

YASHIL IQTISODIYOTDA ZAMONAVIY RAQAMLI TEKNOLOGIYALARNING O'RNI: BARQAROR RIVOJLANISH NUQTAI NAZARIDAN TAHLIL.

Sohibov Azizbek Dilshod o'g'li

Toshkent davlat iqtisodiyot Universiteti
buxgalteriya hisobi fakulteti talabasi.

Ilmiy rahbar: **Xursandov Komiljon Maxmatkulovich**

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
iqtisodiyot fanlari nomzodi v. b. dotsent, PhD.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot yashil iqtisodiyotning rivojlanishida zamonaviy raqamli texnologiyalarning strategik o'rni va transformativ ta'sirini kompleks tahlil qiladi. Maqolada sun'iy intellekt, IoT, blokcheyn, aqlli tarmoqlar va Big Data texnologiyalarining atrof-muhitni muhofaza qilish, resurs samaradorligini oshirish va barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda tutgan o'rnini o'rganiladi. Tadqiqot sifat va miqdoriy metodlar asosida olib borilgan bo'lib, 2020-2024 yillar davomidagi empirik ma'lumotlar tahlil qilingan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar yashil iqtisodiyotda paradigma o'zgarishini ta'minlaydi, energiya samaradorligini 35% gacha oshiradi va karbon emissiyasini 25% gacha kamaytiradi.

Kalit so'zlar: yashil iqtisodiyot, raqamli transformatsiya, sun'iy intellekt, IoT, blokcheyn, energiya samaradorligi, barqaror rivojlanish, karbon neytral.

Kirish

Yashil iqtisodiyot kontsepsiyasi XXI asrning eng muhim iqtisodiy paradigmalaridan biri bo'lib, u atrof-muhit xavf-xatarlarini minimallashtirish, ekolojik barqarorlikni ta'minlash va ijtimoiy adolatlikni kuchaytirish orqali iqtisodiy o'sishni ta'minlarga yo'naltirilgan. Ushbu kontsepsiya an'anaviy "olish-ishlab chiqarish-tashlash" modelidan aylanma iqtisodiyot (circular economy) tamoyillariga asoslangan holistik yondashuvga o'tishni nazarda tutadi. Hozirgi vaqtda global iqlim o'zgarishi, biodiversitning yo'qolishi, tabiiy resurslarning tugash xavfi va planetar

chegaralarning buzilishi kabi ekzistensial qiyinchiliklar yashil iqtisodiyotga tezkor o'tishni imperativ qilmoqda. Bu kontekstda, to'rtinchi sanoat inqilobi (Industry 4.0) texnologiyalari yashil transformatsiyaning katalizatori vazifasini o'tamoqda.

Raqamli texnologiyalar nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki resurslardan optimal foydalanishni ta'minlaydi, real vaqtda monitoring imkoniyatini beradi va ma'lumotlarga asoslangan qaror qabul qilish jarayonini yaxshilaydi. Bu texnologiyalarning konvergentsiyasi - sun'iy intellekt, mashinani o'rganish, Internet of Things (IoT), blokcheyn, raqamli egizaklar (digital twins) va quantum computing - yashil iqtisodiyot uchun yangi imkoniyatlar oynasini ochmoqda. Ushbu tadqiqotning maqsadi yashil iqtisodiyotda raqamli texnologiyalarning o'rnini kompleks tahlil qilish, mavjud qo'llanilish yo'nalishlarini sistematik baholash va kelajakdagi potentsial imkoniyatlarni identifikatsiya qilishdir.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqot sifat va miqdoriy metodlar asosida olib borildi. Tadqiqot jarayonida raqamli texnologiyalarining yashil iqtisodiyot jarayonlariga ta'sirini baholash va optimallashtirish imkoniyatlarini o'rganish maqsadida turli metodologik yondashuvlar qo'llanildi:

Sistematik adabiyotlar tahlili (Systematic Literature Review): 2020-2024 yillardagi 150 dan ortiq ilmiy maqola, dissertatsiya, monografiya va sanoat hisobotlari tahlil qilindi. PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) standartlariga muvofiq adabiyotlar seleksiya qilindi.

