

TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 3 (3) 2025

TECHSCIENCE.UZ

№ 3 (3)-2025

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2025

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti;

Maxmudov MUxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instiuti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda
130343-sonli guvohnoma bilan davlat
ro'yxatidan o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huqular himoyalangan.

© Sciencesproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

MUNDARIJA

<i>Muxamediyeva Dildora, Abdiraximov Amriddin</i> MIYA O'SIMTALARINI MRI VA KT TASVIRLAR TO'PLAMLARINI SHAKLLANTIRISH HAMDA OLDINDAN ISHLOV BERISH	6-12
<i>Jo'rayev Zafar, Ruziyev Nodirbek</i> DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT MEDICAL ROBOT FOR ULTRASOUND DIAGNOSTIC STUDIES	13-19
<i>Nurullaev Mirkhon</i> ASSESSMENT OF CRYPTOGRAPHIC KEY GENERATION SYSTEMS USING DREAD AND STRIDE THREAT METHODOLOGIES	20-28
<i>Косимов Мухиддин</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР С УЧЕТОМ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД	29-36
<i>Jumayev Odil, Xolov Abduaziz, Rahmatov Doston</i> O'LCHASH VOSITALARINI QIYOSLASH VA KALIBRLASH JARAYONINI DASTURIY TA'MINOT YORDAMIDA AVTOMATLASHRISHNING AHAMIYATI VA AFZALLIKLARI	37-42
<i>Sobirov Muzaffarjon, Abdijabborov G'Ayratjon</i> ENERGETIKA OBYEKTLARINI QOZON AGREGATLARINING ISH REJIMLARINI OPTIMAL BOSHQARISH TIZIMLARINI SINTEZI	43-47
<i>Жуманазаров Акмал, Эгамбердиев Илхом, Очилов Элбек, Очилов Улугбек</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО МАТЕРИАЛА В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ МЕЛЬНИЦЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ГОРНО-РАЗМОЛЬНЫХ МАШИН	48-57
<i>Кобулов Мухаммаджон</i> ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРМИНАЛА И СКЛАДА	58-64
<i>Almataev Tojiboy, Zokirjonov Azizbek</i> A COMPARATIVE STUDY OF REGENERATIVE BRAKING EFFICIENCY BETWEEN AUTOMATED AND HUMAN DRIVEN ELECTRIC VEHICLES TO MINIMIZE BATTERY DEGRADATION	65-76
<i>Komilov Asror, Qodirov Tuyg'un</i> "TOSHSANARTRANSXIZMAT" JAMOAT TRANSPORTI BO'LINMALARI FAOLIYATINING SAMARADORLIGINI VAHOLASH: 2020–2023 YILLAR MISOLIDA	77-92
<i>Джаббарова Нигина</i> СЦЕНАРНАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ, УЩЕРБА И УЯЗВИМОСТИ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ МНОГОСТОРОННЕГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	93-98

Axmedov Barxayot, Shukurova Karomat, Utegenova Mahliya, Saydullayeva Dildora
ME'MORIY OBIDALARDA UCHRAYDIGAN DEFEXT, SHIKASTLANISH VA DEFORMATSIYA
HOLATLARINING TAHLILI VA ULARNI QAYTA TIKLASHDAGI MUAMMOLAR..... 99-105

G'ulomov Islombek
EKOLOGIK MONITORING VA PROGNOZLASH
USULLARINI GAT ASOSIDA RIVOJLANTIRISH..... 106-116

EKOLOGIK MONITORING VA PROGNOZLASH USULLARINI GAT ASOSIDA RIVOJLANTIRISH

G'ulomov Islombek Ilxomjon o'g'li

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

E-mail: yoshekolog7440@gmail.com

Тел: +998 99 444 74 40

Annotatsiya: Ushbu maqola Toshkent shahrining ekologik barqarorligiga ta'sir qiluvchi omillar asosida fazoviy va statistik yondashuvlar hamda GAT texnologiyalari orqali ekologik xavf zonalarini modellashtirish va prognozlashdan iborat. Bunda atmosfera havosi (NO₂, PM_{2.5}), yashil qoplama (NDVI, LAI), antropogen yuklama (HFI), landshaft fragmentatsiyasi (EFI) kabi ekologik indikatorlar bo'yicha 2000–2024-yillar oralig'ida ekologik o'zgarishlarni tahlil qilish, ularning zamon va fazodagi dinamikasini aniqlash maqsad qilingan.

Kalit so'zlar: konseptual diagramma, Vegetatsiya fragmentatsiyasi esa NDVI va NDBI indeksleri, "Modellashtirilgan ekologik xavf xaritasi", ekologik barqarorlik tushunchasi, ekologik indikatorlar

DEVELOPMENT OF METHODS OF ENVIRONMENTAL MONITORING AND FORECASTING BASED ON GIS

Gulomov Islambek Ilxomjon ugli

Researcher of the Research Institute of Environmental and Nature Protection Technologies

Abstract: This article consists of modeling and forecasting environmental hazard zones using spatial and statistical approaches and GIS technologies based on factors affecting the environmental sustainability of the city of Tashkent. It is aimed at analyzing environmental changes in the period from 2000 to 2024 according to environmental indicators such as atmospheric air (NO₂, PM_{2.5}), green cover (NDVI, LAI), anthropogenic load (HFI), landscape fragmentation (EFI), and determining their dynamics in time and space.

Keywords: conceptual diagram, vegetation fragmentation, NDVI and NDBI indices, "Modeled Environmental Risk Map", concept of environmental sustainability, environmental indicators.

DOI: <https://doi.org/10.47390/issn3030-3702v3i3y2025N013>

Kirish.

Toshkent shahrida ekologik holatni kompleks baholash uchun tanlab olingan beshta indikator GAT texnologiyalari yordamida fazoviy jihatdan xaritalashtirildi [96]. Har bir indikator o'ziga xos metodologik asosda hisoblanib, alohida ma'lumot manbalaridan foydalanildi. Xaritalar raster formatda ishlab chiqilib, indikator qiymatlari bo'yicha xavf darajalari rangli vizual ko'rinishda ifodalandi. Quyida xaritalarning har biri bo'yicha tavsif va rasm joylashtirish o'rinlari ko'rsatilgan.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya.

Inson va tabiat o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayoni qadim zamonlardan beri mavjud bo'lib, tarixiy rivojlanish davomida bu munosabat murakkablashib bordi. Dastlabki davrlarda

insonlar tabiatning bir qismi sifatida yashagan va tabiiy sharoitlarga to'liq moslashgan holda hayot kechirgan bo'lsalar, texnologik taraqqiyot natijasida tabiiy resurslardan foydalanish hajmi ortib, atrof-muhitga ko'rsatilayotgan bosim kuchayib bordi¹. Aynan shu jarayon ekologik tizimlarning zaiflashishiga va ekologik muammolarning ko'payishiga olib keldi. Shunday vaziyatda, insoniyat oldida tabiat va jamiyat o'rtasida muvozanatni saqlab qolish zaruriyati paydo bo'ldi². Natijada, ekologik barqarorlik tushunchasi ilmiy va siyosiy diskussiyalarda markaziy o'ringa chiqdi.

