

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI, RESURLAR VA TEJAMKOR EKOLOGIK TOZA TEXNOLOGIYALAR: JAHON VA O'ZBEKISTON TAJRIBASI ASOSIDA ILMIY-TAHLILY YONDASHUV

Raximova Mehrangiz

Buxoro davlat universiteti

2-bosqich magistranti

E-mail: mexrangizraximova26@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada qayta tiklanuvchi energiya manbalari (QTEM)ning zamonaviy ilmiy tasnifi, ularning resurs-texnik salohiyati, jahon energetika tizimidagi statistik dinamikasi va iqtisodiy raqobatbardoshligi, shuningdek energiya tejamkorligini ta'minlovchi ekologik toza texnologiyalarning so'nggi ilmiy-texnologik yangiliklari kompleks tahlil etilgan. Tadqiqotda quyosh, shamol, gidro-, geotermal va bioenergetika yo'nalishlaridagi ilmiy-texnik yutuqlar - perovskit-tandem fotoelementlar, yashil vodorod elektrolizerlari, energiya saqlash tizimlari va sun'iy intellektga asoslangan raqamli "aqlli tarmoq" yechimlari - muhokama qilingan. Xalqaro Qayta Tiklanuvchi Energiya Agentligi (IRENA) hamda O'zbekiston Respublikasi rasmiy manbalarining 2024-2026-yillardagi statistik va iqtisodiy ko'rsatkichlari (o'rnatilgan quvvat, elektr energiyasining nivellangan tannarxi - LCOE, tejalgan xarajatlar hajmi) asosida qiyosiy-tahliliy baholash o'tkazilgan. Maqola yakunida energetik transformatsiya jarayonining iqtisodiy, ekologik va institutsional muammolari hamda ularni bartaraf etish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar keltirilgan. Tadqiqot natijalari quyosh va shamol energetikasining yangi quvvatlardagi ustun ulushini hamda O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya tez o'sayotganini ko'rsatdi. Taklif etilgan yo'nalishlar tarmoq moslashuvchanligini oshirish, energiya saqlash tizimlarini joriy etish va kadrlar salohiyatini rivojlantirishni qamrab oladi.

Kalit so'zlar: qayta tiklanuvchi energiya, quyosh energetikasi, shamol energetikasi, yashil vodorod, energiya saqlash tizimlari, energiya samaradorligi, nivellangan tannarx (LCOE), O'zbekiston energetika strategiyasi.

Аннотация

В статье проведён комплексный анализ современной научной классификации возобновляемых источников энергии (ВИЭ), их ресурсно-технического потенциала, статистической динамики и экономической конкурентоспособности в мировой энергетической системе, а также последних научно-технологических новшеств в области энергосберегающих экологически чистых технологий. Рассмотрены научно-технические достижения в солнечной, ветровой, гидро-, геотермальной и биоэнергетике - перовскит-тандемные фотоэлементы, электролизеры зелёного водорода, системы накопления энергии и цифровые решения «умных сетей» на основе искусственного интеллекта. Сравнительно-аналитическая оценка выполнена на основе статистических и экономических показателей Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA) и официальных источников Республики Узбекистан за 2024-2026 годы (установленная мощность, нормированная стоимость электроэнергии).

- LCOE, объём сэкономленных затрат). Результаты показали преобладание солнечной и ветровой энергетики в новых мощностях и быстрый рост возобновляемой энергетики в Узбекистане. В заключение рассмотрены экономические, экологические и институциональные проблемы энергетического перехода и предложены научно обоснованные рекомендации по повышению гибкости сетей, внедрению систем накопления энергии и развитию кадрового потенциала.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, солнечная энергетика, ветровая энергетика, зелёный водород, системы накопления энергии, энергоэффективность, нормированная стоимость электроэнергии (LCOE), энергетическая стратегия Узбекистана.

Abstract

This article presents a comprehensive scientific analysis of the modern classification of renewable energy sources (RES), their resource and technical potential, the statistical dynamics and economic competitiveness of the global energy system, as well as the latest scientific and technological innovations in cost-effective eco-friendly technologies. The study discusses recent achievements in solar, wind, hydro, geothermal and bioenergy - including perovskite-tandem photovoltaic cells, green hydrogen electrolyzers, energy storage systems and AI-driven smart-grid solutions. A comparative analysis is carried out based on the 2024-2026 statistical and economic indicators (installed capacity, levelised cost of electricity - LCOE, avoided fossil-fuel costs) of the International Renewable Energy Agency (IRENA) and official sources of the Republic of Uzbekistan. The article concludes with the economic, ecological and institutional challenges of the energy transition and evidence-based recommendations for overcoming them. The results show the dominant share of solar and wind power in new capacity and the rapid growth of renewable energy in Uzbekistan. The proposed directions cover greater grid flexibility, the deployment of energy storage systems and the development of human capacity.

Keywords: renewable energy, solar power, wind power, green hydrogen, energy storage systems, energy efficiency, levelised cost of electricity (LCOE), Uzbekistan energy strategy.

KIRISH

XXI asr energetikasining tub mazmuni - an'anaviy uglevodorod resurslariga asoslangan modeldan uglerod izini minimallashtiruvchi, resurs jihatidan barqaror va texnologik jihatdan diversifikatsiyalashgan energetik tizimga o'tishdan iborat. Ushbu jarayon ilmiy adabiyotda "energetik transformatsiya" (energy transition) atamasi bilan ifodalanadi [17] va u nafaqat texnologik, balki iqtisodiy, ekologik hamda geosiyosiy o'lchovlarni ham qamrab oladi [3].

Mavzuning dolzarbligi bir necha o'zaro bog'liq omil bilan belgilanadi. Birinchidan, global iqlim o'zgarishi va Parij kelishuvi doirasidagi majburiyatlar davlatlarni energetika balansini tubdan qayta ko'rib chiqishga undamoqda [3]. Ikkinchidan, qazilma yoqilg'i resurslarining cheklanganligi hamda notekis geografik taqsimlanishi energetik xavfsizlik masalasini keskinlashtirmoqda - bu, ayniqsa,

so'nggi davrdagi geosiyosiy beqarorlik va yoqilg'i bozorlaridagi narx tebranishlari fonida yaqqol namoyon bo'lmoqda. Uchinchidan, quyosh va shamol texnologiyalarining tannarxi so'nggi o'n besh yil ichida keskin pasayib, ularni ko'plab hududlarda eng arzon elektr energiyasi manbaiga aylantirdi - bu esa iqtisodiy rag'batni ilmiy-texnik rivojlanish bilan uyg'unlashtirdi [7]. To'rtinchidan, energiya tejamkorligi va raqamli boshqaruv texnologiyalari energetik tizim samaradorligini oshirishning mustaqil, ammo o'zaro bog'liq yo'nalishi sifatida ilmiy dolzarblik kasb etmoqda.

