

SANOAT KORXONALARINING QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDAN (QTEM) FOYDALANISHGA TAYYORLIK DARAJASINI BAHOLASHGA ILMIY YONDASHUVLAR

Abdullayev Elyorbek Odiljon o'g'li

TDIU, mustaqil tadqiqotchisi

E-mail: sirmakel@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarining qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga tayyorlik darajasini baholash bo'yicha ilmiy yondashuvlar qiyosiy tahlil qilindi. Texnologik tayyorlik, joriy etish tayyorligi va mintaqaviy baholash modellari o'rganilib, korxona darajasiga moslashtirilgan to'rt o'lchamli baholash mantig'i ishlab chiqildi. Natijalar texnologik, tashkiliy, moliyaviy va institutsional omillar tayyorlik darajasini kompleks baholash imkonini berganini ko'rsatdi. Taklif etilgan yondashuv sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etish bo'yicha ilmiy asos yaratdi.

Kalit so'zlar: qayta tiklanuvchi energiya, sanoat korxonalari, tayyorlik darajasi, energiya samaradorligi, texnologik tayyorlik, institutsional omillar, baholash modeli.

Аннотация. В исследовании были проведены сравнительный анализ научных подходов к оценке готовности промышленных предприятий к использованию возобновляемых источников энергии. Были изучены модели технологической готовности, готовности к внедрению и региональной оценки, а также разработан четырехкомпонентный подход, адаптированный к уровню предприятия. Полученные результаты показали, что технологические, организационные, финансовые и институциональные факторы обеспечивали комплексную оценку уровня готовности. Предложенный подход сформировал научную основу для повышения энергоэффективности предприятий и расширения использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, промышленные предприятия, уровень готовности, энергоэффективность, технологическая готовность, институциональные факторы, модель оценки.

Annotation. The study comparatively examined scientific approaches to assessing the readiness of industrial enterprises for renewable energy adoption. Technology readiness, adoption readiness, and regional assessment models were reviewed, and a four-dimensional framework adapted to the enterprise level was developed. The findings demonstrated that technological, organizational, financial, and institutional factors enabled a comprehensive evaluation of readiness. The proposed framework provided a scientific basis for improving energy efficiency and supporting the effective integration of renewable energy sources into industrial enterprises under contemporary energy transition conditions.

Keywords: renewable energy, industrial enterprises, readiness assessment, energy efficiency, technology readiness, institutional factors, assessment framework.

Kirish. O'zbekiston so'nggi yillarda energetika tizimini modernizatsiya qilish va iqtisodiyotning uglerod sig'imini bosqichma-bosqich kamaytirish yo'nalishida izchil siyosat olib bormoqda. 2019-2030-yillarga mo'ljallangan yashil iqtisodiyotga o'tish strategiyasi elektr energiyasi ishlab chiqarishda qayta tiklanuvchi manbalar ulushini 2019-yildagi 10,2 foizdan 2030-yilga qadar 25 foizdan yuqori darajaga ko'tarishni, korxonalar infratuzilmasini yangilab, ekologik xavfsiz texnologiyalarni keng joriy etishni nazarda tutgan [1]. Mamlakat o'rnatilgan generatsiya quvvatini 2019-yildagi 12,9 GVtdan 2030-yilga borib 29,2 GVtgacha, yillik elektr ishlab chiqarishni esa 63,6 TVt·soatdan 120,8 TVt·soatgacha oshirishni maqsad qilib qo'ygan [1].

2024-yilda strategik ko'rsatkichlar yangilanib, o'rnatilgan quvvatdagi qayta tiklanuvchi energiya ulushi 2022-yildagi 14 foizdan 2030-yilga qadar 40 foizga yetkazilishi, sanoat korxonalarining energiya samaradorligi 20 foizga oshirilishi belgilandi [2]. 2022-yildan buyon o'tkazilgan tanlovlarda umumiy o'rnatilgan generatsiya quvvatining qariyb 55 foiziga teng quyosh va shamol loyihalari davlat-xususiy sheriklik asosida investorlarga taqdim etilgan [2]. Bunday ko'lamdagi quvvat o'sishi sanoat korxonalari uchun yangi energiya manbalarini o'zlashtirishga keng amaliy imkoniyat ochadi.

