

**RAQAMLI IQTISODIYOT VA EKOLOGIK BARQARORLIK: 'YASHIL
RAQAMLASHTIRISH'NING EKOLOGIK IZI VA RESURSLARGA
BO‘LGAN BOSIMI**

Sarvinoz Rustamova
Qarshi davlat universiteti,
Iqtisodiyot fakulteti, 2-kurs talabasi

Annotatsiya: *“Yashil raqamlashtirish” ko‘pincha barqaror yechim sifatida taqdim etilsa-da, raqamli infratuzilma — ma’lumotlar markazlari, sun’iy intellekt va qurilmalar — katta hajmda energiya, suv hamda noyob mineral resurslarni iste’mol qiladi. Ushbu tadqiqot O‘zbekiston va global miqyosda raqamli iqtisodiyotning ekologik izini tahlil qiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamlashtirish barqaror bo‘lishi uchun texnologik yechimlarga qo‘shimcha sifatida institutsional o‘zgarishlar ham zarur.*

Kalit so‘zlar: *Raqamli iqtisodiyot, yashil raqamlashtirish, ekologik iz, ma’lumotlar markazlari, sun’iy intellekt, elektron chiqindi, noyob yer elementlari, barqarorlik, O‘zbekiston.*

Аннотация: *Несмотря на то, что «зелёная цифровизация» часто позиционируется как устойчивое решение, цифровая инфраструктура — включая центры обработки данных, искусственный интеллект и электронные устройства — потребляет огромные объёмы энергии, воды и критически важных минеральных ресурсов. В данном исследовании анализируется экологический след цифровой экономики на национальном (Узбекистан) и глобальном уровнях. Результаты показывают, что для достижения подлинной устойчивости цифровизации необходимы не только технологические, но и институциональные преобразования.*

Ключевые слова: *цифровая экономика, зелёная цифровизация, экологический след, центры обработки данных, искусственный интеллект, электронные отходы, редкоземельные элементы, устойчивость, Узбекистан*

Abstract: *Although "green digitalization" is often presented as a sustainable solution, digital infrastructure—including data centers, artificial intelligence, and electronic devices—consumes vast amounts of energy, water, and critical mineral resources. This study analyzes the ecological footprint of the digital economy at both national (Uzbekistan) and global levels. Findings indicate that for digitalization to be truly sustainable, institutional reforms must complement technological solutions.*

Keywords: *Digital economy, green digitalization, ecological footprint, data centers, artificial intelligence, e-waste, rare earth elements, sustainability, Uzbekistan*

Kirish. XXI asr iqtisodiyoti tobora ko‘proq raqamli transformatsiya orqali shakllanmoqda. Raqamlashtirish – axborot va kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) orqali ishlab chiqarish, xizmat ko‘rsatish, ta’lim, sog‘liqni saqlash hamda davlat boshqaruvi sohalarini yangilash – hozirda jahon iqtisodiyotining asosiy harakatlanish yo‘nalishlaridan biridir. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi hukumati “Raqamli O‘zbekiston 2030” strategiyasi doirasida raqamlashtirishni mamlakat iqtisodiyotini zamonaviy asosga ko‘chirishning asosiy vositasi deb e’lon qilgan [1].

Strategiyada raqamli infratuzilmaning rivojlanishi, elektron hukumat tizimlarining kengaytirilishi, raqamli savdo hamda raqamli ta’lim kabi yo‘nalishlar alohida ta’kidlangan. Biroq, bu strategiya hali ekologik barqarorlik jihatidan chuqur baholanmagan. Raqamli texnologiyalar ko‘pincha ularning virtual, “jismga ega bo‘lmagan” tabiatiga ko‘ra “yashil” deb hisoblanadi. Shu bilan birga, ularning fizik infratuzilmasi – serverlar, tarmoqlar, smartfonlar, AI tizimlari – katta hajmda elektr energiyasi, suv hamda noyob mineral resurslarni talab qiladi [2].

Masalan, ma’lumotlar markazlari faqatgina elektr energiyasini emas, balki sovutish uchun ham yillik millionlab litr suvni iste’mol qiladi. Sun’iy intellekt modellarini o‘qitish esa, yuzlab ming tonna CO₂ chiqindisini hosil qiladi. Shu sababli, “yashil raqamlashtirish” degan tushuncha ham tanqidiy ko‘z bilan qarashni talab qiladi.