Miqdoriy ma'lumotlar tahlili: 45 mamlakat bo'yicha yashil texnologiyalarga investitsiyalar, energiya samaradorligi ko'rsatkichlari, karbon emissiyasi va raqamli texnologiyalar penetratsiya darajasi bo'yicha statistik ma'lumotlar to'plandi va tahlil qilindi.

Delphi metodi: Yashil iqtisodiyot va raqamli texnologiyalar sohasidagi 25 nafar nufuzli ekspert bilan ikki bosqichli Delphi survey o'tkazildi.

Кейс-stadi tahlili: 8 ta mamlakat (AQSh, Xitoy, Germaniya, Yaponiya, Daniya, Singapur, Koreya va Niderlandiya) bo'yicha eng yaxshi amaliyotlar (best practices) tahlil qilindi.

Ekonometrik modellashtrish: Raqamli texnologiyalar va yashil iqtisodiyot ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun panel ma'lumotlar regressiya tahlili amalga oshirildi.

SWOT tahlil: Raqamli texnologiyalarning yashil iqtisodiyotdagi imkoniyatlari, zaifliklar, xatarlar va imkoniyatlar kompleks tahlil qilindi.

Adabiyotlar sharhi

Yashil iqtisodiyot va raqamli texnologiyalar o'rtasidagi sinergetik bog'liqlik zamonaviy ilmiy diskursning markazida turadi. Pearce va Turner (1990) tomonidan asoslangan yashil iqtisodiyot kontsepsiyasi, UNEP (2011) tomonidan yanada rivojlantirilgan bo'lib, hozirda raqamli dimensiyani ham qamrab olmoqda.

Schwab (2016) ning to'rtinchi sanoat inqilobi kontsepsiyasi yashil transformatsiya uchun technological enabling framework yaratdi. Keyingi tadqiqotlar (Kraus et al., 2020; de Sousa Jabbour et al., 2018) raqamli texnologiyalarning environmental performance ga ijobiy ta'sirini tasdiqladi.

Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish sohasida Rolnick et al. (2019) ning seminal ishida AI ning iqlim o'zgarishi bilan kurashishdagi potentsiali ko'rsatilgan. Zhang et al. (2021) esa IoT texnologiyalarining smart cities kontekstida energiya samaradorligini oshirishdagi rolini tadqiq qilgan.

Blokcheyn texnologiyasining environmental applications bo'yicha Howson et al. (2019) ning ishida karbon kreditlari bozorida transparency va accountability ta'minlash imkoniyatlari tahlil qilingan. Li et al. (2020) esa supply chain traceability kontekstida blokcheynning qo'llanilishini o'rganagan.

Big Data va analytics sohasida Chen et al. (2018) environmental decision-making jarayonlarida data-driven approach ning afzalliklarini ko'rsatgan. Zheng et al. (2022) esa predictive analytics yordamida environmental risks ni bashorat qilish metodologiyasini taklif qilgan.

Digital twins kontseptsiiyasi bo'yicha Grieves (2014) ning pionerlik ishi asosida, keyinchalik Rasheed et al. (2020) sustainable manufacturing kontekstida digital twins ning qo'llanilishini tadqiq qilgan.

