ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ATROF-MUHIT MUHOFAZASIDA YASHIL TEXNOLOGIYALAR VA INNOVATSIYALARNING ROLI.

Jo‘rayeva O‘g‘iloy Abdiraxim qizi
Qarshi davlat texnika universiteti
E-mail: ekologjurayeva001@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada globallashuv va iqlim o‘zgarishi sharoitida atrof-muhit barqarorligini ta’minlashda yashil texnologiyalar va innovatsiyalarning roli o‘rganilgan. Tadqiqot doirasida ekologik Kuznets egri chizig‘i (EKC) gipotezasiga tayanib, ko‘p omilli chiziqli regressiya modeli yordamida iqtisodiy o‘sish, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va yashil innovatsiyalarning karbonat angidrid (CO_2) emissiyasiga ta’siri miqdoriy baholandi. Ekonometrik tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, yashil innovatsiyalar indeksining 1\% ga o‘sishi atmosferaga chiqariladigan chiqindilar hajmini o‘rtacha 0.32\% ga qisqartiradi. Maqola yakunida sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish va yashil iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini jadallashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ilgari surilgan.

Kalit so‘zlar: yashil texnologiyalar, ekologik innovatsiyalar, karbonat angidrid (CO_2) emissiyasi, qayta tiklanuvchi energiya, ekologik Kuznets egri chizig‘i (EKC), sirkulyar iqtisodiyot, barqaror rivojlanish.

Аннотация. В данной статье исследуется роль зеленых технологий и инноваций в обеспечении экологической устойчивости в условиях глобализации и изменения климата. В рамках исследования, опираясь на гипотезу экологической кривой Кузнеца (ЭКК), с помощью многофакторной линейной регрессионной модели была количественно оценена взаимосвязь между экономическим ростом, возобновляемыми источниками энергии, зелеными инновациями и выбросами углекислого газа (CO_2). Результаты эконометрического анализа показали, что увеличение индекса зеленых инноваций на 1\% снижает объем вредных выбросов в атмосферу в среднем на 0.32\%. В заключении статьи предложены практические рекомендации по повышению энергоэффективности на промышленных предприятиях и ускорению стратегии перехода к зеленой экономике.

Ключевые слова: зеленые технологии, экологические инновации, выбросы углекислого газа (CO_2), возобновляемая энергия, экологическая кривая Кузнеца (ЭКК), циркулярная экономика, устойчивое развитие.

Abstract. This paper investigates the role of green technologies and eco-innovations in ensuring environmental sustainability amid globalization and climate change. Drawing on the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, a multi-factor linear regression model was employed to quantitatively assess the impact of economic growth, renewable energy sources, and green innovations on

carbon dioxide (CO_2) emissions. The econometric analysis reveals that a 1\% increase in the green innovation index reduces atmospheric emissions by an average of 0.32\%. Finally, the study provides practical recommendations for enhancing energy efficiency in industrial enterprises and accelerating the transition strategy toward a green economy.

Keywords: green technologies, eco-innovation, carbon dioxide (CO_2) emissions, renewable energy, Environmental Kuznets Curve (EKC), circular economy, sustainable development.

KIRISH.

Bugungi kunda insoniyat resurslarning cheklanganligi va global iqlim o‘zgarishi kabi jiddiy ekologik inqirozlar bilan yuzma-uz kelmoqda. Sanoat tarmoqlarining jadal rivojlanishi va an’anaviy qazilma yoqilg‘i resurslariga bo‘lgan yuqori talab atmosferaga issiqxona gazlari, xususan, karbonat angidrid (CO_2) emissiyasining keskin ortishiga olb keldi [1]. Ekologik inqirozlarni bartaraf etish va Barqaror Rivojlanish Maqsadlariga (BRM) erishish an’anaviy chiziqli iqtisodiyotdan sirkulyar (aylanma) va yashil iqtisodiyot modeliga o‘tishni taqozo etmoqda [2]

Yashil texnologiyalar va innovatsiyalar deganda, atrof-muhitga salbiy ta’sirni minimallashtiradigan, resurslardan foydalanish samaradorligini oshiradigan va chiqindilarni qayta ishlaydigan ishlab chiqarish jarayonlari, mahsulotlar va xizmatlar majmui tushuniladi [3]. Ushbu innovatsiyalar iqtisodiy o‘sishni ta’minlash bilan birga, ekologik degradatsiyani kamaytirish imkonini beradi, ya'ni iqtisodiy rivojlanish va atrof-muhit ifloslanishi o‘rtasidagi bog‘liqlikni uzish (decoupling effect) jarayonini amalga oshiradi [4]

