YASHIL ENERGIYADAN FOYDALANISH YUTUQLARI VA KAMCHILIKLARI: GLOBAL TENDENSIYALAR VA TEXNOLOGIK TAHLIL

Toshtemurova Muxlisa Sherzod qizi
Termiz davlat pedagogika instituti
Aniq fanlar pedagogika oliy maktabi
Fizika kafedrasi
Fizika ta'lim yo‘nalishi talabasi.

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada zamonaviy energetika tizimining asosiy tayanchiga aylanib borayotgan yashil energiya (qayta tiklanuvchi energiya manbalari — quyosh, shamol, gidro, geotermal va bioenergiya) texnologiyalarining erishgan asosiy yutuqlari hamda mavjud tizimli kamchiliklari ilmiy-tahliliy nuqtayi nazardan ko'rib chiqilgan. Maqolada ekologik xavfsizlik, energiya tannarxining pasayishi va energetik mustaqillik kabi ustunliklar bilan bir qatorda, ishlab chiqarishning beqarorligi (intermittency), energiya saqlash tizimlarining qimmatligi, yer resurslariga bo'lgan ehtiyoj va nodir metallar tanqisligi kabi muammolar batafsil yoritilgan. Shuningdek, O'zbekiston sharoitida yashil energetikani rivojlantirish istiqbollari ham tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: yashil energiya, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, quyosh elektr stansiyalari, shamol energetikasi, dekarbonizatsiya, energiya saqlash tizimlari, barqaror rivojlanish, energiya samaradorligi.

АННОТАЦИЯ. В данной статье с научной и аналитической точки зрения рассматриваются основные достижения и существующие системные недостатки технологий зеленой энергетики (возобновляемые источники энергии – солнечная, ветровая, гидроэнергия, геотермальная энергия и биоэнергия), которые становятся основой современной энергетической системы. Наряду с такими преимуществами, как экологическая безопасность, снижение энергозатрат и энергетическая независимость, в статье подробно рассматриваются такие проблемы, как прерывистость производства, высокая стоимость систем хранения энергии, потребность в земельных ресурсах и дефицит редких металлов. Также анализируются перспективы развития зеленой энергетики в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: зеленая энергетика, возобновляемые источники энергии, солнечные электростанции, ветровая энергия, декарбонизация, системы хранения энергии, устойчивое развитие, энергоэффективность.

ABSTRACT This article examines, from a scientific and analytical perspective, the key achievements and existing systemic shortcomings of green energy technologies—renewable energy sources such as solar, wind, hydro, geothermal, and bioenergy—which are becoming the primary pillars of modern energy systems. The article discusses both the advantages, including enhanced environmental safety, reduced energy costs, and greater energy independence, as well as the challenges, such as the intermittency of generation, the high cost of energy storage systems, the demand for land resources, and the scarcity of rare metals. Furthermore, the prospects for developing green energy within the context of Uzbekistan are analyzed.

Keywords: green energy, renewable energy sources, solar power plants, wind energy, decarbonization, energy storage systems, sustainable development, energy efficiency.

KIRISH

XXI asrda global iqlim o'zgarishi, an'anaviy qazilma yoqilg'i zaxiralarining (neft, tabiiy gaz, toshko'mir) cheklanganligi hamda jahon iqtisodiyotining elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyoji keskin ortib borishi energetika sohasida tub islohotlarni taqozo etmoqda. Xalqaro energetika agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko'ra, global issiqxona gazlari emissiyasining 70 foizdan ortig'i aynan an'anaviy energetika va sanoat sektorlari hissasiga to'g'ri keladi. Shu sababli, tabiiy ravishda qayta tiklanadigan va atrof-muhitga minimal zarar yetkazadigan «yashil energiya» manbalariga o'tish bugungi kunning eng dolzarb strategik vazifasiga aylandi.