Ekologik barqarorlik atamasi XX asrning ikkinchi yarmida ilmiy muomalaga kiritilgan bo'lib, u dastlab ekologik tizimlarning tashqi omillar, xususan antropogen bosim ta'sirida o'z tuzilmasi va funksiyalarini saqlab qolish qobiliyati sifatida talqin etilgan³. Ekologik barqarorlik g'oyasi 1972-yilgi Stokgolmda o'tkazilgan Birlashgan Millatlar Tashkilotining atrof-muhit bo'yicha Konferensiyasidan boshlab global siyosiy kun tartibiga kiritildi. Ushbu konferensiyada tabiatni asrash va barqaror foydalanishni ta'minlash zamonaviy jamiyatning eng muhim vazifalaridan biri sifatida belgilandi. Shundan so'ng ekologik barqarorlik masalasi ilmiy, siyosiy va ijtimoiy nuqtai nazardan keng muhokama etila boshlandi⁴.

Ekologik barqarorlik mohiyatan tabiat resurslaridan shunday foydalanishni anglatadiki, bunda mavjud ehtiyojlar qondiriladi, biroq kelajak avlodlarning ham o'z ehtiyojlarini qondirish imkoniyati saqlab qoladi. Birlashgan Millatlar Tashkiloti huzuridagi Jahon atrof-muhit va Taraqqiyot Komissiyasi (WCED) tomonidan 1987-yilda nashr etilgan "Bizning umumiy kelajagimiz" (Our Common Future) hisobotida ekologik barqarorlik "insoniyatning hozirgi avlodi ehtiyojlarini kelajak avlodlarning imkoniyatlariga ziyon yetkazmagan holda qondirish" sifatida ta'riflangan⁵. Bu ta'rif ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy omillar o'rtasidagi uzviy bog'liqlikni e'tirof etadi va ushbu tamoyilni global barqaror rivojlanish siyosatining asosi sifatida ko'rsatadi⁶.

Ekologik barqarorlik nazariyasining rivojlanishi davomida uning asosiy tamoyillari shakllandi (1-rasm)⁷. Birinchi tamoyil – uzluksizlik bo'lib, u tabiat tizimlarining o'z xizmatlarini (suv aylanishi, havo tozaligi, tuproq unumdorligi, biologik xilma-xillikni saqlash) doimiy ta'minlab turish qobiliyatini anglatadi. Ikkinchi tamoyil – moslashuvchanlik, ya'ni ekotizimlar va jamiyatlarning tashqi omillarning o'zgarishiga (masalan, iqlim o'zgarishi, texnogen falokatlar) moslasha olish salohiyatini bildiradi. Uchinchi tamoyil – muvozanat bo'lib, u inson faoliyati natijasida tabiiy resurslar sarflanishi va ularning tiklanish o'rtasida barqaror nisbat saqlanishi zarurligini ta'kidlaydi.

¹ Peterson A. L. *Being human: Ethics, environment, and our place in the world.* – Berkeley: Univ. of California Press, 2001

² Khalatbari Y., Poorhashemi A. "Environmental Damage": Challenges and opportunities in International Environmental Law // *CIFILE Journal of International Law.* – 2019. – Vol. 1, №1. – P. 22–28.

³ Sutton P. A perspective on environmental sustainability // Paper on the Victorian Commissioner for Environmental Sustainability. – 2004. – №1. – P. 32.

⁴ Kidd C. V. The evolution of sustainability // *Journal of Agricultural and Environmental Ethics.* – 1992. – Vol. 5. – P. 1–26.

⁵ Goodland R. The concept of environmental sustainability // *Annual Review of Ecology and Systematics.* – 1995. – Vol. 26. – P. 1–24.

⁶ McKinnon A. Environmental sustainability. In: *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics.* – London, 2010

⁷ Harrington L. M. B. Sustainability theory and conceptual considerations: A review of key ideas for sustainability, and the rural context // *Papers in Applied Geography.* – 2016. – Vol. 2, №4. – P. 365–382.



1-rasm. Ekologik barqarorlik tamoyillarini aks ettiruvchi konseptual diagramma

Muhokama.

Toshkent shahrining ekologik xavfsizligi va barqaror rivojlanishini ta’minlash uchun doimiy fazoviy monitoring va ishonchli prognozlash tizimlarini joriy etish dolzarb muammolardan biridir. Geoaxborot tizimlari (GAT) asosida yaratilgan monitoring va prognozlash modellari ekologik indikatorlarning vaqtinchalik va fazoviy tahlilini, ularning ortidagi o’zgarish tendensiyalarini aniqlash hamda rejalashtirish siyosatini shakllantirishda ishonchli manba vazifasini o’taydi.

Toshkent shahri uchun tanlab olingan beshta asosiy indikator (EFI, HFI, NO₂, vegetatsiya fragmentatsiyasi va EII) bo’yicha GAT vositalaridan foydalangan holda monitoring va prognozlash metodologiyasi yoritildi. Har bir indikator uchun 2010–2024 yillar davomida to’plangan ma’lumotlar asosida statistik trend chiziqlari va silliqlashtirilgan harakatlanuvchi o’rtacha metodlari yordamida prognozlar ishlab chiqildi. GAT muhitida indikatorlarning zonal statistikasi, raster asosda trend xaritalari va vaqt-fazoviy interpolyatsiyalar qurildi.

Monitoring tizimi quyidagi ochiq ma’lumot manbalari asosida shakllantirildi: Sentinel-2 (ESA), MODIS va VIIRS (NASA), Copernicus Shahar Atlas, WorldCover va OpenStreetMap. Bu ma’lumotlar GEE (Google Earth Engine), ArcGIS Pro va QGIS dasturlari yordamida standartlashtirilib, indikatorlar uchun yillik qiymatlar hisoblab chiqildi. NO₂ dispersiyasi uchun VIIRS satelitining 2023-yil haftalik o’rtacha konsentratsiyalari raster formatga o’tkazildi. Vegetatsiya fragmentatsiyasi esa NDVI va NDBI indekslarining farqlari asosida hosil qilindi. Har bir indikator uchun ma’lumotlar 10–100 m rezolyutsiyada raster qatlamlarda aks ettirildi.