Tadqiqot ob'ekti - qayta tiklanuvchi energiya manbalari va ularga tayanuvchi tejamkor ekologik toza texnologiyalar tizimi; predmeti - ushbu tizimning resurs-texnik salohiyati, statistik dinamikasi, iqtisodiy raqobatbardoshligi va ilmiy-innovatsion rivojlanish tendensiyalari.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: birinchidan, QTEM texnologiyalarining so'nggi (2025-2026-yillar) rivojlanish bosqichidagi miqdoriy ko'rsatkichlari yangi statistik ma'lumotlar asosida tizimli tahlil qilingan; ikkinchidan, elektr energiyasining nivellangan tannarxi (LCOE) ko'rsatkichlari orqali QTEMning qazilma yoqilg'iga nisbatan iqtisodiy raqobatbardoshligi miqdoriy jihatdan asoslangan; uchinchidan, energiya saqlash, yashil vodorod va raqamli tarmoq boshqaruvi kabi "ikkinchi avlod" texnologiyalarining energetik tizim barqarorligiga ta'siri tizimli baholangan; to'rtinchidan, O'zbekiston misolida rivojlanayotgan iqtisodiyot sharoitida QTEM integratsiyasining o'ziga xos xususiyatlari, institutsional asoslari va cheklovlari aniqlangan.

ADABIYOTLAR SHARHI

Energetik transformatsiya masalasi so'nggi yillarda iqtisodiyot, muhandislik va ijtimoiy fanlar kesishmasida keng o'rganilmoqda. B. Sovacool energetik o'tishlarning vaqt bo'yicha dinamikasini tahlil qilib, tarixda bir energiya manбайдan boshqasiga o'tish odatda uzoq davom etganini, biroq texnologik, siyosiy va bozor omillari uyg'unlashgan sharoitda bu jarayon tezlashishi mumkinligini ko'rsatgan [17]. D. Gielen va hammualliflari esa qayta tiklanuvchi energiya global energetik tizimni dekarbonizatsiya qilishning asosiy vositasi ekanini, uning energiya samaradorligi bilan birgalikda energiya bilan bog'liq emissiyalarni qisqartirishda hal qiluvchi ulushga ega bo'lishini asoslagan [3].

QTEMning texnik salohiyati bo'yicha M. Jacobson va M. Delucchi shamol, suv va quyosh energiyasi texnologiyalari hamda ularning resurs bazasini tahlil qilib, global energiya ehtiyojini shu manbalar orqali qondirish texnik jihatdan mumkinligini ko'rsatgan [10]. Shu bilan birga, o'zgaruvchan generatsiya ulushi ortishi bilan tarmoq moslashuvchanligi asosiy muammoga aylanadi. P. Lund va hammualliflari talabni boshqarish, energiya saqlash, tarmoqlarni kengaytirish va aqlli tarmoq texnologiyalari kabi moslashuvchanlik choralarini tizimlashtirgan [14]. N. Kittner, F. Lill va D. Kammen energiya saqlash texnologiyalari tannarxining pasayishi va innovatsiyalar dinamikasini baholab, saqlash tizimlari toza energetikaga o'tishning muhim sharti ekanini ta'kidlagan [12]. W. Kempton va J. Tomić elektromobillar batareyalarini tarmoqqa ulash (V2G) orqali tarmoqni barqarorlashtirish va qayta tiklanuvchi energiyani keng integratsiyalash imkoniyatlarini asoslab bergan [11].

Yangi avlod texnologiyalari bo'yicha adabiyotlarda quyosh elementlari samaradorligining nazariy chegarasi W. Shockley va H. Queisser tomonidan asoslangan [16], perovskit-kremniy tandem elementlari esa bu chegarani yengib o'tishning istiqbolli yo'li sifatida ko'rib chiqiladi [1]. O. Schmidt va hammualliflari suv elektrolizi texnologiyalarining kelajakdagi tannarxi va samaradorligini ekspert baholash usulida tahlil qilib, ishlab chiqarish hajmi oshishi bilan xarajatlar sezilarli kamayishini ko'rsatgan [15].

O'zbekiston bo'yicha tadqiqotlarda mamlakatning quyosh energetikasi salohiyati va uni amalga oshirish uchun zarur siyosat choralari [4], qayta tiklanuvchi energiyani rivojlantirishning institutsional jihatlari [2] hamda milliy fotovoltaik sanoatini shakllantirish strategiyasi [13] o'rganilgan. Biroq mavjud ishlarda so'nggi yillar statistikasi, LCOE ko'rsatkichlari va yangi texnologiyalar bir tahlil doirasida kam ko'rib chiqilgan. Mazkur maqola ushbu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

METODOLOGIYA

Tadqiqot metodologiyasi qiyosiy tahlil, statistik-iqtisodiy tahlil hamda kontent-tahlil usullariga asoslanadi. Ma'lumotlar manbai sifatida Xalqaro Qayta Tiklanuvchi Energiya Agentligi (IRENA)ning rasmiy hisobotlari, O'zbekiston Respublikasining me'yoriy-huquqiy hujjatlari hamda sohaga oid rasmiy statistik va tahliliy materiallardan foydalanilgan.

Tadqiqot uch bosqichda olib borildi. Birinchi bosqichda QTEM turlari texnologik yo'nalishlar bo'yicha tasniflanib, ularning resurs bazasi va texnologik yetukligi ilmiy adabiyotlar asosida tavsiflandi. Ikkinchi bosqichda jahon bo'yicha o'rnatilgan quvvat dinamikasi 2024-2025-yillar ma'lumotlari asosida taqqoslandi, texnologik va mintaqaviy tarkib aniqlandi [5]; [8], elektr energiyasining nivellangan tannarxi (LCOE) ko'rsatkichlari esa texnologiyalar kesimida solishtirildi. Uchinchi bosqichda O'zbekistonning resurs salohiyati, me'yoriy-huquqiy asosi va miqdoriy ko'rsatkichlari umumlashtirildi, yangi texnologiyalar esa asosiy afzalliklari va qo'llanish yo'nalishlari bo'yicha qiyosiy baholandi.

