jihati bu yagona yo'nalish mavjudligida ko'rinadi. Savodxonlikning yetarli emasligi faqatgina savod berish bilangina hal qilinishi mumkin. Boshqacha aytganda, bu yo'nalishdagi har qanday choraning mazmuni o'rgatish, tushuntirish, targ'ib qilish, o'rnak ko'rsatish kabi didaktik faoliyat turlaridan iborat bo'ladi.

##### ***Ekologik sekyuritizatsiya***

Jamiyatni yashil iste'molga o'rgatishda, avvalo, davlatning o'zi (ya'ni o'rgatuvchi) atrof-muhitni asrash borasida yaxlit qarashlar tizimiga ega bo'lishi lozim [4]. Davlat o'z xalqi uchun qanday ekologik tahdidlar mavjudligi, ularning oldini olish

yoki moslashish uchun qanday choralar ko'rish mumkinligi, choralar ko'rilmasa, bu qanday oqibatlariga olib kelishi haqida aniq tushunchaga ega bo'lishi hamda mazkur tushunchani jamiyatga singdirishi kerak bo'ladi. Bu orqali davlat ekologik muammolarni sekyuritizatsiya qiladi va kelgusida nisbatan keskinroq choralar ko'rish imkonini qo'lga kiritadi. Misol uchun, sekyuritizatsiya sharoitida qazilma yoqilg'i uchun soliqlarni oshirish, gedonizm va ortiqcha iste'molni tanqid qilish, unga nisbatan ma'muriy yoki moliyaviy choralar qo'llash, serchiqindi hayot tarzini qimmat qilib qo'yish kabi o'zgarishlar jamiyat tomonidan to'g'ri qabul qilinadi.

G'oyaviy ta'minot yaratilgach, uning ijrosini bo'yicha davlat siyosatini ishlab chiqish va ijro etish ikkinchi muhim bosqich hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan misollar davlat siyosatining alohida ko'rinishlarini ifoda etadi. Umumiy ma'noda bu bosqichda davlat iste'mol sub'yekti va ob'yektiga yo'naltirilgan choralar ishlab chiqadi. Ta'lim muassasalari va OAV orqali ekologik bilimlar berish, davlatning ekologik siyosatini tushuntirish, yashil iste'molga targ'ib qilish, ortiqcha iste'molga nisbatan jamoatchilikda murosasizlik kayfiyatini shakllantirish kabi tizimli choralar sub'yektga yo'naltiriladi.

#### ***Iste'mol ob'yektiga yo'naltirilgan choralar***

Ob'yektga yo'naltirilgan choralar esa sanoat siyosati doirasida amalga oshirilishi mumkin. Bunda asosiy e'tibor yashil mahsulot va xizmatlar ishlab chiqarish hamda bu haqida iste'molchilarga ma'lumot berishga qaratiladi. Jahon amaliyotidan kelib chiqib aytish mumkinki, ekologik savodxonlik va yashil yorliqlar yashil mahsulotlarni sotib olishga undovchi eng muhim omillar hisoblanadi [13]. 2019 yildan beri O'zbekistonda tovarni ixtiyoriy ekologik markirovkalash tizimi ("yashil belgi") amal qiladi. Unga ko'ra, ekologik markirovkalash tartibotidan o'tmasdan, mahsulotning tavsifi, nomlanishi va reklamasida ekologik xavfsizlik belgisidan foydalanish, mahsulotning ekologik xavfsizligiga tegishli biror-bir xossalarni ko'rsatish, shuningdek, «ekologik toza», «ekologik xavfsiz», «ekologik qulay» degan yozuvlardan foydalanish taqiqlanadi [14]. Mazkur tartibning joriy qilinishi ekologik madaniyat rivojlantirilmasa, kutilgan samarani bermaydi. Xususan, mamlakatimizda 7000 ga yaqin respondentlar o'rtasida o'tkazilgan so'rovnoma natijalariga ko'ra, ekologik madaniyatning yetishmasligini eng asosiy (70%) ekologik muammo sifatida qayd etilgan [15]. Sanoat siyosati orqali iste'molni yashillashtirish doirasida ko'rilishi mumkin bo'lgan yana bir muhim chora yashil davlat xaridlari hisoblanadi. Yashil davlat xaridlarida ishtirok etuvchi korxonalar odatda ekologik standartlarga amalga qilish talab etiladi. Buning uchun yashil yorliq, markirovka yoki ISO-14000 guruhi kabi ekologik standartlariga javob berish kerak bo'ladi. Natijada bozorga yashil tovar va xizmatlarning doimiy oqimi ro'y beradi [16]. Raqobat sharoitida mahsulotlarni qadoqlash va reklama qilishda yashillik birlamchi o'ringa ko'tarilib, bir vaqtning o'zida ham targ'ibotga hissa qo'shadi, ham yashil iste'molni rag'batlantiradi.