Energetik o'tishning amaliy samarasi ko'p jihatdan generatsiya quvvatini oshirishdan ko'ra, energiyaning asosiy iste'molchisi bo'lgan sanoat korxonalarining yangi manbalarni qabul qilish va integratsiyalashga tayyorlik darajasiga bog'liq. Korxonaning texnologik jihozlanishi, boshqaruv tizimi, moliyaviy holati va institutsional muhitga moslashuvi yetarli bo'lmasa, qulay tashqi shart-sharoitlarda ham QTEMni o'zlashtirish sekinlashadi. Global miqyosda qayta tiklanuvchi quvvatni 2030-yilga qadar uch baravar - 11,2 TVtga yetkazish uchun yiliga o'rtacha 1044 GVt yangi quvvat kiritilishi va sanoat tarmoqlarida elektrlashtirish chuqurlashishi zarurligi e'tirof etilgan [3].

Korxona darajasidagi tayyorlikni izchil o'lchaydigan yagona metodologik asos hali to'liq shakllanmaganligi amaliyotda baholash natijalarining qiyoslanishini cheklaydi. Ushbu maqolaning maqsadi - sanoat korxonalarining QTEMdan foydalanishga tayyorligini baholovchi ilmiy yondashuvlarni qiyosiy o'rganib, ularning korxona darajasida amaliy qo'llanilishi uchun yaxlit baholash mantig'ini asoslashdan iborat. Taklif etilayotgan yondashuv O'zbekiston sanoatining yashil energetikaga o'tishini tezlashtiruvchi aniq vositalarni shakllantirishga yo'naltirilgan.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi. Qayta tiklanuvchi energiyani o'zlashtirishga tayyorlikni baholash bo'yicha ilmiy adabiyotda bir necha yetakchi yondashuv shakllangan. Tegishli baholash vositalarini tizimli ko'rib chiqqan tadqiqotlar ushbu instrumentlarning aksariyati davlat yoki mintaqa darajasida ishlab chiqilganini, ularning metodologik tuzilishi ko'rsatkichlar tizimiga hamda bosqichli

shkalaga asoslanishini ko'rsatdi [4]. Bunday vositalar siyosiy choralar samaradorligini o'lchashga qulay bo'lsa-da, alohida korxona xususiyatlarini hisobga olishda chegaralarga ega.

Mintaqaviy darajada IRENA tomonidan 2011-yildan beri qo'llanilayotgan tayyorlikni baholash jarayoni mamlakat tashabbusi asosida amalga oshirilib, qayta tiklanuvchi energiyani jadal kengaytirish uchun qisqa va o'rta muddatli choralarni aniqlaydi [5]. Ushbu yondashuv institutsional va siyosiy shart-sharoitlarni baholashga urg'u beradi, biroq korxona darajasidagi texnik hamda tashkiliy yetuklikni alohida o'lchamaydi.

Texnologiya yetukligini o'lchashda NASA tomonidan 1974-yilda taklif etilgan va keyinchalik qayta tiklanuvchi energetikaga moslashtirilgan to'qqiz bosqichli texnologik tayyorlik shkalasi keng tarqalgan [6]. Uni to'ldiruvchi sifatida AQSH Energetika vazirligi joriy etish tayyorligi modelini ishlab chiqqan bo'lib, u o'zlashtirishga ta'sir etuvchi 17 ta xavf o'lchamini to'rta yo'nalishga birlashtirib, 1 dan 9 gacha bo'lgan baholashni beradi [7].