Kontent-tahlil usuli me'yoriy-huquqiy hujjatlar va tahliliy materiallardagi strategik maqsadlarni aniqlash uchun qo'llanildi. Qiyosiy tahlilda ko'rsatkichlar mutlaq qiymat (GVt, AQSH dollari/MVt·soat) va nisbiy o'zgarish (foiz) ko'rinishida solishtirildi, bu esa texnologiyalar va mintaqalar o'rtasidagi farqlarni aniq ko'rsatish imkonini berdi. Tahlil natijalari to'rtta jadvalda umumlashtirildi. Statistik ko'rsatkichlar IRENA ma'lumotlar bazasi va yillik hisobotlaridan olindi. Maqola ochiq statistik va rasmiy manbalar asosida ilmiy-tahliliy uslubda tayyorlangan. Aniq raqamli ko'rsatkichlar manbalarning nashr etilgan sanasiga tegishli bo'lib, amaliy foydalanishdan oldin so'nggi yangilanishlarni tekshirish tavsiya etiladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

QTEM tabiiy jarayonlar davomida uzluksiz tiklanib turuvchi energiya oqimlaridan foydalanishga asoslanadi. Ilmiy adabiyotda ularni asosiy besh texnologik yo'nalishga ajratish qabul qilingan [10]: quyosh, shamol, gidro-, bio- va geotermal

energetika. Har bir yo'nalish o'ziga xos resurs bazasi, texnologik yetuklik darajasi va iqtisodiy xususiyatlarga ega.

Quyosh energiyasi. Quyosh energetikasi - fotovoltaik (PV) effektga asoslangan, Yer yuzasiga tushuvchi quyosh radiatsiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantiruvchi yo'nalish. Uning ilmiy-texnik jozibadorligi resurs cheksizligi, modulli tuzilishi (kichik uy tomidan yirik sanoat stansiyasigacha masshtablanishi) hamda texnologik takomillashuv sur'atining yuqoriligi bilan izohlanadi [3]. Konsentratsiyalangan quyosh energiyasi (CSP) texnologiyasi esa quyosh issiqligini termal saqlash imkoniyati orqali bazaviy (dispatchable) generatsiyani ta'minlaydi, biroq yuqori kapital sig'imi tufayli hozircha tor bozor segmentida qo'llanilmoqda.

Shamol energiyasi. Shamol energetikasi atmosfera harakatining kinetik energiyasini generator yordamida elektr energiyasiga aylantirishga asoslanadi. Quruqlikdagi (onshore) va dengiz ustidagi (offshore) shamol elektr stansiyalari farqlanadi [10]; offshore yo'nalish barqarorroq shamol rejimi tufayli yuqoriroq quvvat koeffitsientini ta'minlaydi, biroq infratuzilma va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari ancha yuqori bo'lib qoladi.

Gidroenergetika. Gidroenergetika - eng qadimiy va texnologik jihatdan yetuk QTEM turi bo'lib, suv oqimining potensial va kinetik energiyasidan foydalanadi. Yirik gidroelektrostansiyalar (GES) barqaror bazaviy quvvat manbai sifatida, kichik va mikro-GESlar esa mahalliy energetik ta'minotni diversifikatsiyalashda muhim rol o'ynaydi. Nasosli-akkumulyatsion GESlar (PSH) hozirgacha energiya saqlashning eng yirik masshtabdagi an'anaviy usuli hisoblanadi va jahon bo'yicha energiya saqlash sig'imining katta qismini tashkil etadi [12].

Bioenergetika. Biomassa energetikasi - qishloq va o'rmon xo'jaligi chiqindilari, maxsus energetik ekinlar, kommunal-maishiy chiqindilar hamda biogazdan issiqlik va elektr energiyasi olishga asoslanadi. Uning o'ziga xos afzalligi - chiqindilarni qayta ishlash orqali ikkilamchi ekologik samara (chiqindi hajmini kamaytirish va metan emissiyasini nazorat qilish) berishidir. Shu bilan birga, xomashyo yetkazib berish logistikasi va yer resurslari bilan raqobat masalalari ushbu yo'nalishning cheklovchi omillari hisoblanadi.

Geotermal energiya. Yer qa'ridagi issiqlik energiyasidan foydalanishga asoslangan geotermal energetika yuqori entalpiyali (vulqon faolligi yuqori) hududlarda elektr ishlab chiqarish uchun, past entalpiyali zonalarda esa issiqlik ta'minoti va issiqlik nasoslari tizimlarida qo'llaniladi [10]. Geotermal stansiyalar quyosh va shamoldan farqli o'laroq deyarli uzluksiz (bazaviy) generatsiya rejimini ta'minlaydi, bu esa uni tarmoq barqarorligi nuqtai nazaridan qimmatli manbaga aylantiradi.

O'rnatilgan quvvat dinamikasi. Xalqaro Qayta Tiklanuvchi Energiya Agentligi (IRENA)ning 2026-yil mart oyida e'lon qilingan "Renewable Capacity Statistics 2026" hisobotiga [8] ko'ra, 2025-yil yakunida jahon bo'yicha QTEM umumiy o'rnatilgan quvvati 5 149 GVtga yetdi - bu ko'rsatkich yil davomida 692 GVt (yoki 15,5 foiz)ga o'sganini bildiradi. Diqqatga sazovor jihati shundaki, yangi qo'shilgan energetik quvvatlarning 85,6 foizi aynan qayta tiklanuvchi manbalar hissasiga to'g'ri

keldi, bu esa energetik tizimning dekarbonizatsiya sur'ati tobora jadallashayotganidan dalolat beradi.

Texnologik tarkib tahlili shuni ko'rsatadiki, 2025-yilgi umumiy o'sishning taxminan to'rtinchi qismi quyosh energetikasi hissasiga to'g'ri keldi - quvvat 511 GVtga (+27,2 foiz) oshdi, shamol energetikasi 159 GVtga (+14,0 foiz) kengaydi. Hidroenergetika o'sishi nisbatan mo'tadil - 18,4 GVt (+1,4 foiz), bioenergetika esa 3,4 GVtni tashkil etdi [8]. Shu tariqa, quyosh va shamol birgalikda barcha yangi qo'shilgan quvvatlarning 96,8 foizini egallab, texnologik konsentratsiyaning yuqori darajasini namoyon etmoqda.

