“Yashil” energiya manbalarini oqilona diversifikatsiyalash zaruriyati va uni amalga oshirish yo‘llari

Nasullo N. Sadullayev[1], Shuxrat N. Nematov[1,a)]

[1] DSc, prof. Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, 100200, O‘zbekiston; nasullo68@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-4112-7177
[1,a] PhD, dots., Buxoro davlat texnika universiteti, Buxoro, 100200, O‘zbekiston; mrshuxa@mail.ru https://orcid.org/0000-0002-6569-1119

Dolzarbligi: Oxirgi yillarda mamlakatimiz energetika tizimida “yashil” energetika sohasi jadal rivojlanib elektr energiyasi istemolidagi hissasi 25% ga yetdi. Ushbu energiya mabalari asosini quyosh fotoelektr stansiyalari tashkil etmoqda. “Yashil” energetikaning afzalliklari bilan birga ularning energetika tizimi barqarorligiga salbiy ta’siri borligini e’tirof etish mumkin. Hozirgi kunda aholi uy-joylarida va ijtimoiy ob’ektlarda quyosh panellarni o‘rnatish keskin oshganligi tufayli kunduzgi istemol minimal bo‘lganda generatsiyani keskin oshishi hisobidan energiya ta’minotida uzilishlar kuzatilyapti. Ushbu muammoning samarador yechimlaridan biri energiya manbalarini oqilona diversifikatsiyalash hisoblanadi.
Maqsad: Elektr energetika tizimini modernizatsiya qilishda quvvat generatsiyasi boshqarilmaydigan energiya manbalarini quvvat generatsiyasi boshqariladigan energiya manbalari bilan oqilona diversifikatsiyalash orqali enerotizim barqarorligini oshirish.
Usullar: xalqaro tajriba va texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlarni qiyoslash usullaridan foydalaniladi.
Natijalar: “Yashil” energetikani rivojlantirish uchun joriy etilgan rag‘batlantirish tizimini energiya manbalari quvvatini oqilona diversifikatsiyalashni va energetika tizimi barqarorligiga ta’sirini e’tiborga oluvchi rag‘batlantirish mexanizmlarini kiritish orqali takomillashtirish bo‘yicha takliflar berilgan.
Kalit so'zlar: “yashil” energetika, qayta tiklanuvchan energiya manbalari, energotizim barqarorligi, generatsiya quvvati boshqariladigan manbalar, generatsiya quvvati boshqarilmaydigan manbalar, sutkali yuklama grafiklari, energiya va quvvat balanslari, mikro gidroelektrstansiyalar, shamol elektr stansiyalari.

Необходимость рациональной диверсификации «зелёных» источников энергии и пути её реализации

Насулло Н. Садуллаев[1], Шухрат Н. Нематов[1,a)]

[1] DSc, проф., Бухарский государственный технический университет, Бухара, 200117, Узбекистан; nasullo68@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4112-7177
[1,a] PhD. Бухарский государственный технический университет, Бухара, 200117, Узбекистан; mrshuxa@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6569-1119

Актуальность: в последние годы в энергосистеме нашей страны интенсивно развивается «зелёная» энергетика, и её доля в электропотреблении достигла 25%. Основу этих источников энергии составляют солнечные фотоэлектрические станции. Наряду с преимуществами «зелёной» энергетики следует признать и её негативное влияние на устойчивость энергосистемы. В настоящее время вследствие резкого роста числа солнечных панелей, устанавливаемых в жилых домах и на социальных объектах, наблюдаются перебои в электроснабжении, обусловленные резким увеличением генерации в периоды минимального дневного потребления. Одним из эффективных путей решения данной проблемы является рациональная диверсификация источников энергии.
Цель: Повышение устойчивости энергосистемы при модернизации электроэнергетической системы путём рациональной диверсификации источников энергии с неуправляемой генерацией мощности источниками с управляемой генерацией мощности.
Методы: Использованы методы сравнительного анализа международного опыта и технико-экономических показателей.
Результаты: Предложены пути совершенствования действующей системы стимулирования развития «зелёной» энергетики за счёт внедрения механизмов стимулирования, учитывающих рациональную диверсификацию структуры генерирующих мощностей и их влияние на устойчивость энергосистемы.
Ключевые слова: «зелёная» энергетика, возобновляемые источники энергии, устойчивость энергосистемы, источники с управляемой генерацией мощности, источники с неуправляемой генерацией мощности, суточные графики нагрузки, балансы энергии и мощности, микрогидроэлектростанции, ветровые электростанции.