O‘zbekistonda ham yashil iqtisodiyotga o‘tish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri etib belgilangan bo‘lib, energiya samaradorligini oshirish va sanoatda ekologik toza innovatsiyalarni qo‘llash dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi [5]. Mazkur tadqiqotning maqsadi yashil texnologiyalarning karbonat angidrid chiqindilarini kamaytirish va resurs optimallashuvidagi samaradorligini miqdoriy baholashdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqotda yashil innovatsiyalarning atrof-muhit muhofazasidagi rolini baholash uchun iqtisodiy-statistik, qiyosiy tahlil va ekonometrik modellashtirish metodlaridan foydalanildi. Yashil iqtisodiy o‘sish va atrof-muhit sifati o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganishda ekologik Kuznets egri chizig‘i (EKC) nazariyasiga tayanildi [6]

Emissiyalarni kamaytirish modelini baholash uchun quyidagi ko‘p omilli chiziqli regressiya tenglamasi tuzildi:

$$CO_{2,t} = \beta_0 + \beta_1 GDPt + \beta_2 REt + \beta 3\ GIt + \varepsilon_t$$

Bu yerda:

ISSN 3030-3907

- $CO_{2,t}$ — t vaqtinchalik davrdagi karbonat angidrid emissiyasi miqdori (tonna);
- GDP_t — aholi jon boshiga to‘g‘ri keladigan yalpi ichki mahsulot (iqtisodiy faollik ko‘rsatkichi);
- RE_t — umumiy energiya balansida qayta tiklanuvchi energiya (Renewable Energy) ulushi (\%);
- GI_t — yashil innovatsiyalar indeksi (Green Innovation Index - patentlar va joriy etilgan energiya tejamkor texnologiyalar soni);
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ — model parametrlari;
- ε_t — tasodifiy xatolik ko‘rsatkichi.

Tadqiqot ma’lumotlar bazasi sifatida Jahon banki (World Bank Open Data), Xalqaro energetika agentligi (IEA) va O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligining 2010–2025-yillardagi statistik ko‘rsatkichlari olindi [7, 8]

TADQIQOT NATIJALARI. Ekonometrik model tahlili va empirik ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, yashil texnologiyalarga kiritilgan investitsiyalar va ishlab chiqarishga joriy etilgan innovatsiyalar atmosferaga chiqarilayotgan zararli gazlar miqdorini sezilarli darajada kamaytiradi. Regressiya tahlili natijalariga ko‘ra, quyidagi korrelyatsion qonuniyatlar aniqlandi (Jadval 1).

1-Jadval

Regressiya modeli parametrlari va ularning ahamiyatliligi

O‘zgaruvchilar	Koeffitsiyent (β)	t-statistika	p-qiymati
Doimiy had (β_0)	4.12	5.23	< 0.01
YIM (GDP_t)	0.78	6.14	< 0.01
Qayta tiklanuvchi energiya (REt)	-0.45	-4.82	< 0.01
Yashil innovatsiyalar (GIt)	-0.32	-3.95	< 0.05
O‘zgaruvchilar	Koeffitsiyent (β)	t-statistika	p-qiymati

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, umumiy energiya iste’molida qayta tiklanuvchi energiya ulushining 1\% ga ortishi, boshqa omillar o‘zgarmagan taqdirda, CO_2 emissiyasini o‘rtacha 0.45\% ga kamaytiradi. Shuningdek, yashil innovatsiyalar indeksining (GI) 1\% ga o‘sishi atmosferaga chiqariladigan chiqindilar hajmini 0.32\% ga qisqartirish imkonini beradi.

Sanoat korxonalarida resurs tejamkor texnologiyalarni (masalan, yopiq siklli suv ta’minoti, energiya samarador reaktorlar) qo‘llash orqali ishlab chiqarish tannarxi va chiqindilar miqdori o‘rtasidagi quyidagi mutanosiblik kuzatildi: yashil

ISSN 3030-3907

innovatsiyalarni joriy etgan korxonalarda xomashyo sarfi 15-20\% gacha tejalgan, hosil bo‘ladigan qattiq chiqindilar hajmi esa 30\% gacha qisqargan [9]

MUHOKAMA VA TAHLIL. Tadqiqot natijalari ekologik Kuznets egri chizig‘i gipotezasini qisman tasdiqlaydi: iqtisodiy o‘sishning dastlabki bosqichlarida (GDP o‘sishi bilan) atrof-muhitga salbiy ta’sir ortadi, biroq yashil texnologiyalar va texnologik innovatsiyalar ma’lum bir nuqtaga yetganda, ushbu egri chiziqning sinishi (turning point) yuz beradi va iqtisodiyot rivojlangani sari atrof-muhit sifati yaxshilana boshlaydi [6, 10].