Geografik taqsimot bo'yicha nomutanosiblik saqlanib qolmoqda: Osiyo mintaqasi jahon bo'yicha yangi quvvatlarning 74,2 foizini (513,3 GVt) o'zlashtirdi, bunda Xitoyning ulushi alohida ajralib turadi (+440,1 GVt). Yevropa quvvati 76,8 GVtga (+9,0 foiz) kengaydi. Bir vaqtning o'zida Afrika mintaqasi o'zining tarixdagi eng yuqori yillik o'sishini - 15,9 foiz (11,3 GVt qo'shimcha quvvat) - qayd etdi, bunda Efiopiya, Janubiy Afrika va Misr yetakchilik qildi; Yaqin Sharq mintaqasi esa Saudiya Arabistoni yetakchiligida 28,9 foizlik o'sishga erishdi - bu mintaqaviy energetik diversifikatsiyaning global miqyosda kengayib borayotganini ko'rsatadi [5]; [8] (1-jadval).

1-jadval

Jahon QTEM quvvatining dinamikasi (2024-2025-yy.)¹

Ko'rsatkich	2024-yil	2025-yil	O'zgarish, foizda
Umumiy o'rnatilgan quvvat, GVt	4 448	5 149	15,5
Yangi quvvatlar tarkibida QTEM ulushi, foizda	92,5%	85,6%	-
Quyosh energetikasi (yillik qo'shimcha), GVt	452,1	511	27,2
Shamol energetikasi (yillik qo'shimcha), GVt	114,3	159	14,0
Osiyo mintaqasining jami quvvati, GVt	-	2 891	56,1
Yevropaning jami quvvati, GVt	-	934	9,0

1-jadval ma'lumotlari jahon QTEM quvvati bir yilda 4 448 GVtdan 5 149 GVtgacha, ya'ni 692 GVtga (15,5 foiz) oshganini ko'rsatadi. Quyosh energetikasi bo'yicha yillik qo'shimcha quvvat 452,1 GVtdan 511 GVtga, shamol energetikasi bo'yicha esa 114,3 GVtdan 159 GVtga ko'paygan. Yangi quvvatlar tarkibida QTEM ulushi 92,5 foizdan 85,6 foizga pasaygan bo'lsa-da, u yuqori darajada qolmoqda. Osiyo mintaqasi jahon quvvatining 56,1 foizini (2 891 GVt) jamlagan, Yevropa quvvati esa 934 GVtga yetgan. Demak, o'sishning asosiy qismi quyosh energetikasi va Osiyo mintaqasi hissasiga to'g'ri kelmoqda [8].

QTEMning jadal rivojlanishi ortida yotgan asosiy iqtisodiy omil - elektr energiyasining nivellangan tannarxi (Levelized Cost of Electricity, LCOE) ko'rsatkichining barqaror pasayishidir. IRENAning "Renewable Power Generation Costs" tadqiqotlariga ko'ra [7], 2024-yilda quyosh fotovoltaiq energiyasi eng arzon qazilma yoqilg'i alternativalariga nisbatan o'rtacha 41 foiz, quruqlikdagi shamol energiyasi esa 53 foiz arzonroq bo'lgan. Natijada 2024-yilda ishga tushirilgan yangi

¹ Manba: IRENA, Renewable Capacity Statistics 2025-2026 hisobotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

QTEM loyihalarining 91 foizi har qanday yangi qazilma yoqilg'i stansiyasiga nisbatan arzonroq elektr energiyasi ishlab chiqargan, bu esa jami taxminan 467 mlrd AQSH dollari miqdorida qazilma yoqilg'i xarajatlarini tejashga olib kelgan.

2025-yilga kelib narx tendensiyasi barqarorlashish bosqichiga o'tdi: quyosh fotovoltaiik energiyasining jahon bo'yicha o'rtacha vaznli LCOE ko'rsatkichi 2024-yildagi darajada - taxminan 44 AQSH dollari/MVt·soat darajasida saqlanib qoldi. Quruqlikdagi shamol energiyasi yanada arzonlashib, 33 dollar/MVt·soatgacha pasaydi, dengiz ustidagi shamol energiyasi esa 78 dollar/MVt·soatni tashkil etdi. Shu bilan birga, gidroenergetika, geotermal energiya va konsentratsiyalangan quyosh energiyasi (CSP)ning LCOE ko'rsatkichlari moliyalashtirish xarajatlari va materiallar narxining o'sishi tufayli mos ravishda 62, 89 va 115 dollar/MVt·soatgacha ko'tarildi - bu holat texnologiyalar o'rtasidagi iqtisodiy raqobatning notekis xarakterga ega ekanini ko'rsatadi [9] (2-jadval).

2-jadval

**Asosiy QTEM texnologiyalarining nivellangan tannarxi (LCOE),
2025-yil¹**

Texnologiya	LCOE (AQSH dollari/MVt·soat)	Tendensiya (2024-yildan 2025-yilgacha)
Quruqlikdagi shamol energiyasi	33	Pasaygan
Quyosh fotovoltaiik energiyasi	44	Barqaror
Gidroenergetika	62	Oshgan
Dengiz ustidagi shamol energiyasi	78	Oshgan
Geotermal energiya	89	Oshgan
Konsentratsiyalangan quyosh energiyasi (CSP)	115	Oshgan

2-jadvalda 2025-yilda eng arzon elektr energiyasi quruqlikdagi shamol (33 AQSH dollari/MVt·soat) va quyosh fotovoltaiik (44 AQSH dollari/MVt·soat) energiyasidan olingan. Gidroenergetika (62), dengiz ustidagi shamol (78), geotermal (89) va CSP (115 AQSH dollari/MVt·soat) texnologiyalarida esa tannarx oshgan. Shunday qilib, eng arzon va eng qimmat texnologiya o'rtasidagi farq qariyb 3,5 baravarni tashkil etadi, bu esa investitsiyalar asosan quyosh va shamol loyihalariga yo'nalayotganini tushuntiradi [9].