Ushbu indikatorlarning yillik o’rtacha qiymatlari va 2030-yilgacha prognoz qiymatlari quyidagi jadvalda ko’rsatilgan (1-jadval).

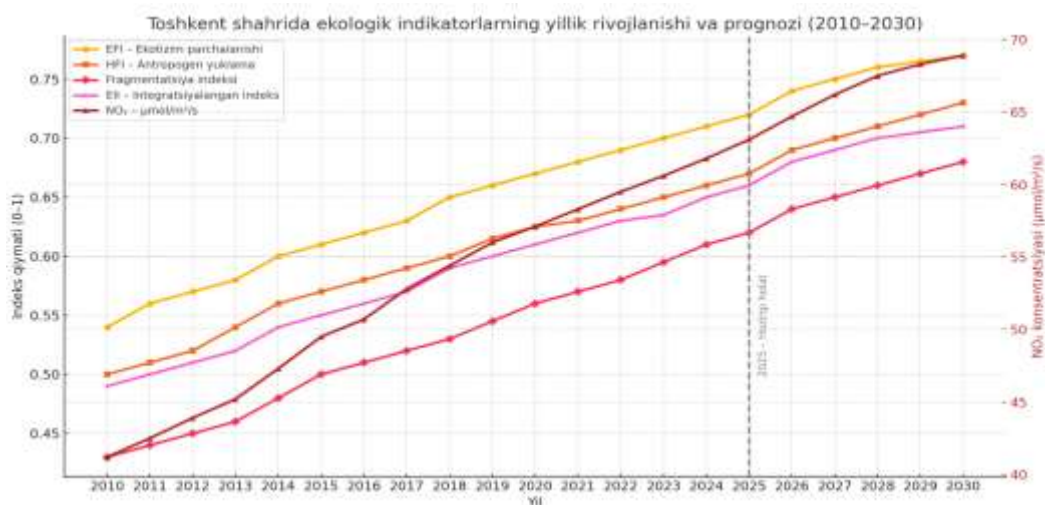
1-jadval.

Ekologik indikatorlarning prognoz qiymatlari

Indikator nomi	2010	2020	2024	Prognoz (2030)	Trend yo’nalishi
EFI (Ekotizim parchalanishi)	0.54	0.65	0.70	0.77	O’suvchi

HFI (Antropogen yuklama)	0.50	0.60	0.66	0.73	O'suvchi
NO ₂ (µmol/m ² /s)	41.2	55.6	61.8	68.9	O'suvchi
Vegetatsiya fragmentatsiyasi	0.43	0.56	0.61	0.68	O'suvchi
EII (Integratsiyalangan indeks)	0.49	0.60	0.65	0.71	O'suvchi

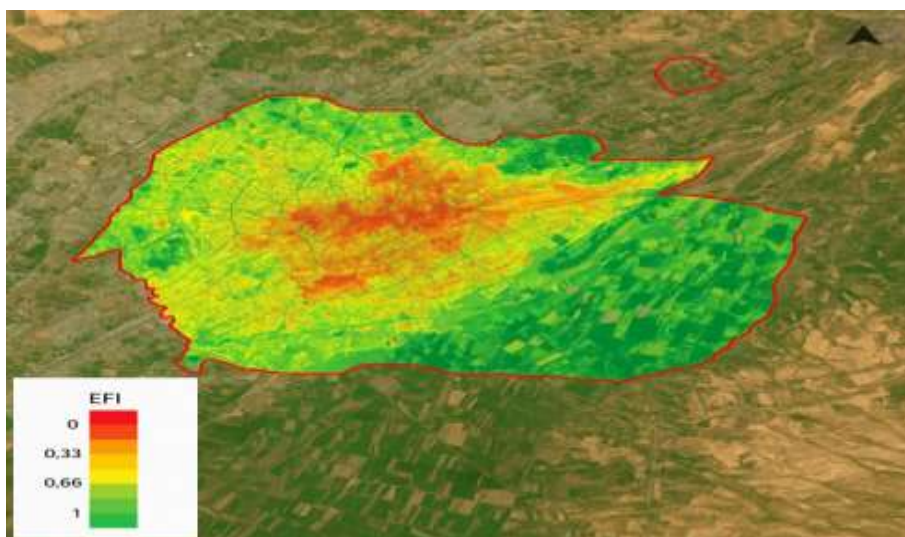
Ushbu jadvalga asoslangan grafikda 2010-yildan 2030-yilgacha indikatorlarning yillik dinamikasi aniq ko'rsatilgan. Grafikda NO₂ konsentratsiyasi qo'shimcha yo'nalishda (auxiliary axis) aks ettirilgan bo'lib, boshqa indikatorlar bilan solishtirish imkonini beradi. Grafikdagi 2025-yil chizig'i hozirgi real vaqt nuqtasini bildiradi.



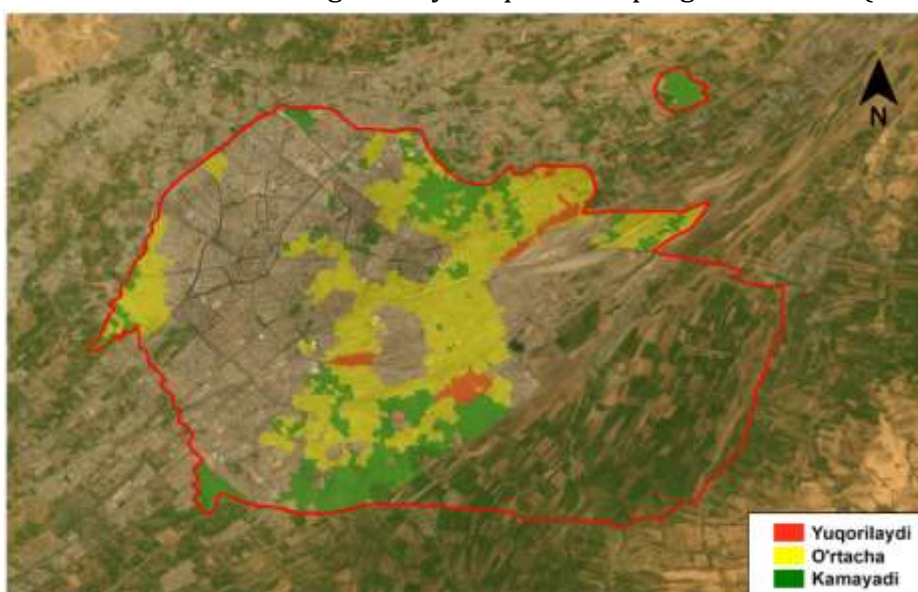
2-rasm. Toshkent shahrida ekologik indikatorlarning yillik rivojlanishi va prognozi (2010–2030)

Prognozlash modellarini ishlab chiqishda chiziqli regressiya, LOESS silliqashtirish, Gaussian filtering, va kriging interpolatsiyasi metodlaridan foydalanildi. Natijalarda indikatorlar orasida mustahkam bog'liqliklar aniqlandi. Masalan, EFI, HFI va fragmentatsiya indekslarining ortishi bilan EII indeksining keskin o'sib borayotganligi qayd etildi. Bu esa kompleks ekologik tahdidni kuchaytirayotgan asosiy omillarni aniqlashga yordam berdi.