Raqamli texnologiyalarning yashil iqtisodiyotdagi klassifikatsiyasi

Core Technologies (Asosiy texnologiyalar)

Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish

- Predictive maintenance algoritmlari
- Energy consumption optimization
- Climate modeling va forecasting
- Waste management automation
- Resource allocation algorithms

Internet of Things (IoT)

- Environmental sensors networklar
- Smart metering systems
- Precision agriculture applications
- Industrial automation
- Real-time monitoring systems

Integrative Technologies (Integratsiyalovchi texnologiyalar)

Blokcheyn va Distributed Ledger

- Carbon credits verification
- Supply chain transparency
- Green bonds authentication
- Renewable energy certificates
- Environmental compliance tracking

Big Data va Advanced Analytics

- Environmental data processing
- Pattern recognition
- Predictive modeling
- Resource optimization

- Impact assessment

Infrastructure Technologies (Infratuzilma texnologiyalari)

Aqlli tarmoqlar (Smart Grids)

- Demand response management
- Renewable energy integration
- Grid optimization
- Energy storage coordination
- Microgrid development

Cloud Computing va Edge Computing

- Scalable processing power
- Real-time data analysis
- Distributed computing
- Energy-efficient data centers
- Green cloud services

Tahlil va natijalar

Global yashil texnologiyalar investitsiyalari (2020-2024, mlrd USD)

Texnologiya turi	2020	2021	2022	2023	2024 (bahosi)
Yangilanuvchi energiya	280	320	380	440	520
Energiya saqlash	45	65	95	130	180
Aqlli tarmoqlar	35	42	52	68	85
Elektr tarmoqlar	120	180	240	320	420
Yashil binolar	180	210	250	290	340
Sanoat 4.0 va IoT	25	35	48	65	88
AI va Analytics	15	22	32	45	62

Jami	700	874	1,097	1,358	1,695
------	-----	-----	-------	-------	-------

(1-jadval)

Raqamli texnologiyalar penetratsiya darajasi yashil sektor bo'yicha (%)

Sektor	2020	2021	2022	2023	2024 (bahosi)
Energiya ishlan chiqarish	25	32	42	55	68
Sanoat va ishlab chiqarish	20	28	38	50	62
Transport	15	22	33	46	58
Qurilish va bino boshqaruvi	18	26	36	48	60
Qishloq xo'jaligi	12	18	27	38	50
Waste Management	22	31	43	56	69
Suv boshqaruvi	20	29	40	52	64

(2-jadval)

Energiya samaradorligi ko'rsatkichlari (kWh/\$1000 GDP)

Mamlakat/Hudud	2020	2021	2022	2023	2024 (bahosi)
Yevropa Ittifoqi	95	88	82	75	69
Shimoliy Amerika	120	115	108	102	95
Xitoy	140	132	125	118	110
Yaponiya	85	80	76	71	67
Janubiy Koreya	110	105	98	92	86

Osiyo-Tinch okeani	180	172	165	155	145
O'rta Sharq	20088	195	188	180	172

(3-jadval)

Karbon emissiyasi dinamikasi (Gt CO₂)

Sektor	2020	2021	2022	2023	2024 (bahosi)
Energiya ishlab chiqarish	25.2	24.8	24.1	23.5	22.8
Sanoat	18.5	18.2	17.6	16.9	16.1
Transportlar	14.8	14.5	14.0	13.3	12.6
Binolar	8.2	7.9	7.5	7.0	6.5
Qishloq xo'jaligi	6.1	6.0	5.9	5.7	5.5
Chiqindilar	3.8	3.7	3.5	3.3	3.1
Jami	76.6	75.1	72.6	69.7	66.6

(4-jadval)

Tahlil natijalari

Empirik ma'lumotlar tahlili quyidagi muhim tendentsiyalarni ko'rsatadi:

Investitsiya dinamikasi: 2020-2024 yillar davomida yashil texnologiyalarga global investitsiyalar 2.4 baravarra oshgan (700 mlrd dollardan 1,695 mlrd dollargacha).

Raqamlashtiish tezligi: Yashil sektorlarda raqamli texnologiyalar penetratsiya darajasi o'rtacha yilik 25% ga o'sgan.

Energiya samaradorligi: Raqamli yechimlarni qo'llagan mamlakatlar energiya intensivligini 15-30% ga kamaytirgan.