Ma'lumotlarga ko'ra, OECD mamlakatlarida davlat xaridlari YAIMning taxminan beshdan bir qismiga teng

bo'ladi va shuning uchun ham xarid jarayonida "yashil" mezonlarni qo'llash yashil mahsulotlarni ishlab chiqarishni rag'batlantirishda juda samarali vosita hisoblanadi [17]. Bu borada O'zbekistonda ham 2024 yildan davlat xaridlarida yashillik tamoyili qo'llana boshladi [18]. 2025-2027 yillarda davlat xaridlari tizimini takomillashtirish va rivojlantirish strategiyasining [19] 2-bobida davlat xaridlarida yashil xaridlar ulushining sezilarli darajada kamligi qayd etib o'tildi va sohani rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida «yashil» davlat xaridlarining ulushini oshirish, shuningdek, xarid jarayonlarida atrof-muhitni himoya qilish va ekologiyaga zarar yetkazilishini oldini olish chora-tadbirlarini amalga oshirish belgilab qo'yildi. Strategiya mazmunidan yashil davlat xaridlarining to'laqonli amalga oshirilishi 2026 yildan boshlanishi anglashiladi.

Yashil iste'mol uchun soliq imtiyozlari esa sanoat siyosatining eng ko'hna instrumentlaridan hisoblanadi. Ular odatda yashil soliqlar guruhiga kiritiladi. Ba'zi tadqiqotlarda aynan iste'molga yo'naltirilgan yashil soliq islohotlari ekologik xavfsizlikning eng samarali yo'li ekanligi qayd etiladi [20]. Hozirgi vaqtda yashil energiya iste'molga yo'naltirilgan ekologik soliqlarning asosiy ob'yekti sifatida o'rta chiqmoqda. Ekologik soliqlar "yomon" tovarlarni ishlab chiqarish va iste'mol qilishni o'ziga xos jazolasa, "yaxshi" tovarlar uchun qo'shimcha daromad yaratadi. Yashil bo'lmagan energiya, chiqindilar va ekologiya zarar berishning narxi qancha yuqori bo'lsa, iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarda bu ekologik "jazo"ni minimallashtirish yoki bartaraf etishga rag'batlar shunchalik ko'p bo'ladi [21]. An'anaviy energiya uchun soliqlar natijasida yashil energiya iste'molining ortishi "G-7" [22] va OECD [23] mamlakatlari, shuningdek, Xitoy [24] tajribasida o'z isbotini topgan.

Bugungi kunda O'zbekistonda yashil iste'molga qaratilgan soliq instrumentlari amal qilmaydi. Tabaqalashtirilgan energiya tariflari energiyani tejashga undaydi, biroq yashil energiya iste'molining oshishiga yetarlicha rag'batlar yaratmaydi. Shunday bo'lsa-da, respublikada yashil tovarlarga berilgan imtiyozlarning qanchalik samara keltirishini ko'rsatib bergan aniq misollar ham mavjud. Masalan, 2020 yildan elektromobillar xaridini qo'llab-quvvatlashga qaratilgan islohotlar boshlandi. Import bojlari, aksiz solig'i, avtotransport va utilizatsiya yig'implari bekor qilindi. Natijada 2019 yilda O'zbekistonga 39 ta elektromobil import qilingan bo'lsa, 2024 yilda bu ko'rsatkich 23 ming tadan oshib ketdi.

Yashil iste'mol hajmini oshirishda sanoat siyosatining iste'mol va ishlab chiqarishni (R&D) subsidiyalash quvvatlash, ishlab chiqarish jarayonida regulyativ talablarni joriy qilish kabi usullaridan foydalanish mumkin.