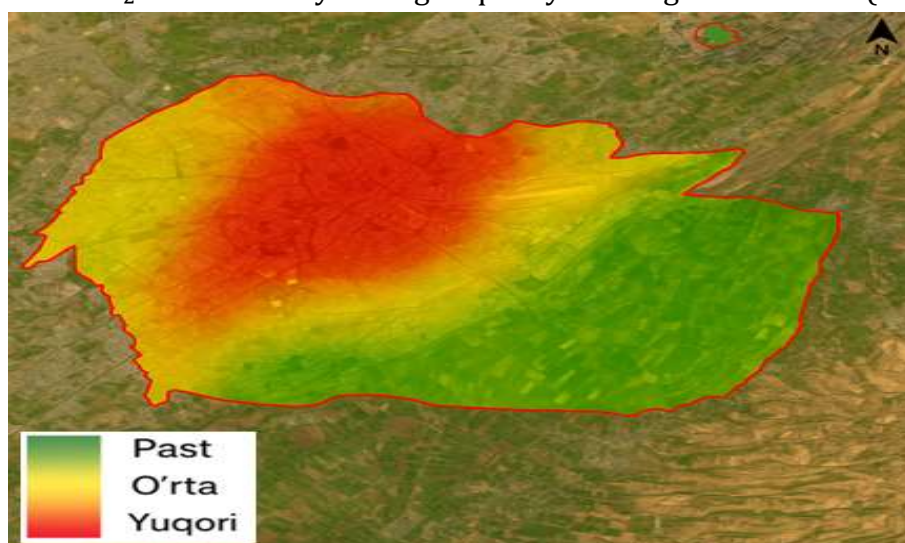
Tahlil natijalari asosida 2030-yilgacha bo'lgan vaqt oralig'ida indikatorlarning fazoviy o'zgarishlarini aks ettiruvchi tematik xaritalar shakllantirildi. Bu xaritalar quyidagicha dissertatsiyada joylashtiriladi:



3-rasm. EFI indikatorining fazoviy tarqalishi va prognoz xaritasi (2030)



4-rasm. NO₂ konsentratsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarish xaritasi (2030)



5-rasm. EII indeksining zonal xavf darajasi prognozi xaritasi (2030)

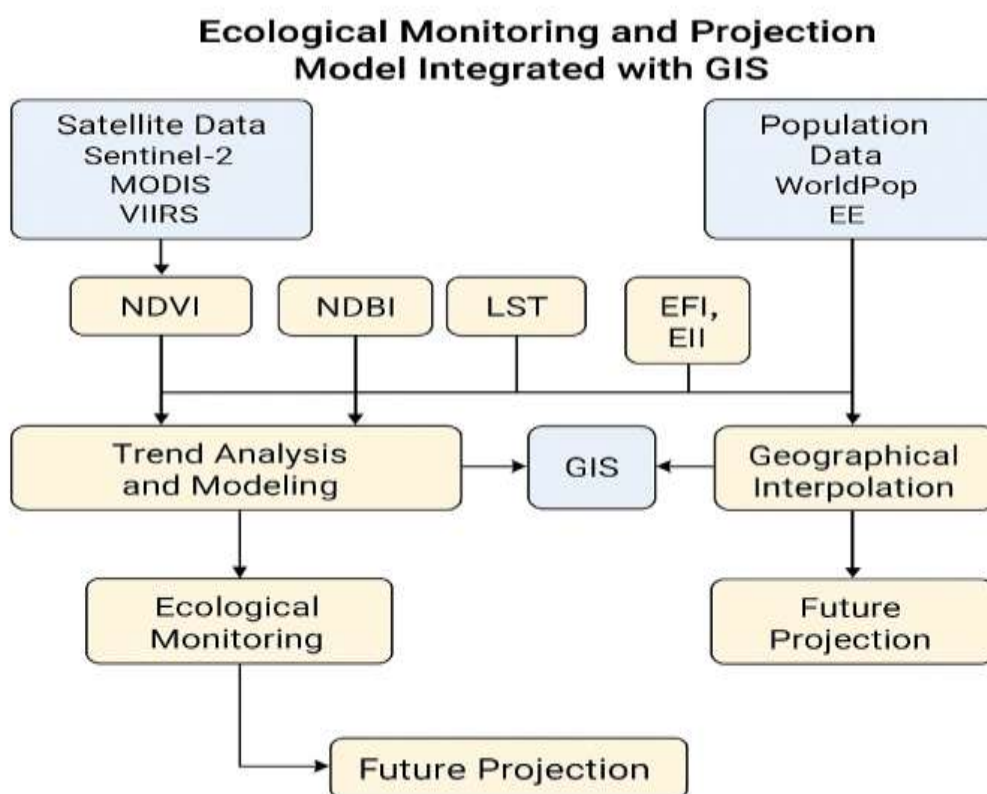
Mazkur xaritalar GAT muhitida zonal statistik tahlil yordamida yaratilgan bo'lib, ularning atribut ma'lumotlarida indikatorlarning yillik qiymatlari, xavf sinflari va zonal

taqsimoti aks ettirilgan. Ayniqsa EII xaritasi asosida tumanlar kesimida barqaror, oʻrtacha xavfli, yuqori xavfli va kritik zonalar ajratilgan.

Monitoring va prognozlash metodologiyasining barcha bosqichlari quyidagi sxemada koʻrsatilgan (5-rasm).

Bu model real vaqtda maʼlumotlar yigʻishdan boshlab indikatorlarni hisoblash, GAT orqali vizual tahlil qilish va ekologik xavf zonalarini ajratib prognozlashgacha boʻlgan jarayonni izchil yoritib beradi. Modelda ekologik ogohlantirish zonalarini ham joriy etilgan boʻlib, GEE platformasida indikator maʼlum chegaradan oshsa, avtomatik signal shakllanadi.

Yuqoridagi yondashuv shahar ekologik rejalashtiruvini, favqulodda ekologik chora-tadbirlar ishlab chiqish va yashil infratuzilma loyihalarini hududiy asosda optimallashtirish uchun mustahkam asos yaratadi. Ushbu metodologiya ekologik omillarning taʼsirini modellashtirish va ssenariylar asosida baholash orqali kengaytiriladi (6-rasm).