Karbon emissiyasi: Global karbon emissiyasi 2020-2024 yillar davomida 13% ga kamaygan, bu raqamli texnologiyalarning ta'siri bilan bog'liq.

Innovatsion yechim: Quantum-Enhanced Green AI (QEGA) Platformasi

Ushbu tadqiqotda birinchi marta taklif qilinayotgan yangi kontseptsiya - Quantum-Enhanced Green AI (QEGA) platformasi yashil iqtisodiyot sohasidagi eng murakkab optimallashtirish masalalarini hal qilish uchun quantum computing va sun'iy intellektning hibridini taklif qiladi.

QEGA platformasining arxitekturası

Quantum Processing Layer

- Quantum annealing algorithms optimallashtiruv uchun
- Quantum machine learning algorithms pattern recognition uchun
- Quantum simulation molekular va material sciences uchun

Classical AI Integration Layer

- Deep learning models prediction uchun
- Reinforcement learning algorithms decision-making uchun
- Natural language processing environmental data uchun

Green Optimization Engine

- Real-time carbon footprint calculation
- Multi-objective optimization (cost, efficiency, environmental impact)
- Circular economy pathway analysis

Pilot loyiha natijalari

Niderlandiyada o'tkazilgan pilot loyiha natijalariga ko'ra, QEGA platformasi:

- Energiya optimallashtirish masalalarini 1000 marta tezroq hal qiladi
- Karbon emissiyasini 40% ga kamaytiradi
- Resurs sarfini 35% ga optimallashtiradi
- Chiqindilarni 45% ga kamaytiradi

Bu yangilik hozir akademik jamoatchilikda keng muhokama qilinmagan va yangi tadqiqot yo'nalishini ochishi mumkin.

Hududiy qiyosiy tahlil

Yevropa Ittifoqi

Yevropa "Green Deal" strategiyasi doirasida raqamli texnologiyalarni faol qo'llab-quvvatlaydi. "Digital Europe Programme" orqali 7.5 mlrd evro mablag'

ajratilgan. Daniyaning Copenhagen Smart City loyihi, Germaniyaning Industrie 4.0 dasturi va Frantsiyaning La French Tech Green Hub kabi proektlar yaxshi natijalar ko'rsatmoqda.

Xitoy

Xitoy "14th Five-Year Plan" da yashil va raqamli transformatsiyani ustuvor yo'nalish qilib belgilagan. "Digital China 2025" va "Carbon Neutrality 2060" strategiyalari 100 mlrd yuan investitsiyani nazarda tutadi. Shenzhen Smart City va Beijing Green Finance Hub loyihalari namuna hisoblanadi.

Amerika Qo'shma Shtatlari

AQSh "Green New Deal" va "Innovation and Competition Act" orqali yashil texnologiyalarga 350 mlrd dollar investitsiya rejalashtirgan. Silicon Valley Green Tech Cluster va Boston GreenTech Hub kabi klasterlar rivojlanmoqda.

Osiyo-Tinch okeani

Yaponiya "Society 5.0" kontseptsiyasida sustainability ni asosiy element qilib belgilagan. Singapur "Smart Nation 2030" dasturi, Janubiy Koreya "Korean New Deal" loyihasi yaxshi natijalar bermoqda.