Subsidiyalash siyosatini shartli ravishda ikkiga bo'lish mumkin: firmalar uchun subsidiyalar va iste'molchilar uchun subsidiyalar. Tadqiqotlar ko'rsatishicha, subsidiyalarni firmalarga berish iste'molchilarga berishga qaraganda sezilarli darajada samaraliroqdir [25]. Buni firmalarning ishlab chiqarish jarayonini yashillashtirish ustida doimo ishlashlari, mahsulotni reklama qilishda yashillikka ko'proq e'tibor qaratishlari bilan izohlash mumkin. Shu sababli ham ko'plab tadqiqotlarda firmalarga subsidiyalar "yashil

innovasion subsidiyalar” deb ham yuritiladi [26].

Subsidiyalarni haddan ortiq berish ham ortiqcha ishlab chiqarish va ortiqcha iste'molga sabab bo'lib, bumerang effekti orqali yana ekologik muammolarni og'irlashtirishi mumkin. Bu ayniqsa yashillik darajasi yuqori bo'lmagan subsidiyalarda yaqqon ko'rinadi. Shu sababli, har qanday subsidiyalash dasturlari kuchli g'oyaviy ta'minot, ya'ni jamiyatning ekologik madaniyatini talab etadi [27]. Ekologik madaniyat yetarlicha shakllanmasa, ajratilgan subsidiyalarning samaradorligi savol ostida qoladi.

O'zbekistonda kam sonli yashil subsidiyalash loyihalaridan biri 2023 yilda ishga tushirilgan “Quyoshli xonadon” dasturi bo'lib, unga ko'ra xonadoniga quyosh panellarini o'rnatgan jismoniy shaxslarga quyosh paneli orqali ishlab chiqarilgan va yagona elektr energetika tizimiga uzatilgan elektr energiyasining har bir kilovatt soati uchun 1000 so'mdan subsidiya ajratilishi belgilangan. 2024 yilning yanvar-sentyabr oylarida 6 ming nafardan ortiq jismoniy shaxs ushbu dasturdan foydalanib, elektr tarmoqlariga o'tkazilgan quyosh energiyasi uchun 8,9 milliard so'm (8,9 mln kVt/soat) davlat byudjetidan subsidiya olgan [28]. Mazkur subsidiyalar hozirda aholi uchun ko'proq passiv daromad vositasi bo'lib xizmat qilmoqda (yashil iste'mol vositasi emas). Xususan, respublikada jami jismoniy shaxs-abonentlar soni 8 mln.dan ortiq bo'lib, ulardan bor-yo'g'i 6 ming nafari (0,07%) ushbu dasturdan foydalanayotgani subsidiyalar samaradorligining yetarlicha yuqori emasligidan darak beradi. Yuqoridagi nazariy tahlillar ko'rsatadiki, yashil energiya subsidiyalarini texnologik salohiyatga ega sub'yektlarga (firmalarga) ajratish ko'proq natija keltirgan bo'lar edi.

Regulyativ choralar esa davlatning tasarrufidagi eng ta'sirchan va samarali vositadir. Bu choralar aholining ekologik ongi va madaniyatini shakllantirishda, shuningdek ishlab chiqarish jarayonining ekologik zararchiz bo'lishiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi. Tahlillar ko'rsatadiki, agarda davlatning tartibga solish siyosati bo'lmasa, aholining yashil iste'molga o'tish istagi ham yuqori bo'lmaydi [29]. Boshqa tomondan, shaxs darajasiga tushilsa, subsidiyalar davlat tomonidan qo'llanadigan jarimalarga nisbatan samaraliroq chora bo'lishi mumkin. Demak, yashil iste'mol madaniyatini rivojlantirish uchun ham imtiyozlar

(“shirinkulcha”), ham ma'muriy jarimalar (“qamchi”) amal qilishi kerak bo'ladi. Darhaqiqat, Xitoy misolida o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki, yashil is'yemol madaniyatini shakllantirishda majburlov asosidagi davlat choralari emosional yo'naltirilgan choralarga qaraganda tezroq ta'sir qiladi [29].