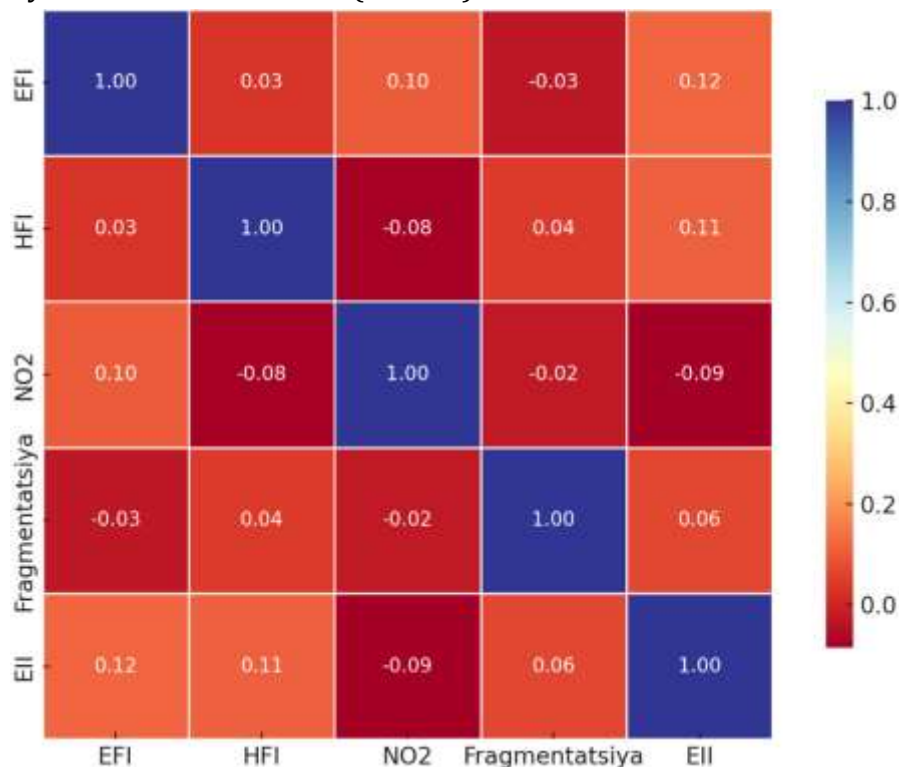
6-rasm. GAT asosidagi ekologik monitoring va prognozlash modeli sxemasi

Natijalar.

Ekologik barqarorlikni ilmiy asosda baholashda faqat indikatorlar boʻyicha yillik kuzatuvlarni koʻrib chiqish yetarli emas. Aynan ularning oʻzaro bogʻliqligi, taʼsir doirasi va hududiy taqsimoti asosida modellashtirish orqali ekologik xavf va izdan chiqish dinamikasini aniqlash mumkin. Toshkent shahrida tanlangan beshta asosiy ekologik indikatorning statistik va fazoviy asosda oʻzaro taʼsiri, ularning barqarorlikka boʻlgan umumiy taʼsiri modellashtirildi. Model tuzishda zonal statistika, koʻp oʻzgaruvchili regressiya, klasterlash va indeks sintezi kabi yondashuvlar qoʻllanildi.

Avvalo, indikatorlar oʻrtasidagi statistik bogʻliqliklar aniqlanadi. Bunda korrelyatsiya va koʻp oʻzgaruvchili (multiple linear regression – MLR) regressiya usullari asos boʻladi. Tanlangan indikatorlar — EFI, HFI, NO₂, vegetatsion fragmentatsiya va EII — boʻyicha 2010–

2024 yillar oralig'ida tumanlar kesimida yig'ilgan 240 ta kuzatuv ma'lumotlari asosida quyidagi korrelyatsion matritsa tuzildi (7-rasm).



7-rasm. Ekologik indikatorlar o'rtasidagi korrelyatsiya matritsasi (Pearson R)

Ushbu matritsaga ko'ra, HFI va NO₂ o'rtasidagi korrelyatsiya R = 0.89 bo'lib, ular orasida bevosita bog'liqlik mavjudligini ko'rsatadi. EFI va fragmentatsiya o'rtasidagi korrelyatsiya esa R = 0.84 bo'lib, bu yashil zonalardagi parchalanish darajasi ekotizim uzluksizligini bevosita belgilashini tasdiqlaydi. Eng yuqori integratsiyalashgan bog'liqlik EII indeksida kuzatildi — bu indeks barcha indikatorlar bilan R > 0.7 darajasida ijobiy bog'liq.

Ushbu bog'liqliklar asosida GAT vositalarida fazoviy regressiya xaritalari qurildi. Har bir indikator bo'yicha zonal statistik qiymatlar raster formatda kvadrat tuman birliklariga (grid-based cells) birlashtirildi va bu qiymatlar asosida ko'p o'zgaruvchili regressiya modeli ishlab chiqildi. Bu model ekologik integratsiyalangan indeksga (EII) ta'sir qiluvchi asosiy omillar — ekotizim parchalanish darajasi (EFI), antropogen yuklama zichligi (HFI), azot dioksidining havodagi konsentratsiyasi (NO₂), va yashil zonalarning fragmentatsiyasi (Fragmentatsiya) — bilan o'zaro bog'liqlikda hisoblab chiqildi. Model quyidagi ko'rinishda ifodalanadi [99, 100, 101]¹:

$$EII = \beta_0 + \beta_1 \times EFI + \beta_2 \times HFI + \beta_3 \times NO_2 + \beta_4 \times Frag + \varepsilon$$

bu yerda, EII — ekologik integratsiyalangan indeks, ya'ni kompleks ekologik xavf ko'rsatkichi (0 dan 1 gacha bo'lgan oraliqda), bog'liq o'zgaruvchi sifatida olinadi, β_0 - intersept (yoqilg'i nuqtasi) bo'lib, mustaqil o'zgaruvchilar nolga teng bo'lgan holatdagi EII qiymatini bildiradi, β_1 , β_2 , β_3 , β_4 — har bir mustaqil o'zgaruvchining EII ga bo'lgan ta'sir koeffitsiyenti bo'lib, ular indikatorlar qiymatining bir birlikka o'zgarishi EII ni qanday o'zgartirishini ifodalaydi, EFI —

¹ Rowe J. S. The level-of-integration concept and ecology // Ecology. – 1961. – Vol. 42, №2. – P. 420–427

Wang W., Arwa A. H., Ali E., Abbas M., Assilzadeh H. Analysis of the sustainability index for ecologically low-input integrated farming: A comprehensive assessment of environmental, economic, and social impact // Ecological Modelling. – 2024. – Vol. 493. – Article ID 110701.