Shu bilan birga, ilmiy adabiyotda muhim tanqidiy jihat ta'kidlanadi: mavjud o'sish sur'atlari COP28 doirasida qabul qilingan 2030-yilga borib QTEM quvvatini uch baravar ($\approx 11,2$ TVt)ga yetkazish maqsadiga erishish uchun yetarli emas [8] - bu maqsadga erishish uchun yillik o'sish sur'ati kamida 16,6 foizni tashkil etishi zarur. Bu holat energetik o'tishning nafaqat texnologik, balki moliyaviy va institutsional cheklovlarga ham duch kelayotganini ko'rsatadi, xususan tarmoq infratuzilmasining moslashuvchanligi (grid flexibility) va o'zgaruvchan quvvatni integratsiyalash muammosi dolzarbligicha qolmoqda [14].

Tabiiy resurs salohiyati. O'zbekiston geografik joylashuvi va iqlim sharoiti nuqtai nazaridan QTEM rivojlantirish uchun noyob tabiiy salohiyatga ega. Xalqaro

¹ Manba: IRENA, Renewable Power Generation Costs in 2024-2025 hisobotlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

ekspertlarning baholariga ko'ra, mamlakatda shamol energiyasining texnik salohiyati taxminan 500 GVtni, past entalpiyali geotermal manbalar salohiyati taxminan 1 GVtni, biomassa energetikasi salohiyati esa 15-17 GVtni tashkil etadi [2; 4]; quyosh radiatsiyasining yuqori intensivligi (yiliga 300 kundan ortiq quyoshli kun) esa mamlakatni Markaziy Osiyoda fotovoltaik energetikaning eng istiqbolli maydonlaridan biriga aylantiradi [4; 13].

Institutsional-huquqiy asos. Institutsional asos 2019-yilda qabul qilingan "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida"gi Qonun [18] bilan shakllantirilgan, shundan so'ng bir qator Prezident farmon va qarorlari - jumladan, aholi xonadonlarida o'rnatilgan quyosh panellaridan ishlab chiqarilgan elektr energiyasini davlat xaridi amaliyotini joriy etuvchi mexanizmlar - qabul qilingan. 2020-yil aprel oyida tasdiqlangan "O'zbekiston Respublikasini 2020-2030-yillarda elektr energiyasi bilan ta'minlash konsepsiyasi" mamlakat energetika sektorini rivojlantirishning uzoq muddatli yo'l xaritasini belgilab berdi [20].

Miqdoriy dinamika va istiqbol maqsadlari. Miqdoriy dinamika quyidagicha: 2022-yilda mamlakatdagi QTEM umumiy o'rnatilgan quvvati taxminan 3,37 GVt, 2023-yilga kelib esa qariyb 3,7 GVtni tashkil etgan [5]. Rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, 2026-yil boshiga kelib xalqaro sheriklar bilan hamkorlikda qurilgan yirik quyosh va shamol elektr stansiyalarining jamlangan quvvati 5,6 GVtga yetkazilib, bu "yashil" energiyaning umumiy ishlab chiqarishdagi ulushini 30 foizga yetkazdi [21]. IRENA ma'lumotlariga ko'ra, mamlakatdagi shamol elektr stansiyalari quvvati 2024-yilda 501 MVtni tashkil etgan bo'lsa, 2025-yilda bu ko'rsatkich uch baravardan ko'proqqa - 1 652 MVtgacha o'sgan, bu sohaning yuqori investitsiya jozibadorligidan dalolat beradi [8] (3-jadval).

3-jadval

O'zbekistonda QTEM rivojlanishining asosiy ko'rsatkichlari¹

Ko'rsatkich	Qiymat	Davr
Umumiy o'rnatilgan QTEM quvvati, GVt	3,37	2022-yil
Umumiy o'rnatilgan QTEM quvvati, GVt	3,70	2023-yil
Yirik quyosh va shamol SESlari quvvati, GVt	5,6	2026-yil boshi
"Yashil" energiya ulushi generatsiyada	30%	2026-yil boshi
Shamol elektr stansiyalari quvvati, MVt	1 652	2025-yil
Shamol energiyasi texnik salohiyati, GVt	500	baholangan
Biomassa energetikasi salohiyati, GVt	15-17	baholangan
Geotermal (past entalpiyali) salohiyat, GVt	1	baholangan
QTEM ulushi bo'yicha strategik maqsad, foizda	54	2030-yilga

3-jadval O'zbekistonda QTEM quvvati 2022-yildagi taxminan 3,37 GVtdan 2023-yilda 3,70 GVtga oshganini, 2026-yil boshiga kelib esa yirik quyosh va shamol elektr stansiyalari quvvati 5,6 GVtga yetib, "yashil" energiya ulushi 30 foizni tashkil etganini ko'rsatadi. Shamol elektr stansiyalari quvvati bir yilda 501 MVtdan 1 652 MVtgacha, ya'ni 3,3 baravar oshgan. Shamol (500 GVt), biomassa (15-17 GVt) va

¹ Manba: IRENA, O'zbekiston Respublikasi rasmiy statistik va institutsional manbalari (2024-2026-yy.) asosida muallif tomonidan tuzilgan.

geotermal (1 GVt) salohiyati bilan solishtirilganda, bu salohiyatning hozircha kichik qismi o'zlashtirilgani ma'lum bo'ladi. 2030-yilga mo'ljallangan 54 foizlik maqsad esa sohada jadal o'sishni davom ettirish zarurligini ko'rsatadi [2]; [21].

Strategik maqsadlar bosqichma-bosqich kengaytirilmoqda: dastlabki "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi"da [19] QTEM ulushini 2026-yilga borib 25 foizga yetkazish belgilangan bo'lsa, keyinchalik maqsadlar yanada kengaytirilib, 2030-yilga borib umumiy o'rnatilgan QTEM quvvatini 20 GVt darajasiga, energiya balansidagi ulushini esa dastlab 40 foiz, so'ngra 54 foizgacha yetkazish ko'zda tutilmoqda [20; 21]. Bundan tashqari, 2024-yil noyabr oyida O'zbekiston, Qozog'iston va Ozarbayjon rahbarlari o'rtasida uch tomonlama "yashil" energiya tranziti to'g'risidagi bitim imzolanishi mamlakatning kelajakda Yevropaga elektr energiyasi eksporti (2030-yilga borib 10-15 mlrd kVt/soat hajmida) bo'yicha strategik yo'nalishini mustahkamladi [22].