Ishlab chiqarishni yashillashtirish maqsadidagi regulyativ normalar iste'moldagidan tubdan farq qiladi va har bir tarmoq uchun alohida-alohida joriy qilinadi. Ular ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlarida turlicha bo'lishi mumkin. Shundan kelib chiqib, regulyativ normalarni amal qilish sohasiga qarab quyidagi guruhlarga ajratish mumkin:

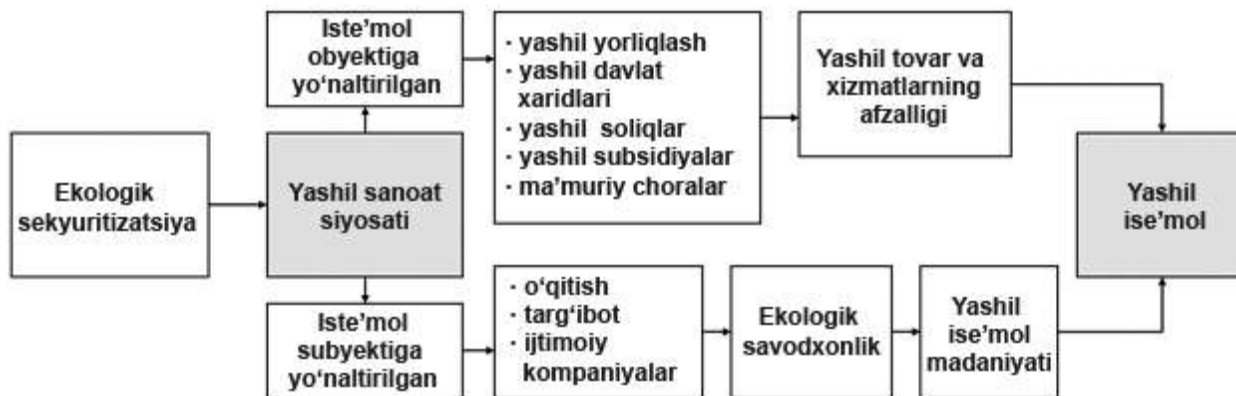
- atrof-muhitga emissiyalar;
- resurs samaradorligi;
- qayta ishlash darajasi;
- qadoqlash;
- xomashyo tarkibi;
- energiya ta'minoti va tarkibi;
- sertifikatlar;
- yer va bioxilma-xillikni muhofaza qilish;
- barqaror ish o'rinlari va b.

Bu kabi regulyativ normalarning aksariyati O'zbekistonda ham amal qiladi. Jumladan, 2024 yildan Chirchiq, Sangzor, Zarafshon, Norin, Qashqadaryo va Surxondaryo daryolari o'zanlaridagi noruda materiallarni qazib olishga muddatsiz moratoriy joriy qilindi [30]. Natijada qurilish materiallari (qum, shag'al) ishlab chiqarishning atrof-muhitga zararini kamaytirishga erishildi. Qurilish sanoati iste'mol qiladigan mahsulotlar tarkibida yashil materiallar ulushi ortdi.

Ekologik regulyativ normalar syement ishlab chiqarish tarmog'ida ham qo'llaniladi. Syement ishlab chiqarish jarayonining havoni ifloslantirish darajasi o'ta yuqori bo'lganligi sababli korxonalariga chang va gaz tutuvchi uskunalarini o'rnatish majburiy talab etib belgilangan [31]. Shu va boshqa normalar O'zbekistonda “ekosement”, “ekologik toza syement” tushunchalarining paydo bo'lishiga olib keldi. Jamiyatning ekologik madaniyati rivojlanib borishi bilan bu turdagi syementning iste'moli ham ortadi.

**Ekologik savodxonlik va ekologik madaniyat**

Shu o'rinda ekologik savodxonlik (ekologik muammolardan xabardorlik va daxldorlik hissini tuyish) va ekologik



**1-rasm. Yashil sanoat siyosati orqali iste'molni yashillashtirish jarayonining konseptual modeli**  
 Manba: muallif ishlanmasi

madaniyat (ekologiyaga do'stona xatti-harakatlarni amalga oshirish) tushunchalari o'rtasida amaliy farqlanish mavjudligini ham e'tirof etish lozim. Buni quyidagi 2 ta gipotetik holat orqali izohlash mumkin:

Shaxs yetarlicha ekologik savodxon, biroq bu uning xaridlarida aks etmaydi.