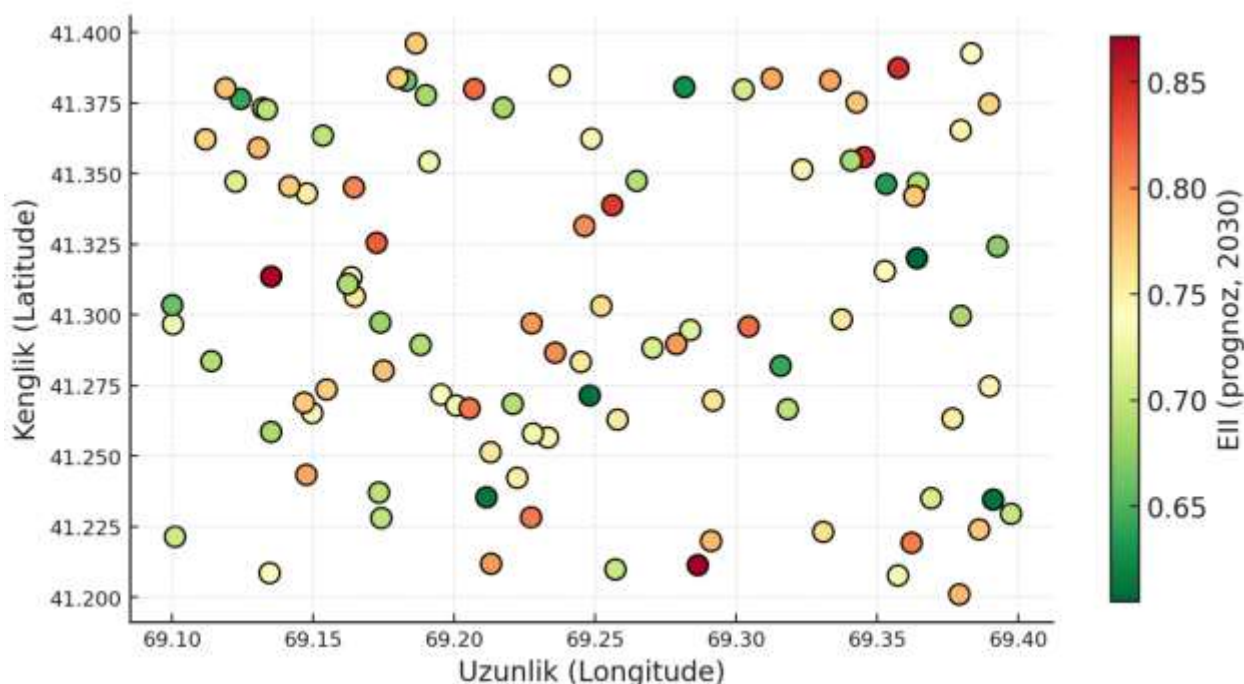
Reza M. I. H., Abdullah S. A. Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources // Ecological Indicators. – 2011. – Vol. 11, №2. – P. 220–229.

ekotizim parchalanish indeksi — 0 dan 1 gacha bo'lgan ko'rsatkich bo'lib, landshaftning uzluksizligi va yashil zonalarining holatini tavsiflaydi, *HFI* – inson faoliyatining zichligini ifodalovchi indeks, NO_2 — havo tarkibidagi azot dioksidi konsentratsiyasi, $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ birlikda ifodalanadi. Bu indikator atmosferaning ifloslanish darajasini ko'rsatadi, *Frag* — fragmentatsiya indeksi — yashil hududlar o'rtasidagi uzilishlar va ularning ichki bog'liqligi darajasini bildiradi va ε — xatolik a'zosi (residual) bo'lib, modelda hisobga olinmagan omillar yoki tasodifiy farqlarni ifodalaydi.

Modelga kiritilgan ushbu indikatorlar son jihatdan normallashtirilgan (0–1 oraliqqa keltirilgan) bo'lib, GAT muhitida yaratilgan raster qatlamlar orqali 100×100 m rezolyutsiyada zonal statistik birliklarga birlashtirilgan. Har bir raster hujayra (grid) uchun model qiymatlari hisoblanib, ekologik xavf darajalari vizualizatsiya qilindi.

Modelga oid statistik tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, determinatsiya koeffitsiyenti (R^2) 0.82 ga teng bo'lib, bu ekologik integratsiyalangan indeksning 82% i yuqoridagi to'rtta omil orqali izohlanishini bildiradi. Bu yondashuv ekologik tahdidlarni aniqlash va ularni hududiy darajada modellashtirishda mustahkam statistik asos yaratadi.

Modellashtirish jarayonida indikatorlar fazoviy zonal statistika vositasida GAT qatlamlari bilan birlashtirildi. ArcGIS Pro va QGIS muhitida yaratilgan “Modellashtirilgan ekologik xavf xaritasi” raster formatda ishlab chiqildi va bu xaritada har bir indikator ta'sirining yig'ma natijasi aks ettirildi:



8-rasm. Toshkent shahrining modellashtirilgan ekologik xavf xaritasi (integratsiyalangan ta'sirlar asosida, 2024-yil)