Sanoat tarmoqlarini dekarbonizatsiya qilish bo'yicha tadqiqotlar qiyin dekarbonizatsiyalanadigan sohalarda to'g'ridan-to'g'ri elektrlashtirish ulushi 2018-yildagi 28 foizdan 2050-yilga borib 35 foizgacha oshishi mumkinligini ko'rsatadi [8]. Bunday istiqbol sanoat korxonalarining energiya tizimini qayta qurishga tayyorligini baholash zaruratini kuchaytiradi. Mavjud adabiyotning umumiy yo'nalishi baholash vositalarining ko'pchiligi makro yoki texnologiya darajasiga qaratilganini, korxona darajasiga moslashtirilgan yaxlit yondashuv esa yetarlicha ishlab chiqilmaganini namoyon etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarining qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga tayyorlik darajasini baholash uchun qiyosiy tahlil, tizimli yondashuv va konseptual sintez usullaridan foydalanildi. Texnologik tayyorlik (Technology Readiness Level), joriy etish tayyorligi (Adoption Readiness Level) hamda qayta tiklanuvchi energiyaga tayyorlikni baholash (Renewables Readiness Assessment) modellari o'lchov mezonlari va qo'llanish doirasi bo'yicha qiyosiy o'rganildi. Ularning asosiy elementlari korxona darajasiga moslashtirilib, texnologik, tashkiliy, moliyaviy va institutsional o'lchamlardan iborat yaxlit baholash tizimi shakllantirildi. Tahlilda xalqaro ilmiy manbalar va tasdiqlangan statistik ma'lumotlardan foydalanildi. Natijalar asosida korxonalarining qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishga tayyorlik darajasini kompleks baholash imkonini beruvchi ilmiy yondashuv asoslandi.

Tahlil va natijalar. Korxona darajasidagi tayyorlikni shakllantiruvchi omillarning nisbiy ahamiyatini empirik dalillar asosida baholash mumkin. Ishlab chiqarish korxonalari namunasida tuzilmaviy tenglamalar modellashtirishi yordamida o'tkazilgan baholash QTEMni o'zlashtirishdagi farqlanishning 64,5 foizini izohlab berdi ($R^2 = 0,645$) [10]. Model natijalari ekologik yo'naltirilganlik va institutsional omillarning moliyaviy to'siqlardan ustun ahamiyatga ega ekanini ko'rsatdi [10].

Sanoat korxonalarida QTEMni o'zlashtirish omillari va ularning ta'sir kuchi[10].

Omil	Standartlashtirilgan koeffitsient (β)	Statistik ahamiyat (p)	Tayyorlikning tegishli o'lchami
Atrof-muhitga (ekologik strategiyaga) yo'naltirilganlik	0,467	$p < 0,001$	Tashkiliy
Bozor raqobatbardoshligi	0,287	$p < 0,001$	Bozor (iqtisodiy)
Siyosat va institutsional omillar	0,211	$p < 0,001$	Institutsional
Moliyaviy resurslardan foydalanish	0,096	$p = 0,004$	Moliyaviy
Xarajat to'g'risidagi tasavvur (ahamiyatsiz)	-0,036	$p = 0,279$	Moliyaviy

1-jadval ma'lumotlari ekologik strategiyaga yo'naltirilganlik ($\beta=0,467$) va bozor raqobatbardoshligi ($\beta=0,287$) eng kuchli ta'sir omillari ekanini, siyosat hamda institutsional sharoit ($\beta=0,211$) muhim o'rin tutishini, moliyaviy resurslardan foydalanish ($\beta=0,096$) esa nisbatan kichik, biroq statistik jihatdan ahamiyatli hissa qo'shishini ko'rsatadi [10]. Xarajat to'g'risidagi tasavvur statistik jihatdan ahamiyatli bo'lmagan omil sifatida qayd etildi ($\beta=-0,036$; $p = 0,279$) [10].

Ushbu natijalar korxona tayyorligini baholashda tashkiliy va institutsional o'lchamlarga moliyaviy o'lcham bilan teng yoki undan yuqori vazn berish maqsadga muvofiqligini asoslaydi. O'zbekiston sharoitida 2024-yilda belgilangan sanoat energiya samaradorligini 20 foizga oshirish vazifasi va qayta tiklanuvchi energiya ulushini 40 foizga yetkazish maqsadi [2] korxona darajasidagi tashkiliy hamda institutsional tayyorlikni mustahkamlashni talab etadi. Strategiyada nazarda tutilgan korxonalar infratuzilmasini yangilash yo'nalishi [1] texnologik o'lchamning o'rnini kuchaytiradi. To'rt o'lchamli baholash mantig'ining amaliy qiymati har bir korxona uchun kuchli va zaif o'lchamlarni aniq ko'rsatib, resurslarni eng zaif bo'g'inga yo'naltirish hamda tayyorlik darajasini vaqt o'tishi bilan kuzatib borish imkonini berishida namoyon bo'ladi.