Shaxs yashil xaridlarni amalga oshiradi, lekin ekologik savodxonligi yuqori emas.

Tabiiyki, ekologik savodxonlik va ekologik madaniyat o'rtasida kuchli bog'liqlik bor va bu ko'plab tadqiqotlarda o'z isbotini topgan [32]. Haqiqiy ekologik iste'mol madaniyatining shakllanishida esa ekologik savodxonlik va ijtimoiy muhit hal qiluvchi rol ni o'ynaydi [33]. Shundan kelib chiqib xulosa qilish mumkinki, savodxonlikning madaniyatga aylanishida eng samarali vositalar sifatida ekologik targ'ibot va ijtimoiy kompaniyalarni [34] qayd etish mumkin.

Tahlillarimizni umumlashtirgan holda yashil sanoat siyosati orqali iste'molni yashillashtirish jarayonini konseptual modellashtiramiz (1-rasm).

#### **Xulosa.**

Iste'mol ekologik muammolarning eng muhim sabablaridan biri ekan, uni barqarorlashtirish kundankunga dolzarb vazifaga aylanib bormoqda. Insonlar yashil kun tartibi va ekologik muammolardan u yoki bu darajada xabardor bo'lsa-da, o'z xatta-harakatlari yuzasidan qaror qabul qilishda va xaridlarni amalga oshirishda ikkilanadilar yoki umuman ekologik mas'uliyatni unutib qo'yadilar. Hukumatlar esa iste'molni yashillashtirishda ham iste'mol ob'yektiga, ham iste'mol sub'yektiga nisbatan doimiy va tizimli ta'sir ko'rsatish choralari qo'llash orqali aholiga qaror qabul qilish jarayonini osonlashtirishlari lozim. Bunda biz taklif etgan konseptual model asqotishi mumkin.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Israelsen L. D., Sanders K. K. The Law of Markets as Enunciated by Jean-Baptiste Say //Economics Research Institute Study Paper. – 1996. – Vol. 96. – №. 10. – R. 1.
2. Vernekar S. S., Preeti W. Green consumption //An emperical study of consumers attitude and perception regarding eco-friendly products. opinion. – 2011. – Vol. 1. – №. 1. – R. 66.
3. Connolly J., Prothero A. Green consumption: Life-politics, risk and contradictions //Journal of consumer culture. – 2008. – Vol. 8. – №. 1. – R. 117-145.
4. Xie C., Wang R., Gong X. The influence of environmental cognition on green consumption behavior //Frontiers in Psychology. – 2022. – Vol. 13. – A. 988585.
5. Al Mamun A. et al. Intention and behavior towards green consumption among low-income households //Journal of environmental management. – 2018. – VOL. 227. – R. 73-86.
6. Leonidou L. C., Leonidou C. N., Kvasova O. Antecedents and outcomes of consumer environmentally friendly attitudes and behaviour //Journal of Marketing Management. – 2010. – Vol. 26. – №. 13-14. – R. 1319-1344.
7. Steg L. et al. An integrated framework for encouraging pro-environmental behaviour: The role of values, situational factors and goals //Journal of Environmental psychology. – 2014. – Vol. 38. – R. 104-115.
8. Chen Y. S. The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust //Journal of Business ethics. – 2010. – Vol. 93. – R. 307-319.
9. Joshi Y., Rahman Z. Factors affecting green purchase behaviour and future research directions //International Strategic management review. – 2015. – Vol. 3. – №. 1-2. – R. 128-143.
10. Vermeir I. et al. Environmentally sustainable food consumption: A review and research agenda from a goal-directed perspective //Frontiers in psychology. – 2020. – Vol. 11. – R. 1603.
11. Henry A. D., Dietz T. Understanding environmental cognition //Organization & Environment. – 2012. – Vol. 25. – №. 3. – R. 238-258.
12. Gollidge R. G. et al. Environmental cognition //Environmental Design Research. – Routledge, 2018. – R. 182-260.
13. Chekima B. et al. Examining green consumerism motivational drivers: does premium price and demographics matter to green purchasing? //Journal of cleaner production. – 2016. – Vol. 112. – R. 3436-3450.
14. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 27 maydagi 435-son qarori bilan tasdiqlangan O'zbekiston Respublikasida mahsulotlarni ixtiyoriy ekologik markirovkalash tartibi to'g'risidagi Nizom, 5-band.
15. Qosimova N.R. Ekologik mavzudagi jurnalistik materiallar samaradorligining reyting ko'rsatkichlari // Scientific-methodological electronic journal "Foreign Languages in Uzbekistan", 2020, No 4 (33),205-219 <https://journal.fledu.uz> ISSN: 2181-8215 (online). – B. 209.
16. Lăzăroiu G. et al. Environmentally responsible behavior and sustainability policy adoption in green public procurement //Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – №. 5. – R. 2110.
17. Testa F. et al. Drawbacks and opportunities of green public procurement: an effective tool for sustainable production //Journal of cleaner production. – 2016. – Vol. 112. – R. 1893-1900.
18. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 02.12.2022 yildagi PQ-436-sonli qarori bilan tasdiqlangan "2030 yilgacha O'zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida" gi qarori.
19. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 20.12.2024 yildagi 865-sonli "2025-2027 yillarda davlat xaridlari