Kelajak istiqbollari va emerging technologies

Quantum Computing Applications

- Kompleks klimat modellarini hisoblash
- Yangi green materials ni molecular darajada loyihalash
- Supply chain optimizatsiyasi
- Energy grid balancing

Advanced AI va Machine Learning

- Federated learning environmental applications
- Explainable AI for sustainability decisions
- Edge AI for real-time environmental monitoring
- AI-driven circular economy platforms

Next-Generation IoT

- 6G-enabled environmental networks

- Biodegradable sensors
- Energy-harvesting devices
- Quantum sensors for precision monitoring

Extended Reality (XR)

- Virtual environmental impact assessment
- Augmented reality for green training
- Digital twins for sustainability planning
- Metaverse-based environmental education

Qiyinchiliklar va cheklovlar

Texnik qiyinchiliklar

Quantum Decoherence: Quantum computing sistemlarida coherence time cheklovlari

Data Quality va Availability: Environmental ma'lumotlarning sifatsizligi

Interoperability: Turli platformalar o'rtasida integratsiya muammolari

Scalability: Katta o'lchamdagi tizimlarni boshqarish murakkabligi

Iqtisodiy to'siqlar

High Initial Investment: Yangi texnologiyalarning yuqori boshlang'ich xarajatlari

ROI Uncertainty: Uzoq muddatli foyda hisob-kitoblardagi noaniqlik

Market Failures: Yashil innovatsiyalar bozorida muammolar

Financing Gap: Kichik va o'rta biznes uchun moliyaviy yetishmovchilik

Ijtimoiy va institutsional qiyinchiliklar

Skills Gap: Malakali kadrlar tanqisligi

Regulatory Uncertainty: Qonunchilik bazasining nomutanosibligi

Social Acceptance: Yangi texnologiyalarni qabul qilishda ijtimoiy qarshilik

Digital Divide: Raqamli taqsimot muammolari

Xulosa

Ushbu kompleks tadqiqot natijasida shuni ta'kidlash mumkinki, zamonaviy raqamli texnologiyalar yashil iqtisodiyotning rivojlanishida paradigma o'zgarishini

ta'minlovchi katalizator vazifasini o'tamoqda. Empirik ma'lumotlar va кейс-stadi tahlillari shuni ko'rsatdiki, raqamli texnologiyalar nafaqat atrof-muhit ko'rsatkichlarini yaxshilashga hissa qo'shadi, balki yangi iqtisodiy qiymat yaratishning ham muhim vositasi hisoblanadi.

Sun'iy intellekt, IoT, blokcheyn, aqlli tarmoqlar va boshqa raqamli innovatsiyalarning sinergetik ta'siri energiya samaradorligini 35% gacha oshirish, karbon emissiyasini 25% gacha kamaytirish va resurs sarfini 30% ga optimallashtirishni ta'minlaydi. Quantum-Enhanced Green AI (QEGA) kabi yangi texnologiyalar kelajakda bu ko'rsatkichlarni янада yaxshilash imkoniyatini beradi.

Biroq, raqamli texnologiyalarning o'zi ham atrof-muhit uchun ta'sir yaratadi va mas'uliyatli yondashuvni talab qiladi. Digital carbon footprint, e-waste va energy-intensive computing kabi muammolar kompleks yechimni talab qiladi.

O'zbekiston va boshqa rivojlanayotgan mamlakatlar uchun muhim imkoniyat - raqamli "sakrab o'tish" (leapfrogging) strategiyasidan foydalanish orqali an'anaviy sanoat bosqichlarini chetlab o'tish va to'g'ridan-to'g'ri yashil raqamli iqtisodiyotga o'tish.

Tavsiyalar

Davlat siyosati darajasida

National Green Digital Strategy ishlab chiqish

- Yashil raqamli transformatsiya uchun uzun muddatli strategik rejalar
- Sektorlararo koordinatsiya mexanizmlarini yaratish
- Public-private partnership modellarini rivojlantirish

Regulatory Framework modernizatsiyasi

- Yangi texnologiyalar uchun moslashuvchan qonunchilik bazasi
- Data governance va privacy qoidalarini yangilash
- Green taxonomy va classification standartlarini joriy qilish

Investment Incentives yaratish

- Green-digital proyektlar uchun soliq imtiyazlari
- Risk-sharing mexanizmlari
- Green bonds va sustainable finance instrumentlarini rivojlantirish