Xulosa. Sanoat korxonalarining QTEMdan foydalanishga tayyorligini baholashda texnologik tayyorlik, joriy etish tayyorligi va mintaqaviy tayyorlik modellari bir-birini to'ldiruvchi metodologik asos beradi. Ularning kuchli tomonlarini birlashtirgan to'rt o'lchamli - texnologik, tashkiliy, moliyaviy va institutsional - yaxlit baholash mantig'i korxona darajasidagi tayyorlikni izchil o'lchashga xizmat qiladi.

Empirik dalillar tashkiliy va institutsional omillarning yetakchi ahamiyatini tasdiqlagani [10] uchun korxonalarda QTEMni o'zlashtirishni jadallashtirishning samarali yo'li ekologik strategiyani boshqaruv tizimiga singdirish, kadrlar malakasini oshirish va qo'llab-quvvatlovchi institutsional muhitni mustahkamlashdan iborat bo'ladi. Amaliy jihatdan korxona tayyorligini muntazam o'lchaydigan milliy metodik standartni shakllantirish, davlat-xususiy sheriklik

orqali jalb etilayotgan investitsiyalarni [2] tayyorlik ko'rsatkichlari bilan bog'lash, energiya menejmenti tizimlarini joriy etishni rag'batlantirish va zaif o'lchamlarga maqsadli yordam yo'naltirish tavsiya etiladi.

Taklif etilgan yondashuvning ustunligi uning shaffof, tasdiqlangan ma'lumotlarga tayanishi va turli tarmoq korxonalariga moslashuvchanligida ko'rinadi. O'zbekiston sanoatining yashil energetikaga o'tishi izchil davom etayotgan sharoitda korxona darajasidagi tayyorlikni tizimli baholash bu jarayonning barqarorligini hamda investitsiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. IEA. Solar Energy Policy in Uzbekistan: A Roadmap - Context of renewable energy in Uzbekistan. International Energy Agency, 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/solar-energy-policy-in-uzbekistan-a-roadmap/context-of-renewable-energy-in-uzbekistan>
2. OECD. Promoting green investment in Uzbekistan. Roadmap for Sustainable Investment Policy Reforms in Uzbekistan. OECD Publishing, 2025. URL: https://www.oecd.org/en/publications/roadmap-for-sustainable-investment-policy-reforms-in-uzbekistan_20865f29-en/full-report/promoting-green-investment-in-uzbekistan_021bd5e8.html
3. IRENA. World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C Pathway, Executive Summary. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2024. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Nov/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2024_Summary.pdf
4. Sudarsan A., Kurukkanari C. et al. A state-of-the-art review on readiness assessment tools in the adoption of renewable energy. Environmental Science and Pollution Research, Springer, 2023. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-25520-9>
5. IRENA. Renewables Readiness Assessment (RRA). International Renewable Energy Agency. URL: <https://www.irena.org/rra>
6. ARENA. Technology Readiness Levels for Renewable Energy Sectors. Australian Renewable Energy Agency, 2014. URL: <https://arena.gov.au/assets/2014/02/Technology-Readiness-Levels.pdf>
7. U.S. Department of Energy. Adoption Readiness Levels (ARL) Framework. Office of Technology Commercialization. URL: <https://www.energy.gov/technologycommercialization/adoption-readiness-levels-arl-framework>
8. IRENA. Industry - Decarbonising hard-to-abate sectors. International Renewable Energy Agency. URL: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Industry>
9. NREL. A Framework for Readiness Assessments of Utility-Scale Renewable Energy. National Renewable Energy Laboratory, U.S. DOE. URL: <https://docs.nrel.gov/docs/fy21osti/78197.pdf>

10. Barriers and Socio-Economic Drivers of Renewable Energy Adoption Among Manufacturing SMEs: A Structural Equation Modeling Approach. Sustainability, MDPI, 2026. URL: <https://doi.org/10.3390/su18083809>