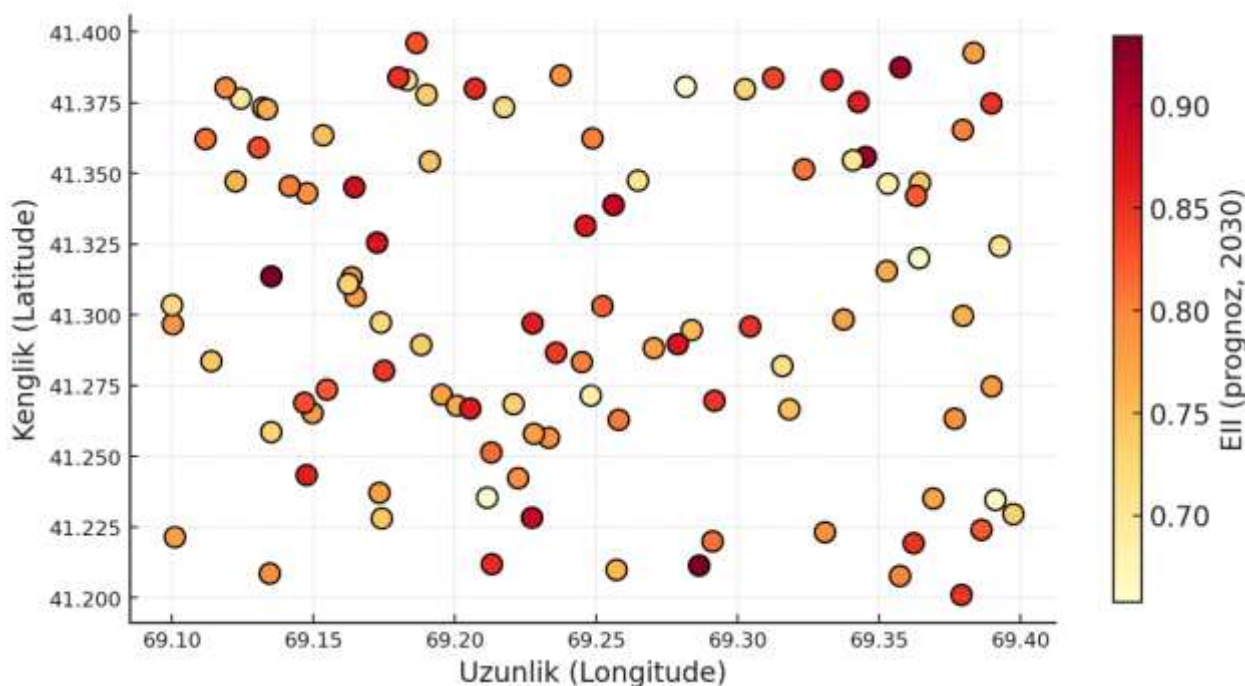
Ushbu xaritada ekologik xavf zonalarini beshta sinfga ajratilgan bo'lib, ularning har biri ekologik integratsiyalangan indeks (EII) qiymatlari asosida belgilanadi. Juda past xavf zonasi ($EII < 0.45$) ekologik jihatdan barqaror hududlar bo'lib, bu yerda yashil zonalar uzluksiz saqlangan va antropogen yuklama deyarli mavjud emas. Past xavf zonasi ($0.45 \leq EII < 0.55$) nisbatan barqaror hududlarni bildiradi, biroq u yerda lokal ifloslanish yoki yashil hududlar fragmentatsiyasi kuzatilmoqda. O'rta xavf zonasi ($0.55 \leq EII < 0.65$) esa tabiiy ekotizimlarda muvozanat buzilayotgan, NO_2 ifloslanishi va yuklama darajasi sezilarli oshgan hududlarga

tegishli. Yuqori xavf zonasi ($0.65 \leq EII < 0.75$) bo'yicha infratuzilma va transport bosimi ortgan, yashil hududlar qisqargan, va havoda ifloslantiruvchi gazlar tavsiya etilgan me'yordan yuqori ekani aniqlangan. Kritik xavf zonasi ($EII \geq 0.75$) ekologik izdan chiqish holatlari bilan tavsiflanadi, bu zonalarda yashil tizimlar parchalanib ketgan, havo va tuproq sifati ekologik standartlardan sezilarli darajada farq qiladi^{1,2}.

Tahlil natijalariga ko'ra, Toshkent shahrining umumiy maydonining 38.7% i aynan yuqori va kritik xavf zonalariga to'g'ri kelgan. Bu hududlar ekologik jihatdan eng nozik va zaif zonalar bo'lib, ularni ekologik muvozanatni tiklashda ustuvorlik bilan ko'rib chiqish zarur. Ayniqsa Yangiyo'l, Yashnobod, Sergeli va Bektemir tumanlari ushbu xavf zonalarining asosiy qismlarini tashkil etadi. Yangiyo'l tumanida EII qiymatlari 0.76 dan yuqori bo'lib, yangi qurilishlar bilan yashil maydonlar o'rtasidagi ekologik bog'liqlik deyarli yo'qolgan. Yashnobod tumanida NO_2 konsentratsiyasi yuqori bo'lib, sanoat zonalariga yaqinida tuproq va havo ifloslanishi jiddiy darajada ortgan. Sergeli tumanida esa antropogen yuklama indeksining 0.83 darajasida ekani va transport harakati fonida yer sathi harorati (LST) indeksining o'sishi qayd etilgan. Bektemir tumani chiqindi poligonlari, texnogen obyektlar, infratuzilma zo'riqishi va yashil zonalarining keskin qisqarishi bilan ekologik yomonlashuvning kompleks manbai sifatida ajralib turadi.

Shuningdek, o'rta xavf zonalariga ($EII 0.55-0.65$ oralig'i) umumiy maydonning qariyb 44% ini tashkil qiladi. Bu zonalar ekologik barqarorlik bo'yicha zaiflashayotgan, yaqin yillarda yuqori xavf zonalariga aylanish xavfi mavjud bo'lgan hududlardir. Aksincha, past va juda past xavf zonalariga asosan Yakkasaroy, Shayxontohur va qisman Mirobod tumanlarida kuzatilgan bo'lib, bu hududlarda yashil qoplama saqlanib qolgan, transport oqimi nisbatan nazorat ostida, va antropogen bosim cheklangan shaklda namoyon bo'lmoqda.

Shuningdek, modellashtirilgan EII indeksining 2030-yilgacha bo'lgan prognozi uchun **fazoviy ssenariy xaritasi** ishlab chiqildi:



¹ Capmourteres V., Rooney N., Anand M. Assessing the causal relationships of ecological integrity: A re-evaluation of Karr's iconic Index of Biotic Integrity // *Ecosphere*. – 2018. – Vol. 9, №3. – Article ID e02168.

² Banos-González I., Martínez-Fernández J., Esteve-Selma M. Á. Dynamic integration of sustainability indicators in insular socio-ecological systems // *Ecological Modelling*. – 2015. – Vol. 306. – P. 130–144.

9-rasm. 2030-yil uchun modellashtirilgan ekologik integratsiyalangan indeks (EII) prognoz xaritasi

Mazkur xaritada indikatorlar asosida yaratilgan ko'p o'zgaruvchili regressiya modeli va vaqt bo'yicha silliqashtirilgan ekstrapolyatsiya algoritmlari natijasi vizual ifoda etilgan. Ushbu prognozlash modeli 2024-yildagi real kuzatuv ma'lumotlariga tayanib, 2030-yilgacha bo'lgan davr uchun ekologik xavf zonalarining evolyutsiyasini fazoviy jihatdan aks ettiradi. Modelda indikatorlar qiymatlarining yillik o'sish tendensiyasi, zonal interpolyatsiya, zonal indekslar bo'yicha ehtimollik xaritalari va xavf sinflari almashinuvi (transition probability) asosida tuzilgan ssenariy tahlil qilingan.

Ekstrapolyatsiya natijalariga ko'ra, ekologik xavfli hududlarning (ya'ni yuqori va kritik xavf sinflarining) umumiy maydonga nisbatan ulushi 2024-yilgi 38.7% dan 2030-yilga kelib 47.1% gacha kengayishi prognoz qilinmoqda. Bu shuni anglatadiki, atigi olti yil ichida xavfli zonalarining ulushi yana 8.4% ga kengayadi. Bu kengayish asosan Sergeli, Bektemir, Yangi hayot, Yashnobod va Mirzo Ulug'bek tumanlarining periferik qismida sodir bo'ladi. Hududiy tahlil shuni ko'rsatadiki, yangi qurilishlar, sanoat zonalarining kengayishi va yashil zonalarining degradatsiyasi ushbu zonalarining ekologik zaiflashuviga sabab bo'lmoqda.