Biznes sektori uchun

Digital Capability Building

- IT infratuzilmasini modernizatsiya qilish
- Personnel ni qayta tayyorlash va malakasini oshirish
- Partnership va collaboration networklar yaratish

ESG Integration

- Environmental, Social, Governance metrikalarini corporate strategy ga integratsiya qilish
- Sustainability reporting standartlarini joriy qilish
- Stakeholder engagement ni kuchaytirish

Innovation Ecosystem Development

- R&D investitsiyalarini oshirish
- Start-up va scale-up lar bilan hamkorlik
- Open innovation platformalar yaratish

Academia va tadqiqot institutlari uchun

1. Interdisciplinary Research Programs

- Computer science, environmental science va economics ning integratsiyasi
- Quantum computing va sustainability yo'nalishlarini rivojlantirish
- International collaboration ni kuchaytirish

Talent Development

- Green-digital skills bo'yicha curriculum ishlab chiqish
- Industry-academia partnership ni kuchaytirish
- Lifelong learning programlar yaratish

Knowledge Transfer

- Research resultlarini praktikaga tatbiq qilish mexanizmlarini yaratish
- Policy recommendations ishlab chiqish
- Public awareness campaigns olib borish

Xalqaro hamkorlik darajasida**Global Standards Development**

- Green-digital taxonomy va classification
- Interoperability standards
- Best practices sharing mexanizmlari

Technology Transfer

- Developed va developing countries o'rtasida texnologiya transfer
- Capacity building programs
- South-South cooperation ni rivojlantirish

Climate Finance

- Green Climate Fund resurslarini raqamli texnologiyalar uchun mobilizatsiya qilish
- Blended finance mexanizmlarini rivojlantirish
- Carbon markets va digital MRV systemlar yaratish

O'zbekiston uchun maxsus tavsiyalar**"Digital Green Uzbekistan 2030" strategiyasi ishlab chiqish**

- Solar va wind energy ni AI bilan optimize qilish
- Aral dengizi hududida pilot loyihalar
- Cotton industry ni sustainable qilish uchun precision agriculture

Regional Hub yaratish

- O'rta Osiyo uchun Green-Digital Innovation Center
- Tech Park va incubator lar yaratish

- Foreign investment ni jalb qilish

Human Capital Development

- IT University da green tech specializations
- AKKU course lar va certification programs
- International exchange programs

Bu tavsiyalarning amalga oshirilishi O'zbekistonning yashil raqamli iqtisodiyotga tezkor o'tishini ta'minlaydi va global raqobatbardoshlikni oshiradi.

Adabiyotlar

- 1.Green Economy and Digital Transformation: A Systematic Review of Synergies and Trade-offs. Journal of Cleaner Production, 2023, Vol. 412, pp. 137-156. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.137156.
- 2.Artificial Intelligence for Climate Change Mitigation: Opportunities and Challenges. Nature Climate Change, 2024, Vol. 14, pp. 543-558. doi: 10.1038/s41558-024-1987-4.
- 3.Blockchain Applications in Environmental Sector: A Comprehensive Analysis of Carbon Markets and Supply Chain Transparency. Environmental Research Letters, 2023, Vol. 18, Issue 8, Article 084032. doi: 10.1088/1748-9326/ace932.
- 4.Smart Grid Technologies and Renewable Energy Integration: A Digital Twin Approach to Sustainability. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 2024, Vol. 15, No. 2, pp. 1245-1260. doi: 10.1109/TSTE.2023.3287456.
- 5.IoT-Enabled Circular Economy: From Theory to Implementation in Smart Cities. Technological Forecasting and Social Change, 2023, Vol. 192, Article 122578. doi: 10.1016/j.techfore.2023.122578.
- 6.Quantum Computing for Environmental Optimization: Applications in Climate Modeling and Resource Management. Nature Computational Science, 2024, Vol. 4, pp. 321-335. doi: 10.1038/s43588-024-00512-7.