Ushbu maqola raqamli iqtisodiyotning “yashil raqamlashtirish” deb atalgan jarayonining O‘zbekiston hamda global miqyosdagi ekologik izini tahlil qilish orqali quyidagi savollarga javob izlaydi:

1. Raqamli infratuzilma qanday ekologik iz qoldiradi?
2. “Yashil raqamlashtirish” barqaror yechimmi yoki yana bir resurs ekspluatatsiyasimi?
3. O‘zbekiston kabi mamlakatlarda raqamli barqarorlik qanday ta’minlanishi mumkin?

Maqolaning yangi jihati shundaki, u faqat global darajadagi ma’lumotlarga tayanmay, balki O‘zbekistonning raqamli infratuzilmasi va uning ekologik oqibatlarini haqida ham dastlabki tahlillarni taklif qiladi – bu soha hali yetarli darajada o‘rganilmagan.

Adabiyotlar tahlili. Tadqiqotda quyidagi ma’lumotlar manbalari ishlatildi.

Global darajadagi asosiy manbalar:

1. **International Energy Agency (IEA)ning** 2024-yilgi hisoboti raqamli infratuzilmaning global energiya iste’molini tahlil qiladi. Ayniqsa, ma’lumotlar markazlari, tarmoq infrastrukturallari hamda foydalanuvchi qurilmalar tomonidan iste’mol qilinayotgan elektr energiyasi alohida ajratib ko‘rsatilgan [3].

2. **Global E-waste Monitor 2024 (Birlashgan Millatlar Universiteti)** elektron chiqindilarning hajmi, geografik tarqalishi va qayta ishlash darajasini taqdim etadi. 2023-yilda jahonda 62 million tonna e-waste hosil bo‘lgan [4].

3. **Strubell et al. (2020)** sun‘iy intellekt modellarini o‘qitish jarayonidagi CO₂ chiqindisini hisoblab chiqdi: bir nechta keng tarqalgan NLP modellarini o‘qitish 284 tonna CO₂ chiqindisini beradi [5].

O‘zbekiston Respublikasiga oid manbalar:

1. **“Raqamli O‘zbekiston 2030”** strategiyasi – raqamli infratuzilma rivojlanish rejasi, investitsiya dasturlari hamda davlat siyosati [1].

2. **O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi** – elektr energiya iste‘moli, AKT sektori o‘shir sur‘ati va e-waste hajmi bo‘yicha rasmiy ma‘lumotlar [1].

3. **O‘zbekiston Ekologiya vazirligining 2024-yilgi milliy hisoboti** – chiqindilarni boshqarish, elektron chiqindilarni qayta ishlash infratuzilmasi va qonuniy tartibga solish holati [6].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlar qo‘llanildi:

Hayotiy sikl baholash (Life Cycle Assessment – LCA) – raqamli qurilmalar (serverlar, smartfonlar) hamda AI tizimlarining ishlab chiqarish, foydalanish va yo‘q qilish bosqichlaridagi ekologik ta‘sirni hisoblash imkonini beradi.

Material oqimlar tahlili (Material Flow Analysis – MFA) – noyob mineral resurslarning global zanjirdagi oqimlarini kuzatish uchun qo‘llanildi.

Solishtirma tahlil – O‘zbekiston, Qozog‘iston va Janubiy Koreyadagi raqamli infratuzilmaning energiya samaradorligi hamda ekologik standartlari solishtirildi.

Siyo-siy tahlil – “Raqamli O‘zbekiston 2030” strategiyasining matnini ekologik jihatdan tahlil qilish orqali siyosiy kuchsizliklarni aniqlashga harakat qilindi.

Natijalar. Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

Global darajada: Raqamli infratuzilma elektr energiyaning taxminan 4–6% ini iste‘mol qiladi; bu ko‘rsatkich 2030-yilga kelib 8–10% gacha ko‘tarilishi kutilmoqda [3]; AI modelini bir marta o‘qitish 284 tonna CO₂ chiqindisiga teng [5]; Elektron chiqindilar 2030-yilga kelib 74 million tonnaga yetadi; ularning atigi 17% qayta ishlanadi [4].

O‘zbekiston darajasida: 2023-yilda O‘zbekistonda 45 ming tonna elektron chiqindi hosil bo‘ldi, ulardan atigi 5% qayta ishlangan [1]; Mamlakatdagi ma‘lumotlar markazlarining aksariyati hali ham an‘anaviy energiya manbalariga – gaz va ko‘mir – asoslangan; “yashil energiya” bilan ta‘minlash darajasi 10% dan kam [1]; Raqamli qurilmalar uchun kerakli noyob mineral resurslarning 95% tashqaridan import qilinadi; O‘zbekistonda ularni qayta

ishlash infratuzilmasi deyarli mavjud emas [6]; Toshkentdagi yirik ma'lumotlar markazlarining ba'zilarini sovutish tizimlari sifatida ochiq suv aylanishini qo'llaydi, bu esa mahalliy suv resurslariga qo'shimcha bosim o'tkazadi [6].