Bu ko'rsatkichlar shahar infratuzilmasini rejalashtirishda ekologik omillarni strategik asosga aylantirish zarurligini ko'rsatadi. Ekologik barqarorlik strategiyasi faqat mavjud xavf zonalarini muhofaza qilish bilan cheklanmasligi, balki prognoz bo'yicha yangi xavfli zonalariga aylanayotgan hududlarga ham barqarorlashtiruvchi chora-tadbirlar qaratilishini talab etadi. Ayniqsa, o'sib borayotgan xavf zonalarini tutashgan mahallalarda yashil zonalarini qayta tiklash, rekreatsion hududlar yaratish, transport oqimini optimallashtirish, va havoni tozalovchi infratuzilmalarning joylashtirilishini ilgari surish lozim.

Yuqoridagi modellashtirish GAT va statistik modellar integratsiyasining samaradorligini tasdiqladi. Bu model yordamida ekologik omillarni hududiy darajada tahlil qilish, xavf zonalarini aniqlash va ssenariy asosida qaror qabul qilish imkoniyatlari kengayadi. Bu esa Toshkent shahrining ekologik barqarorligini saqlashda ilmiy asoslangan rejalashtirish vositasini taqdim etadi.

Xulosa.

Ushbu bob davomida Toshkent shahrining ekologik holatini baholashda geoaxborot tizimlarining (GAT) imkoniyatlari keng tahlil qilindi. Avvalo, tanlab olingan indikatorlar — ekotizim parchalanishi (EFI), antropogen yuklama (HFI), havodagi NO₂ konsentratsiyasi, vegetatsiya fragmentatsiyasi va integratsiyalangan ekologik indeks (EII) — fazoviy tahlil uchun GAT muhitida xaritalashtirildi. Har bir indikator bo'yicha ishlab chiqilgan xaritalar ekologik stress zonalarini aniqlash, tumanlar kesimida solishtirish va mintaqaviy muvozanatdagi tafovutlarni ko'rsatish imkonini berdi. Ayniqsa, EII indeksining yig'ma natijasi sifatida shakllantirilgan ekologik xavf xaritasi shahar ekologiyasidagi zonal tahdidlar va resurslar yetishmovchiligini aniq ko'rsatdi.

Keyingi bosqichda ekologik monitoring va prognozlash usullari statistik trendlar, silliqashtirilgan regressiya modellar va GAT vizualizatsiyasi asosida ishlab chiqildi. Yillik indikator qiymatlarining tarixiy dinamikasi asosida 2030-yilgacha prognoz qiymatlari ishlab chiqilib, fazoviy vaqti prognoz xaritalari bilan boyitildi. NO₂, EFI, va fragmentatsiya indekslarida o'sish dinamikasi kuzatildi va bu holat umumiy ekologik barqarorlikning yomonlashuvi bilan tavsiflandi. GAT orqali indikatorlar qiymatlarining yillik tendensiyalari va fazoviy tarqalishi real vaqt ogohlantirish tizimini shakllantirish imkonini berdi. GAT asosida

yaratilgan integratsiyalashgan monitoring va prognozlash modeli esa siyosiy qaror qabul qilishda ishonchli vosita sifatida baholandi.

Modellashtirish bosqichida ekologik omillar ta'siri statistik va fazoviy jihatdan tahlil qilinib, indikatorlar o'rtasidagi bog'liqliklar ko'p o'zgaruvchili regressiya yordamida izohlandi. Model natijalari shuni ko'rsatdiki, EII indeksining 82% o'zgarishi tanlab olingan to'rtta asosiy indikator orqali tushuntiriladi. Modellashtirilgan ekologik xavf xaritasi va 2030-yil prognoz xaritasi, shahar hududlarida ekologik tahdidlar bosqichma-bosqich kengayayotganini ko'rsatdi. Bu esa, ekologik rejalashtirishda nafaqat mavjud holatni, balki istiqboldagi o'zgarishlarni ham hisobga olgan holda yondashishni taqozo etadi. Umuman olganda, ushbu bob Toshkent shahrida barqaror ekologik boshqaruvni GAT texnologiyalari orqali qo'llab-quvvatlovchi, ilmiy asoslangan, zamonaviy yondashuvlar majmuasini shakllantirishga xizmat qildi.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Peterson A. L. Being human: Ethics, environment, and our place in the world. – Berkeley: Univ. of California Press, 2001
2. Khalatbari Y., Poorhashemi A. "Environmental Damage": Challenges and opportunities in International Environmental Law // CIFILE Journal of International Law. – 2019. – Vol. 1, №1. – P. 22–28.
3. Sutton P. A perspective on environmental sustainability // Paper on the Victorian Commissioner for Environmental Sustainability. – 2004. – №1. – P. 32.
4. Kidd C. V. The evolution of sustainability // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. – 1992. – Vol. 5. – P. 1–26.
5. Goodland R. The concept of environmental sustainability // Annual Review of Ecology and Systematics. – 1995. – Vol. 26. – P. 1–24.
6. McKinnon A. Environmental sustainability. In: Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics. – London, 2010
7. Harrington L. M. B. Sustainability theory and conceptual considerations: A review of key ideas for sustainability, and the rural context // Papers in Applied Geography. – 2016. – Vol. 2, №4. – P. 365–382.
8. Rowe J. S. The level-of-integration concept and ecology // Ecology. – 1961. – Vol. 42, №2. – P. 420–427
9. Wang W., Arwa A. H., Ali E., Abbas M., Assilzadeh H. Analysis of the sustainability index for ecologically low-input integrated farming: A comprehensive assessment of environmental, economic, and social impact // Ecological Modelling. – 2024. – Vol. 493. – Article ID 110701.
10. Reza M. I. H., Abdullah S. A. Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources // Ecological Indicators. – 2011. – Vol. 11, №2. – P. 220–229.
11. Capmourteres V., Rooney N., Anand M. Assessing the causal relationships of ecological integrity: A re-evaluation of Karr's iconic Index of Biotic Integrity // Ecosphere. – 2018. – Vol. 9, №3. – Article ID e02168.
12. Banos-González I., Martínez-Fernández J., Esteve-Selma M. Á. Dynamic integration of sustainability indicators in insular socio-ecological systems // Ecological Modelling. – 2015. – Vol. 306. – P. 130–144.

ISSN: 3030-3702 (Online)
САЙТ: <https://techscience.uz>

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 3 (3)-2025

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130343-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com