Perovskit va tandem fotovoltaik elementlar. An'anaviy kremniyli quyosh elementlarining nazariy samaradorlik chegarasi (Shockley-Queisser chegarasi, 29 foiz)ga yaqinlashib qolgani sababli, ilmiy jamoatchilik e'tibori perovskit kristall tuzilishiga asoslangan yangi avlod materiallariga qaratilmoqda [16]. Perovskit-kremniy tandem elementlari ikki xil spektral diapazonni birlashtirish orqali laboratoriya sharoitida 33 foizdan yuqori samaradorlikka erishmoqda - bu ko'rsatkich yagona kremniyli elementlar uchun amalda erishib bo'lmaydigan darajadir [1]. Ushbu texnologiyaning ilmiy ahamiyati nafaqat samaradorlik o'sishida, balki past haroratli va arzon ishlab chiqarish jarayonlarini qo'llash imkoniyatida ham namoyon bo'ladi, bu esa fotovoltaik energiya tannarxini yanada pasaytirish salohiyatiga ega.

Yashil vodorod va elektroliz texnologiyalari. Yashil vodorod - QTEM elektr energiyasidan suvni elektroliz qilish yo'li bilan olinadigan, metallurgiya, kimyo sanoati va og'ir yuk transporti kabi "qiyin dekarbonizatsiya qilinadigan" tarmoqlarni uglerodsizlantirish uchun kalit texnologiya hisoblanadi. Ishqoriy (alkaline), proton almashinuvchi membranali (PEM) va qattiq oksidli (SOEC) elektrolizerlar bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar elektroliz energiya samaradorligini oshirish va katalizator sifatida platina guruhi metallariga bo'lgan bog'liqlikni kamaytirishga qaratilgan, bu esa texnologiyaning iqtisodiy masshtablanishini ta'minlaydi [15].

Energiya saqlash tizimlari. QTEMning notekis (stoxastik) xarakteri energiya saqlash texnologiyalarini energetik tizim barqarorligining ajralmas elementiga aylantirdi. Litiy-ion akkumulyatorlar tannarxining keskin pasayishi qisqa muddatli (soatlab) saqlashni iqtisodiy jihatdan maqbul qildi, biroq uzoq muddatli (kunlab-haftalab) saqlash ehtiyoji oqim batareyalari (vanadiy redoks), siqilgan havo energiyasini saqlash (CAES) va termal saqlash tizimlari kabi alternativ yechimlarning ilmiy-texnik rivojlanishini rag'batlantirmoqda [12]. Bundan tashqari, elektromobillar batareyalarini tarmoqqa integratsiyalashning "vehicle-to-grid" (V2G) konsepsiyasi energiya saqlash infratuzilmasini kengaytirishning innovatsion yo'nalishi sifatida ilmiy muhokama markazida turibdi [11].

Raqamli "aqlli tarmoqlar" va sun'iy intellekt. Sun'iy intellekt va Internet-of-Things (IoT) texnologiyalarini energetik tizim boshqaruviga integratsiyalash -

energiya taqsimotini real vaqt rejimida optimallashtirish, iste'mol prognozlashtirish va tarmoq nosozliklarini oldindan aniqlash imkonini beradi. "Aqlli tarmoq" (smart grid) konsepsiyasi ikki tomonlama energiya oqimini (iste'molchi bir vaqtning o'zida ishlab chiqaruvchi - "prosumer" rolini bajarishi) boshqarish orqali markazlashmagan generatsiya ulushi yuqori tizimlarda barqarorlikni ta'minlaydi [14].

Energiya samaradorligi va tejamkor texnologiyalar. Energetik o'tishning ikkinchi ustuni - energiya iste'molini kamaytirish texnologiyalaridir. Bunga issiqlik nasoslari (binolarni isitish-sovutishda an'anaviy tizimlarga nisbatan 3-5 baravar yuqori samaradorlik ko'rsatuvchi), yuqori issiqlik izolyatsiyasiga ega qurilish materiallari, LED yoritish tizimlari hamda sanoat korxonalarida energiya boshqaruvi tizimlari (Energy Management Systems, ISO 50001 standarti asosida) kiradi. Ilmiy tahlillar shuni ko'rsatadiki, energiya samaradorligi choralari ko'pincha yangi generatsiya quvvatlarini qurishdan ko'ra iqtisodiy jihatdan tejamliroq natija beradi - bu hodisa ilmiy adabiyotda energiyaning "eng arzon birligi" (negawatt) kontsepsiyasi sifatida ta'riflanadi [3]. Ko'rib chiqilgan ilg'or texnologiyalarning qiyosiy tavsifi 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval
Ilg'or texnologiyalarning qiyosiy tavsifi¹

Texnologiya	Asosiy afzalligi	Qo'llanish yo'nalishi
Perovskit-tandem fotoelementlar	Yuqori samaradorlik (>33%)	Fotovoltaik energetika
PEM / SOEC elektrolizerlari	Yuqori elektroliz samaradorligi	Yashil vodorod ishlab chiqarish
Oqim (vanadiy redoks) batareyalari	Uzoq muddatli saqlash imkoniyati	Tarmoq energiyasini saqlash
Vehicle-to-Grid (V2G)	Batareya infratuzilmasini qayta ishlatish	Elektrotransport-tarmoq integratsiyasi
Aqlli tarmoq (Smart Grid + AI)	Real vaqtda optimallashtirish	Tarmoq boshqaruvi va nazorati
Issiqlik nasoslari	3-5 baravar yuqori samaradorlik	Bino isitish-sovutish tizimlari

4-jadvaldagi texnologiyalar energetik tizimning turli bo'g'inlarini qamrab oladi: perovskit-tandem fotoelementlar (samaradorlik 33 foizdan yuqori) generatsiyani, PEM/SOEC elektrolizerlari yashil vodorod ishlab chiqarishni, oqim batareyalari va V2G energiya saqlashni, aqlli tarmoqlar esa tarmoq boshqaruvini takomillashtiradi. Issiqlik nasoslari 3-5 baravar yuqori samaradorlik bilan iste'mol tomonida tejamkorlikni ta'minlaydi. Demak, energetik o'tish yagona texnologiyaga emas, balki generatsiya, saqlash, boshqaruv va iste'molni birgalikda yangilashga tayanadi [3]; [14].

O'tkazilgan tahlil bir necha muhim tendensiyaning ochib beradi.