For citation: Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. The need for rational diversification of “green” energy sources and ways of its implementation. Scientific and technical journal of Problems of Energy and Sources Saving, 2026, no. 3 (1), pp. 195-200.
https://doi.org/10.5281/zenodo.23731957

Received: 18.04.2026
Revised: 11.05.2026
Accepted: 16.06.2026
Published: 19.10.2026

Copyright: © Nasullo N. Sadullaev, Shukhrat N. Nematov, 2026. Submitted to Problems of Energy and Sources Saving for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attri- bution (CC BY) license (https:// creativecommons.org/licenses/by/ 4.0/).

The need for rational diversification of “green” energy sources and ways of its implementation

Nasullo N. Sadullayev[1], Shukhrat N. Nematov[1,a)]

[1] DSc, Prof., Bukhara State Technical University, Bukhara, 100200, Uzbekistan; nasullo68@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4112-7177

[1,a] PhD Bukhara State Technical University, Bukhara, 100200, Uzbekistan; mrshuxa@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6569-1119

Relevance: in recent years, the “green” energy sector has been developing rapidly in the power system of our country, and its share in electricity consumption has reached 25%. Solar photovoltaic power plants form the backbone of these energy sources. Along with the advantages of “green” energy, its negative impact on the stability of the power system must also be recognized. At present, owing to the sharp increase in the installation of solar panels in residential buildings and public facilities, power supply interruptions are being observed as a result of a sharp rise in generation during periods of minimum daytime demand. One of the effective solutions to this problem is the rational diversification of energy sources.

Aim: To enhance power system stability in the course of modernizing the electric power system through the rational diversification of non-dispatchable (variable) generation sources with dispatchable generation sources.

Methods: The study employs a comparative analysis of international experience and of technical and economic performance indicators.

Results: Proposals are put forward to improve the incentive scheme introduced for the development of “green” energy by introducing support mechanisms that take into account the rational diversification of the generating capacity mix and its impact on power system stability.

Keywords: “green” energy, renewable energy sources, power system stability, dispatchable generation sources, non-dispatchable generation sources, daily load curves, energy and power balances, micro-hydropower plants, wind power plants.

1. Kirish (Introduction)

Mamlakatimiz energetika tizimi qayta tiklanuvchan energiya manbalari (QTEM) asosida qayta modernizatsiya qilinmoqda. Quyosh elektr stansiyalarining (QES) o‘rnatilgan quvvati 5,58 GVt ga, shamol elektr stansiyalarining (ShES) o‘rnatilgan quvvati 2 GVt ga yetdi. Bundan tashqari “yashil” energiya manbalariga kiruvchi gidroelektr stansiyalari (GES) va atom elektr stansiyalarining (AES) ham rivojlanib salmog‘i oshib bormoqda [1]. Hukumatimiz tmomonidan ushbu sohani rivojlantirish bo‘yicha bir qator qarorlar amaliyotga joriy qilindi. Jumladan, 2030 yilgacha O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida PQ-436-sonli qarori ushbu jarayonni kuchaytirishga xizmat qiladi. Quyosh va shamol elektr stansiyalarining generatsiya quvvatini iqlimiy sharoitlarga (quyosh radiatsiyasi va shamol tezligi) bog‘liqligi hamda tarmoq istemol grafigiga muvofiq kelmasligi tufayli elektr tarmoq barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu salbiy ta’sir oqibatlari xalqaro miqyosda va mahalliy olimlar tomonidan yetarlicha o‘rganilgan [2, 3]. Oxirgi paytlarda quyosh panellariga berilayotgan subsidiyadan foydalanish maqsadida elektr tarmoqqa tartibsiz ulanishlar soni ortib bormoqda. Ushbu holat subsidiya faqat energiya manbalarini oqilona diversifikatsiyasi doirasida bo‘lishi zarur g‘oyasini ilgari suradi. Aks holda, mavjud holat QTEM larni enenrgetika tizimiga salbiy ta’sirlarni rag’batlantirishga olib kelishi mumkin. Ushbu mavzu AL-9224104292-R4-son “Energiya istemoli obyektlarini “yashil energetika”ga o‘tkazishda samarador rag‘batlantirish tizimini yaratish va joriy qilish” mavzusidagi davlat granti amaliy tadqiqot loyihasi doirasida tadqiq qilingan.