Yashil energiya tushunchasi quyosh radiatsiyasi, shamol oqimi, suv resurslari (gidroenergetika), yerning ichki issiqligi (geotermal energiya) hamda organik chiqindilar (bioenergiya) kabi tabiiy jarayonlar hisobiga uzluksiz to'ldirilib turadigan energiya turlarini qamrab oladi. Biroq har qanday texnologik transformatsiya singari, yashil energetika ham ulkan yutuqlar bilan bir qatorda jiddiy muhandislik, iqtisodiy va ekologik muammolarga ega. Ushbu maqolaning maqsadi — yashil energiyadan foydalanishning asosiy afzalliklari va kamchiliklarini xolis ilmiy mezonlar asosida tahlil qilishdan iborat.

Zamonaviy energetika tizimida qayta tiklanuvchi manbalar o'zining fizik tabiati va qo'llanilish ko'lamiga ko'ra bir necha asosiy yo'nalishlarga bo'linadi:

- **Quyosh energetikasi (Fotovoltaik va issiqlik tizimlari):** Quyosh nurlarini yarimo'tkazgichli fotoelementlar yordamida to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirish texnologiyasi. Bugungi kunda eng tez sur'atlarda o'sayotgan energetika tarmog'i hisoblanadi.
- **Shamol energetikasi:** Havo oqimlarining kinetik energiyasini aerodinamik parraklar va generatorlar orqali elektr energiyasiga aylantirish. Quruqlikdagi (onshore) va dengizdagi (offshore) shamol parklari yuqori quvvat ko'rsatkichlariga ega.

- **Gidroenergetika:** Daryo va suv omborlaridagi suv oqimining potensial va kinetik energiyasidan foydalanish. Bu eng qadimiy va barqaror boshqariladigan qayta tiklanuvchi energiya turidir.
- **Geotermal va bioenergiya:** Yer qa'ridagi issiqlik energiyasidan hamda qishloq xo'jaligi va maishiy organik chiqindilardan biogaz yoki bioyoqilg'i olish texnologiyalari.

So'nggi o'n yillikda ilm-fan va muhandislik yutuqlari natijasida yashil energetika nafaqat ekologik loyiha, balki iqtisodiy jihatdan eng raqobatbardosh tarmoqqa aylandi. Uning asosiy yutuqlarini quyidagi yo'nalishlarda ko'rish mumkin:

- Yashil energiya stansiyalari elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga karbonat angidrid (CO2), oltingugurt dioksidi (SO2), azot oksidlari va mayda dispers chang zarralarini deyarli chiqarmaydi. Bu esa global isish sur'atlarini sekinlashtirish, shaharlar havosini tozalash va aholi salomatligini yaxshilashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.
- Xalqaro qayta tiklanuvchi energiya agentligi (IRENA) statistikasiga ko'ra, 2010-yildan 2025-yilgacha bo'lgan davrda quyosh fotoelektr stansiyalarida ishlab chiqariladigan elektr energiyasining o'rtacha tenglashtirilgan tannarxi (LCOE) qariyb 85–90 foizga, shamol energetikasida esa 65–70 foizga arzonlashdi. Natijada, ko'plab mintaqalarda yangi quyosh va shamol stansiyalarini qurish mavjud ko'mir yoki gaz stansiyalarini ishlatishdan ko'ra arzonroqqa tushmoqda.
- Qazilma boyliklardan farqli o'laroq, quyosh nuri va shamol oqimi insoniyat miqyosida tuganmas resurslardir. Mahalliy qayta tiklanuvchi manbalarni o'zlashtirish mamlakatlarga tashqi energiya importiga qaramlikni kamaytirish, jahon bozoridagi neft va gaz narxlarining keskin tebranishlaridan himoyalanish imkonini beradi.
- Quyosh panellari va kichik shamol generatorlarini olis qishloqlar, tog'li hududlar, cho'l zonalari hamda individual xonadonlar tomiga o'rnatish mumkin. Bu uzoq masofalarga yuqori kuchlanishli elektr uzatish liniyalarini tortish xarajatlarini tejaydi va tarmoqdagi texnik yo'qotishlarni kamaytiradi.
- Energiya saqlash tizimlarining qimmatligi
- Kunduzi ortiqcha ishlab chiqarilgan quyosh energiyasini tungi vaqtda ishlatish uchun yirik sanoat miqyosidagi akkumulyator batareyalari (BESS — Battery Energy Storage Systems) yoki gidroakkumulyator stansiyalari zarur. Hozirgi kunda litiy-ionli va boshqa turdagi yuqori sig'imli saqlash tizimlarining narxi yuqori bo'lib, ularning xizmat muddati (o'rtacha 10–15 yil) stansiyaning umumiy investitsiya xarajatlarini sezilarli darajada oshiradi.