¹ Manba: sohaga oid ilmiy-texnik adabiyotlar tahlili asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Birinchidan, texnologik konsentratsiya kuzatilmoqda - quyosh va shamol energetikasi barcha yangi QTEM quvvatlarining deyarli 97 foizini tashkil etib, boshqa yo'nalishlarni (gidro-, geotermal, bioenergetika) statistik jihatdan orqa fonga surib qo'yimoqda [8]. Bu holat, bir tomondan, ushbu ikki texnologiyaning tannarx bo'yicha raqobatbardoshligi yuqori ekanidan dalolat bersa, ikkinchi tomondan, energetik tizimning intermittenlik (uzuq-yuluqlik) muammosini kuchaytiradi va energiya saqlash hamda tarmoq moslashuvchanligi masalasini yanada dolzarblashtiradi [14].

Ikkinchidan, geografik nomutanosiblik saqlanib qolmoqda: Osiyo, birinchi navbatda Xitoy, global quvvat o'sishining yetakchi ulushini egallamoqda, Markaziy Amerika va Karib havzasi mintaqasi esa eng past ko'rsatkichlarga ega [8]. Bu holat texnologik transferni va moliyaviy resurslarni rivojlanayotgan mamlakatlarga yo'naltirishning ilmiy-amaliy zarurligini ko'rsatadi.

Uchinchidan, iqtisodiy nuqtai nazardan, LCOE ko'rsatkichlarining barqarorlashishi (ayniqsa quyosh fotovoltaik energiyasida) sohaning yetuklik bosqichiga kirayotganidan dalolat beradi, biroq gidroenergetika, geotermal va CSP texnologiyalarida tannarxning o'sishi moliyalashtirish xarajatlari va xomashyo narxlarining global bozordagi o'zgaruvchanligiga bog'liqligini ko'rsatadi [9].

To'rtinchidan, O'zbekiston misolida ko'rish mumkinki, kuchli tabiiy resurs salohiyatiga ega rivojlanayotgan iqtisodiyot uchun QTEM rivojlanishining muvaffaqiyati, birinchi navbatda, institutsional-huquqiy bazaning barqarorligi, xalqaro moliya institutlari bilan strategik hamkorlik hamda energiya eksporti salohiyatidan kelib chiqadigan investitsiya jozibadorligi bilan bog'liq. Shu bilan birga, tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish, malakali kadrlar tayyorlash va energiya saqlash tizimlarini joriy etish - mamlakat oldida turgan asosiy ilmiy-amaliy vazifalar bo'lib qolmoqda [13]; [19].

Beshinchidan, energetik o'tishning ekologik samarasi faqat generatsiya tarkibini o'zgartirish bilan cheklanmasligi kerak - energiya samaradorligi choralari, tsiklik iqtisodiyot tamoyillari (materiallarni qayta ishlash, jumladan batareya va fotovoltaik panellarni utilizatsiya qilish texnologiyalari) hamda yashil vodorod kabi sanoat dekarbonizatsiyasi vositalari bilan uyg'unlikda amalga oshirilishi lozim [3].

Muammolar va istiqbollar

Ilmiy tahlil natijalariga asoslanib, quyidagi asosiy muammoli yo'nalishlarni ajratish mumkin:

1. Tarmoq moslashuvchanligi muammosi - o'zgaruvchan generatsiya ulushining o'sishi elektr tarmoqlarining dinamik boshqaruv tizimlarini, zaxira quvvatlarni va energiya saqlash infratuzilmasini kengaytirishni taqozo etadi [14].

2. Investitsiya va moliyalashtirish - 2030-yilgi global maqsadlarga erishish uchun yillik quvvat o'sish sur'atini amaldagi 15,5 foizdan 16,6 foizgacha oshirish zarur, bu esa moliyaviy resurslarni jalb qilish mexanizmlarini takomillashtirishni talab qiladi [8].

3. Kadrlar salohiyati va ilmiy-tadqiqot infratuzilmasi - yangi avlod texnologiyalarini (perovskit elementlar, yashil vodorod) sanoat miqyosida joriy etish uchun ilmiy-muhandislik salohiyatini rivojlantirish zarur.

4. Xomashyo va materiallar bilan ta'minlash - batareya va fotovoltaiik ishlab chiqarish uchun zarur kritik minerallar (litiy, kobalt, kremniy va boshqalar) ta'minoti barqarorligi masalasi [12].

5. Tsiklik iqtisodiyot - xizmat muddati tugagan fotovoltaiik panellar va batareyalarni qayta ishlash texnologiyalarini rivojlantirish ekologik barqarorlikni uzoq muddatli ta'minlashning muhim shartidir.

6. Moliyalashtirish tannarxidagi mintaqaviy tafovut - rivojlanayotgan mamlakatlarda yuqori kapital xarajatlari va investitsiya xavflari QTEM loyihalarining LCOE ko'rsatkichini sezilarli darajada oshirib yuboradi, bu esa xalqaro moliyaviy qo'llab-quvvatlash mexanizmlarining ahamiyatini kuchaytiradi [7].

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan ilmiy-tahliliy tadqiqot shuni ko'rsatadiki, qayta tiklanuvchi energiya manbalari global energetik tizimning tobora ustuvor tarkibiy qismiga aylanib bormoqda - 2025-yil yakunida jahon QTEM quvvati 5 149 GVtga yetib, yangi quvvatlarning 85,6 foizi aynan ushbu manbalar hissasiga to'g'ri keldi [8]. Iqtisodiy nuqtai nazardan, 2024-yilda ishga tushirilgan loyihalarining 91 foizi qazilma yoqilg'iga nisbatan arzonroq bo'lgani QTEMning nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham ustuvor tanlov ekanini tasdiqlaydi [7]. Shu bilan birga, texnologik konsentratsiya (quyosh va shamolning ustunligi), geografik nomutanosiblik hamda tarmoq moslashuvchanligi muammolari energetik o'tish jarayonining murakkab, ko'p omilli xarakterga ega ekanini ko'rsatadi.