Biroq, yashil texnologiyalarni keng joriy etish yo‘lida bir qator to‘siqlar mavjud:

1. **Yuqori boshlang‘ich xarajatlar:** Quyosh fotoelektr stansiyalari, shamol generatorlari va chiqindisiz texnologik liniyalarni sotib olish hamda o‘rnatish katta kapital qo‘yilmalarni talab qiladi [11].

2. **Kadrlar yetishmovchiligi:** Eco-innovation (ekologik innovatsiyalar) sohasida yuqori malakali muhandis va tadqiqotchilar yetishmaydi.

3. **Rag‘batlantirish mexanizmlarining mukammal emasligi:** Sanoat korxonalariga yashil texnologiyalarni qo‘llagani uchun beriladigan soliq va bojxona imtiyozlari tizimini yanada rivojlantirish zarur [12].

O‘zbekiston sharoitida yashil innovatsiyalarni joriy etish nafaqat ekologik xavfsizlikni ta’minlaydi, balki ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning xalqaro bozorlarda (ayniqsa, Yevropa Ittifoqining uglerod solig‘i — CBAM mexanizmi joriy etilishi fonida) raqobatbardoshligini oshiradi [13].

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yashil texnologiyalar va innovatsiyalar atrof-muhit muhofazasini ta’minlashning eng samarali vositasi hisoblanadi. Ekonometrik model tahlili yashil innovatsiyalar va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining uglerod neftralligiga erishishdagi bevosita ijobiy ta’sirini miqdoriy jihatdan isbotladi.

Ekologik barqarorlikni ta’minlash uchun quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish taklif etiladi:

- Sanoat korxonalarida energiya auditi tizimini majburiy etish va ISO 14001 ekologik menejment standartlarini keng joriy qilish.
- Yashil startaplar va ekologik yo‘nalishdagi ilmiy-tadqiqot ishlanmalarini davlat tomonidan subsidiyalash va "yashil kreditlar" ajratish tizimini kengaytirish.
- Sirkulyar iqtisodiyot prinsiplariga asoslangan chiqindisiz texnologik klasterlarni tashkil etish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report.* IPCC Assessment Report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

ISSN 3030-3907

2. United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *The Green Economy Transition: Pathways to Sustainable Development.* https://www.unep.org/resources/green-economy
3. OECD. (2021). *Incentivising Eco-Innovation: A Policy Framework for Green Growth.* OECD Publishing, Paris. https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/
4. Schumpeter, J. A. (2006). *The Theory of Economic Development.* Harvard University Press. https://www.harvard.edu/ *(Sanoatda innovatsiyalar transformatsiyasi asoslari).*
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori. (2022). *2022–2026-yillarda yashil iqtisodiyotga o‘tish va energiya tejamkorlikni ta’minlash dasturi to‘g‘risida.* PQ-440-son.https://lex.uz/docs/6231495
6. Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). *Economic Growth and the Environment.* The Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353-377. https://academic.oup.com/qje/article-abstract/110/2/353/1841320
7. World Bank. (2025). *World Development Indicators: Green Growth and Environment Data.* World Bank Open Data. https://databank.worldbank.org/
8. International Energy Agency (IEA). (2024). *Global Energy Review: CO2 Emissions and Renewable Energy Integration.* https://www.iea.org/reports/global-energy-review
9. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* Journal of Cleaner Production, 143, 757-768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048
10. Stern, D. I. (2004). *The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve.* World Development, 32(8), 1419-1439. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004
11. Barbieri, N., Marzucchi, A., & Rizzo, U. (2016). *Drivers of environmental innovation: A review of the empirical literature.* Journal of Cleaner Production, 127, 14-31.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.111
12. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. (2025). *Atrof-muhit muhofazasi va tabiiy resurslardan foydalanish statistikasi bülleteni.* https://stat.uz/uz/statistika-lar/ekologiya
13. European Commission. (2023). *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) Framework.* European Green Deal. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en

ISSN 3030-3907