tizimini takomillashtirish va rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi qarori.

20. Albrecht J. Green tax reforms for industrial transformation: overcoming institutional inertia with consumption taxes //Sustainable Development. – 2006. – Vol. 14. – №. 5. – R. 300-311.

21. Albrecht J. The use of consumption taxes to re-launch green tax reforms //International Review of Law and Economics. – 2006. – Vol. 26. – №. 1. – R. 88-103.

22. Peng G. et al. A path towards green revolution: how do environmental technologies, political risk, and environmental taxes influence green energy consumption? //Frontiers in Environmental Science. – 2022. – Vol. 10. – Article. 927333.

23. Bashir M. F. et al. Investigating the role of environmental taxes and regulations for renewable energy consumption: evidence from developed economies //Economic Research-Ekonomiska Istraživanja. – 2022. – Vol. 35. – №. 1. – R. 1262-1284.

24. Deng X., Huang H. Green tax policy, environmental decentralization and energy consumption: evidence from China //Modern Economy. – 2020. – Vol. 11. – №. 9. – R. 1528-1543.

25. Hong I. H., Chiu A. S. F., Gandajaya L. Impact of subsidy policies on green products with consideration of consumer behaviors: Subsidy for firms or consumers? //Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – Vol. 173. – A. 105669.

26. Li Y. et al. The choice of the government green subsidy scheme: Innovation subsidy vs. product subsidy //International Journal of Production Research. – 2020. – Vol. 58. – №. 16. – R. 4932-4946.

27. Mohd Abdul Kadir J. et al. Subsidies and consumer environmental awareness: a systematic review of aspects and impacts // Journal of International Business, Economics and Entrepreneurship (JIBE). – 2022. – Vol. 7. – №. 2. – R. 83-90.

28. "Yashil energiya" uchun aholiga salkam 9 mlrd so'm subsidiya berildi. Manba: <http://kun.uz/kr/news/2024/11/11/yashil-energiya-uchun-aholiga-salkam-9-mlrd-som-subsidiya-berildi>. Murojaat sanasi: 09.01.2025 yil.

29. Yang M. et al. The impact of different regulation policies on promoting green consumption behavior based on social network modeling //Sustainable Production and Consumption. – 2022. – Vol. 32. – R. 468-478.

30. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 17.01.2024 yildagi PF-14-sonli "Suv havzalarida noruda materiallarni qazib olishni tartibga solish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori.

31. O'zbekiston Respublikasi mehnat va aholini ijtimoiy muhofaza qilish vazirining 13.04.2011 yildagi 2216-sonli "Syement ishlab chiqarish xodimlari uchun mehnatni muhofaza qilish qoidalarini tasdiqlash haqida"gi buyrug'i.

32. Liu Y., Segev S., Villar M. E. Comparing two mechanisms for green consumption: cognitive-affect behavior vs theory of reasoned action //Journal of Consumer Marketing. – 2017. – Vol. 34. – №. 5. – R. 442-454; Dreyer H., Sonnenberg N., Van der Merwe D. Transcending linearity in understanding green consumer behaviour: A social-cognitive framework for behaviour changes in an emerging economy context //Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – №. 22. – A. 14855.