Turli xil qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarining samaradorligi, afzalliklari va cheklovlarini quyidagi qiyosiy jadval orqali yaqqol ko'rish mumkin:

Energiya turi	Asosiy yutuqlari	Asosiy kamchiliklari	O'rtacha FIK (%)
Quyosh (PV)	Tez o'rnatiladi, arzonlashmoqda, shovqinsiz, har qanday hududga mos	Faqat kunduzi ishlaydi, bulutli ob-havoda quvvati pasayadi, katta yer talab qiladi	18% – 24%
Shamol	Yuqori quvvat, kechayu kunduz ishlashi mumkin, qishloq xo'jaligi bilan uyg'unlashadi	Shamol tezligiga bog'liq, shovqin va vibratsiya, qushlar migratsiyasiga ta'sir	35% – 45%
Gidro (GES)	Eng barqaror va boshqariladigan manba, uzoq xizmat muddati (50+ yil)	Suv resurslariga bog'liq, daryo ekotizimini o'zgartiradi, qurilishi qimmat	80% – 90%
Geotermal	Ob-havoga umuman bog'liq emas (24/7 bazaviy quvvat), kichik yer maydoni	Faqat geologik faol hududlarda mavjud, burg'ulash xarajatlari yuqori	10% – 20%

Yashil energiyaning kamchiliklarini bartaraf etish uchun jahon amaliyotida va mamlakatimizda quyidagi kompleks yechimlar joriy etilmoqda: birinchidan, «Aqlli tarmoqlar» (Smart Grid) va zamonaviy energiya saqlash tizimlarini (BESS) qurish orqali tarmoq barqarorligini ta'minlash; ikkinchidan, quyosh, shamol va gidroelektr stansiyalarni yagona gibrid tizimga birlashtirish; uchinchidan, perovskitli quyosh panellari va natriy-ionli akkumulyatorlar kabi yangi avlod arzon materiallarini ilm-fanga tatbiq etish.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, yashil energiyadan foydalanish insoniyatning ekologik xavfsizligi, iqtisodiy barqarorligi va energetik mustaqilligini ta'minlashning eng samarali yo'lidir. Uning atmosferaga zararli gazlar chiqarmasligi, tannarxining yildan-yilga arzonlashib borishi va resurslarning tuganmasligi beqiyos yutuqlar hisoblanadi. Shu bilan birga, ob-havoga bog'liqlik, energiya saqlash texnologiyalarining qimmatligi va chiqindilarni qayta ishlash kabi kamchiliklarni e'tibordan chetda qoldirib bo'lmaydi. Kelajak energetikasi an'anaviy bazaviy

quvvatlar, aqlli elektr tarmoqlari va yuqori samarali energiya saqlash tizimlarining oqilona integratsiyasiga asoslanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook & Renewables Analysis Report, 2025.

2. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Power Generation Costs in 2024–2025. Abu Dhabi.

3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «2024–2030-yillarda O'zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o'tish strategiyasi»ga oid qaror va farmonlari.

4. Kalogirou, S. A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press, 3rd Edition.

5. Twidell, J., & Weir, T. Renewable Energy Resources. Routledge, 4th Edition.