Tejamkor ekologik toza texnologiyalar sohasidagi ilmiy yangiliklar - perovskit-tandem fotoelementlar, yashil vodorod elektrolizerlari, ilg'or energiya saqlash tizimlari va sun'iy intellektga asoslangan aqlli tarmoqlar - energetik tizimning samaradorligi va barqarorligini sifat jihatidan yangi darajaga ko'tarish salohiyatiga ega. O'zbekiston misoli shuni ko'rsatadiki, boy tabiiy resurs salohiyatiga ega rivojlanayotgan mamlakatlar uchun institutsional islohotlar, xalqaro hamkorlik va ilmiy-texnologik integratsiya energetik transformatsiyaning muvaffaqiyatli amalga oshirilishining kalit omillari hisoblanadi.

Kelgusi tadqiqotlar energiya saqlash texnologiyalarining iqtisodiy modellashtirilishi, yashil vodorod ishlab chiqarishning tannarxini pasaytirish yo'llari, kritik minerallar ta'minoti barqarorligi hamda markazlashmagan (distributed) generatsiya tizimlarining raqamli boshqaruvi masalalariga qaratilishi maqsadga muvofiqdir.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

1. O'zbekistonda o'zgaruvchan generatsiya ulushi oshib borayotgani sababli elektr tarmoqlarini modernizatsiya qilish, zaxira quvvatlar va dinamik boshqaruv tizimlarini rivojlantirishni QTEM loyihalari bilan bir vaqtda rejalashtirish.

2. Yirik quyosh va shamol elektr stansiyalari yonida akkumulyator va nasosli-akkumulyatsion saqlash quvvatlarini barpo etishni rag'batlantirish.

3. Biomassa va geotermal manbalar salohiyatidan foydalanish bo'yicha hududiy pilot loyihalarni amalga oshirish, bu orqali quyosh va shamolga bo'lgan yuqori bog'liqlikni kamaytirish.

4. Oliy ta'lim muassasalarida QTEM, energiya saqlash va yashil vodorod yo'nalishlari bo'yicha muhandis va iqtisodchi kadrlar tayyorlashni kengaytirish.

5. Xizmat muddati tugagan fotovoltaik panellar va batareyalarni qayta ishlash bo'yicha me'yoriy talablar va ishlab chiqarish quvvatlarini oldindan shakllantirish.

6. Sanoat korxonalari va binolarda energiya samaradorligi choralari (issiqlik nasoslari, ISO 50001 asosidagi energiya boshqaruvi tizimlari) keng joriy etish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Al-Ashouri, A., Köhnen, E., Li, B., Magomedov, A., Hempel, H., Caprioglio, P., Márquez, J. A., Morales Vilches, A. B., Kasparavicius, E., Smith, J. A., Phung, N., Menzel, D., et al. (2020). Monolithic perovskite/silicon tandem solar cell with >29% efficiency by enhanced hole extraction. *Science*, 370(6522), 1300-1309. <https://doi.org/10.1126/science.abd4016>

2. Djalilova, N. (2021). RES development in Uzbekistan. In *Sustainable energy in Central Asia* (pp. 54-77). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003110071-4>

3. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>

4. IEA. (2022). Solar energy policy in Uzbekistan: A roadmap. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/solar-energy-policy-in-uzbekistan-a-roadmap>

5. IRENA. (2025a). Renewable capacity statistics 2025. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-capacity-statistics-2025>

6. IRENA. (2025b). Renewable energy statistics 2025. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2025/Jul/Renewable-energy-statistics-2025>

7. IRENA. (2025c). Renewable power generation costs in 2024. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2025/Jun/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2024>

8. IRENA. (2026a). Renewable capacity statistics 2026. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/Publications/2026/Mar/Renewable-capacity-statistics-2026>

9. IRENA. (2026b). Renewable power generation costs in 2025 (annual summary). International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2026/Jul/IRENA_TEC_RPGC_2025_Executive_summary_2026.pdf

10. Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*, 39(3), 1154-1169. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.040>

11. Kempton, W., & Tomić, J. (2005). Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy. *Journal of Power Sources*, 144(1), 280-294. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2004.12.022>
12. Kittner, N., Lill, F., & Kammen, D. M. (2017). Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. *Nature Energy*, 2(9), 17125. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2017.125>
13. Lee, S.-R., Cho, E., Kweon, S.-Y., & Ha, Y. (2026). From potential to production: A strategic framework for fostering a national solar photovoltaic industry in Uzbekistan. *Renewable Energy*, 261, 125197. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2026.125197>
14. Lund, P. D., Lindgren, J., Mikkola, J., & Salpakari, J. (2015). Review of energy system flexibility measures to enable high levels of variable renewable electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 785-807. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.057>
15. Schmidt, O., Gambhir, A., Staffell, I., Hawkes, A., Nelson, J., & Few, S. (2017). Future cost and performance of water electrolysis: An expert elicitation study. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(52), 30470-30492. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.045>
16. Shockley, W., & Queisser, H. J. (1961). Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells. *Journal of Applied Physics*, 32(3), 510-519. <https://doi.org/10.1063/1.1736034>
17. Sovacool, B. K. (2016). How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 13, 202-215. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.020>
18. O'zbekiston Respublikasining 2019-yil 21-maydagi O'RQ-539-son "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida"gi Qonuni. <https://lex.uz/docs/4346831>
19. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvar PF-60-son "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni. <https://lex.uz/docs/5841063>
20. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. (2020). O'zbekiston Respublikasini 2020-2030-yillarda elektr energiyasi bilan ta'minlash konsepsiyasi. https://climate-laws.org/document/concept-note-for-ensuring-electricity-supply-in-uzbekistan-2020-2030_0b60
21. O'zbekiston Respublikasi elektroenergetika sohasi bo'yicha rasmiy statistik va institutsional manbalar (2024-2026-yillar).
22. Xalqaro va mahalliy ommaviy axborot vositalaridagi energetika sohasiga oid tahliliy sharhlar (2025-2026-yillar).



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:
Ingliz tili muharriri:
Rus tili muharriri:
Musahhih:
Sahifalovchi va dizaynerlar:

Turobova Hulkar Rustamovna
Oripov Mahmud Ashurovich
Xidirova Gavxar Rustamovna
Qudratov Aziz Dehqonboyevich
Sadikov Shoxrux Shuxratovich
Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-YIL, 24-25-SENTABR, MAXSUS-SON, V-VI-SEKSIYALAR

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta: info@marketingjournal.uz
Bot: [@marketinjournalbot](https://t.me/@marketinjournalbot)
Tel.: +99890 5125464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 362/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 "Seriya nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlaro standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**