33. Anuar M. M. et al. Drivers of green consumption behaviour and their implications for management //Polish Journal of Management Studies. – 2020. – Vol. 21. – R. 71-86.

34. Khan S. J., Chauhan C., Akram M. U. Cognitive factors influencing green consumption behaviour of young millennials: an empirical check on Indian consumers //International Journal of Green Economics. – 2020. – VOL. 14. – №. 4. – R. 293-314.

35. Yan L., Keh H. T., Wang X. Powering sustainable consumption: The roles of green consumption values and power distance belief //Journal of Business Ethics. – 2021. – Vol. 169. – R. 499-516.

## "EKOLOGIYA XABARNOMASI" – IJTIMOIY-IQTISODIY, ILMIY-AMALIY JURNALI MAQOLALARIGA QO'YILADIGAN TALABLAR

"EKOLOGIYA XABARNOMASI" ijtimoiy-iqtisodiy, ilmiy-amaliy jurnali tahririyati umumiy sharhdan va axborot shaklidagi ilmiy maqolalarni nashr uchun qabul qilmaydi. Tahririyatga taqdim etilayotgan qo'lyozma bo'yicha muallif ilmiy-tadqiqot ishi olib borayotgan tashkilot rahbariyatining yo'llanma xati, maqolani chop etish mumkinligi haqidagi ekspert xulosasi bo'lishi kerak.

**Maqolaning yozilish tili, tuzilishi va tarkibi.** Maqolalar o'zbek, rus va ingliz tillarida qabul qilinadi. Maqola keng omma uchun tushunarli tilda, grammatika qoidalariga amal qilgan holda yozilgan bo'lishi kerak. Maqola o'zida muayyan ilmiy-tadqiqotning tugal yechimlarini yoki uning bosqichlarini ifodalashi zarur. Sarlavha maqolaning mazmuni to'g'risida axborot bera olishi, imkon qadar qisqa bo'lishi va umumiy so'zlardan iborat bo'lib qolmasligi kerak. Odatda ilmiy maqolada quyidagilar bo'lishi kerak: universal o'nlik tasnifi (UDK), maqolaning sarlavhasi (uch tilda), annotatsiyasi (uch tilda), tayanch so'zlar (uch tilda), kirish, ko'rib chiqilayotgan muammoning hozirgi holatining tahlili va manbaalarga havolalar, masalaning qo'yilishi, yechish usuli, natijalar tahlili, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, muallif(lar) to'g'risida ma'lumot.

Maqolada odatda qabul qilingan atamalardan foydalanish, yangi atama kiritganda, albatta uni aniq asoslab berish kerak. Fizik kattaliklarning o'lchov birliklari Xalqaro o'lchamlar tizimi (SI)ga mos bo'lishi kerak. Maqolada muallif o'zining ishlariga havolalar soni 20 foizdan oshmasligi kerak.

**Maqolaga qo'yiladigan texnik talablar.** Maqolaning sarlavhasi, muallif(lar) va u(lar)ning lavozimi, ilmiy darajasi va ish joyi, annotatsiya, tayanch so'zlar (uch tilda) bir ustunda yoziladi. Maqolaning qolgan matnlari ikki ustunda yoziladi. Maqola MS Word 2003–2010 matn muharririda yozilishi va quyidagi ko'rsatkichlarga muvofiq qat'iy rasmiylashtirilishi kerak: - A4 formatda, matn sahifasining barcha chekkalarida 2 sm dan joy qoldiriladi, Times New Roman shriftida, maqola uchun shrift hajmi - 12 pt (jadvallar bundan mustasno), jadvallar uchun shrift kattaligi - 10 pt, qator oraliqi - 1,15 interval, matn sahifa kengligi bo'yicha tekislanadi, xat boshi - 1 sm («Tab» yoki «Probel» tugmalaridan foydalanmasdan).