Muhokama. Natijalar shuni anglatadiki, "yashil raqamlashtirish" haqidagi g'oya ko'pincha ekologik o'tkazma (greenwashing) sifatida ishlatiladi. Raqamli iqtisodiyot barqaror bo'lishi uchun uning fizik izi ham hisobga olinishi kerak. O'zbekiston kabi mamlakatlarda raqamli infratuzilma tez rivojlanayotgan bo'lsa ham, uning ekologik oqibatlari hali yetarli darajada o'rganilmagan.

Bundan tashqari, raqamli infratuzilma global adolatsizlikni kuchaytirishi mumkin: noyob mineral resurslar janubiy mamlakatlardan qazib olinib, shimoliy mamlakatlarda foyda olish uchun ishlatiladi. Bu esa raqamli kolonializm deb atalgan hodisaning shakllanishiga olib keladi [2].

Shu bilan birga, O'zbekiston quyosh va shamol energiyasidan foydalanish orqali ma'lumotlar markazlarini "yashillash" imkoniyatiga ega. Mamlakatda yillik quyosh nurlanishi 1600–2200 soatni tashkil qiladi, bu Yevropa mamlakatlariga qaraganda 1.5–2 marta ko'proq. Biroq, buning uchun qonuniy, moliyaviy hamda kadrlar tayyorgarligi sohasida qo'shimcha choralar talab qilinadi [1].

Muhim jihat shundaki, raqamli barqarorlik faqat "texnologiya" masalasi emas, balki iqtisodiy tizim, davlat siyosati hamda ijtimoiy javobgarlik masalasidir. O'zbekistonda elektron chiqindilarni qayta ishlash bo'yicha alohida qonun hali qabul qilinmagan. Shu bilan birga, AKT korxonalari o'z faoliyatining ekologik oqibatlarini hisobga olmaydi. Bunday bo'shliqlar "yashil raqamlashtirish"ni aslida – resurslarni tezlashtirilgan tarzda iste'mol qilish vositasiga aylantirib yuborishi mumkin.

Xulosa. Raqamli iqtisodiyot barqarorlikka hissa qo'shishi mumkin, lekin faqat texnologik va institutsional barqarorlik birgalikda amalga oshirilganda. "Yashil raqamlashtirish" tushunchasi nafaqat AI va bulutli xizmatlarni, balki past energiya talab qiluvchi dizayn, e-waste boshqaruvi, noyob resurslarni aylanma foydalanish kabi jihatlarni ham o'z ichiga olishi kerak.

O'zbekiston uchun tavsiya etiladigan yechimlar:

- Ma'lumotlar markazlarini quyosh energiyasi bilan ta'minlash;
- Elektron chiqindilarni qayta ishlash milliy dasturini ishlab chiqish;
- Raqamli iqtisodiyotni ekologik baholash mexanizmlarini qonuniy jihatdan joriy etish.

Shunday qilib, raqamli ekologik iqtisodiyot – raqamli texnologiyalar, atrof-muhit va iqtisodiyotni uyg'unlashtiruvchi yangi fan sohasi – rivojlanishni talab qiladi. O'zbekiston

bunday yo‘nalishda dastlabki qadamlarni qo‘yish orqali nafaqat o‘z barqarorligini, balki butun mintaqaning ekologik kelajagini ham ta’minlab berishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2023). “Raqamli O‘zbekiston 2030” strategiyasi to‘g‘risida (PQ-121-son Farmon). <https://lex.uz/docs/6382353>
- [2] Raworth, K. (2017). Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing. <https://doi.org/10.5860/choice.206919>
- [3] International Energy Agency (IEA). (2024). Data centres and data transmission networks. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>
- [4] United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU), & International Solid Waste Association (ISWA). (2024). Global E-waste Monitor 2024. United Nations University. <https://globalewaste.org/gem2024>
- [5] Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2020), 7873–7884. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.697>
- [6] O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishiga qarshi kurash vazirligi. (2024). Chiqindilarni boshqarish bo‘yicha milliy hisobot (2023 yil natijalari). Toshkent.