**Quyidagilarga ruxsat etilmaydi:** sahifalarni raqamlash, matnda sahifani avtomatik bo'lishdan foydalanish, matnda avtomatik havolalardan foydalanish, avtomatik bo'g'in ko'chirish, kamdan-kam hollarda ishlatiladigan yoki qisqartma harflarni qo'llash.

**Grafikli materiallar** (rangli rasmlar, chizmalar, diagrammalar, fotosuratlar) o'zida tadqiqotning umumlashtirilgan materiallarini ifodalashi kerak. Grafikli materiallar yuqori sifatli bo'lishi kerak, agar zarurat tug'lsa, tahririyat ushbu materiallarni alohida faylda 300 dpi dan kam bo'lmagan o'lchamda jpg formatda taqdim etishni talab qilishi mumkin. Grafikli materialning nomi va tartib raqami pastki qismda keltirilishi zarur.

**Formulalar va matematik belgilar** MS Wordda o'rnatilgan formatli muharrirda yoki MathType muharriri yordamida bajarilishi kerak.

**Annotatsiya (o'zbek, rus, ingliz tillarida)** – annotatsiya hajmi 100-250 ta so'zdan iborat bo'lishi va maqolaning tuzilishini qisqacha ifodalovchi, axborot shaklida berilishi kerak.

**Tayanch so'zlar (o'zbek, rus, ingliz tillarida)** – 8-10 ta so'z va iboralardan iborat bo'lishi kerak.

**Kirish.** Kirish qismida tadqiqotlarning dolzarbligi va ob'yekti tavsiflanadi. Mavjud ilmiy maqolalarning tahlili keltiriladi. Chop etilgan adabiyot manbalarida qo'yilgan ilmiy izlanishlarning ko'rsatilgan holda muallifning ilmiy ishlari yo'nalishi ko'rsatiladi.

**Muammoning yechimlari.** Bunda tanlangan usul batafsil tavsiflanadi. Olib borilgan tadqiqotlar, ular ichidan tanlab olingan optimal natijalar keltiriladi.

**Natijalar.** Natijalarni asosan jadvallar, grafiklar va boshqa ko'rinishida keltirilishi mumkin. Ushbu bo'lim olingan natijalarni tahlil qilish, ularni sharhlash, boshqa mualliflarning natijalari bilan solishtirishni o'z ichiga oladi. Natijalar tadqiqotning ob'yekti parametrlari o'rtasidagi munosabatlar mualliflar tomonidan belgilangan maqolaning asosiy ilmiy natijalarini umumlashtiruvchi, ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

**Xulosa.** Ilmiy tadqiqotlar doirasida olingan natijalar umumlashtiriladi, maqbul sharoitlari tanlanadi, ilmiy yangiligi keltiriladi va amaliyotda qo'llanishga tavsiyalar berilishi mumkin.

**Adabiyotlar.** Adabiyotlar ro'yxati 15 tadan kam bo'lmagan manbalardan iborat bo'lishi kerak, Adabiyotlar ro'yxatiga darsliklar, o'quv qo'llanmalarini kiritish mumkin emas. Barcha manbaalarga matnda havolalar berilishi zarur.

**Muallif(lar) haqida ma'lumot:** familiyasi, ismi, otasining ismi, lavozimi, ilmiy darajasi va ish joyi. Ushbu ma'lumotlar maqola taqdim etilgan o'zbek/rus tilida ham, ingliz tilida ham keltirilishi hamda maqolaning oxirida – adabiyotlar ro'yxatidan keyin joylashtirilishi kerak. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar ko'rib chiqishga qabul qilinmaydi va mualliflarga qaytarilmaydi. Maqolalarda keltirilgan ma'lumotlarning haqqoniyligiga muallif(lar) javobgardir.

**Murojaat uchun telefonlar:** +998 71 277-89-22; +998 71 277-69-83; +998 90 946-22-42



# EKOLOGIYA

XABARNOMASI | SINCE 1995

**Tahririyat manzili:** Markaziy Osiyo atrof-muhit va iqlim o'zgarishini o'rganish universiteti ("Green University") huzuridagi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti, 100043, O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko'chasi, 7a-uy.



[www.ecoilm.uz](http://www.ecoilm.uz)



[@ecoilm](https://t.me/@ecoilm)



[eco\\_nii@exat.uz](mailto:eco_nii@exat.uz)