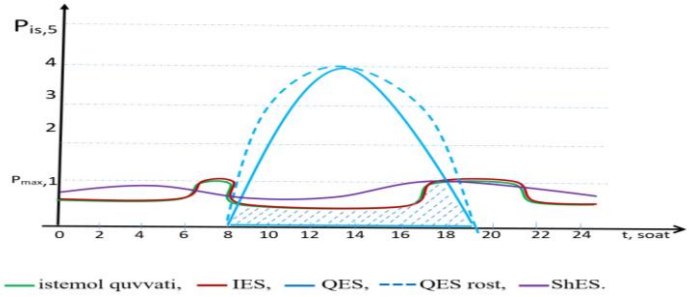
2. Metodlar va materiallar (Methods and materials)

Ushbu muammoni eng oddiy istemolchi aholi uy-joyi misolida ko‘rib chiqamiz. Avvalo, uyning sutkali istemol grafigini ko‘rib chiqamiz. Bunda maksimal istemolni bir birlik quvvatga, ya’ni 1 kVt ga teng deb olamiz. Aholi uylarida odatda sutkali istemol grafigi quyidagicha bo‘ladi (1-rasm, qizil chiziq). Ertalab soat 6 dan 8 gacha 2 soat maksimal istemol (1 kVt) kuzatiladi. Odatda soat 8 dan soat 17 gacha uyda hech kim bo‘lmaganda minimal istemol (o‘rtacha 0,4 kVt) kuzatiladi. Soat 17 dan soat 23 gacha yana maksimal istemol (1 kVt) kuzatiladi. Soat 23 dan ertalab soat 6 gacha yana minimal istemol kuzatiladi.

Ushbu uyning istemol grafigidan (1-rasm) kunlik elektr energiyasiga ehtiyojini quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

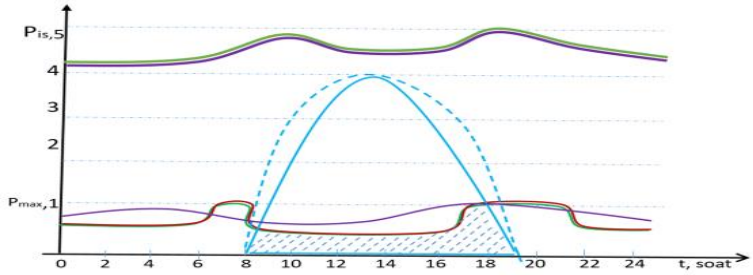
$$W_{sut} = \sum_{i=1}^{i=24} P_i \cdot t_i \quad = 1 \cdot 2 + 0{,}2 \cdot 9 + 1 \cdot 6 + 0{,}3 \cdot 7 = 11.9 \approx 12\ kW \cdot soat,$$

bu yerda, P_i-uyning i-vaqtdagi istemol quvvati, kW; t_i-energiya istemolining davomiyligi, soat.



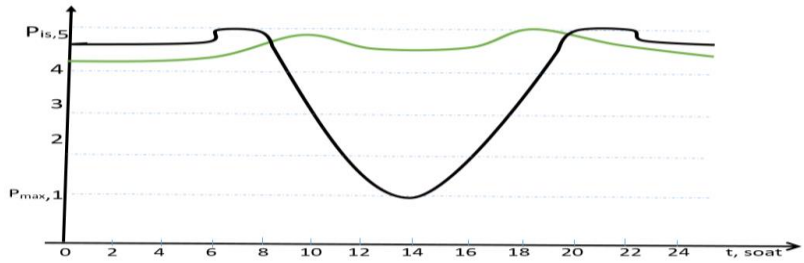
1-rasm. Aholi uy-joy istemoli va energiya manbalari generatsiya quvvatlari grafigi.
Fig. 1. Graph of housing consumption and generating capacities of energy sources

Ma’lumki, 1 kVt quvvatli quyosh paneli bir sutkada o‘rtacha 3,1 kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqargani uchun sutkali istemolni qoplash uchun kamida 4 kVt quvvatli quyosh paneli o‘rnatiladi. Quyosh paneli kunduzi soat 8 dan kechqurun 19 gacha (11 soat) ishlaydi (1-rasm, ko‘k chiziq). Quyoshga qarab holati rostlanadigan quyosh panellari samaradorligi yuqoriroq bo‘ladi (1-rasm, uziq ko‘k chiziq). Quyosh panelining maksimal energiya berish soatlari (soat 11 dan soat 14 gacha) 2-3 soatni tashkil etadi. Quyosh paneli ishlaydigan vaqtda istemolchi 2,5 kVt soat energiya istemol qiladi (shtrixli bo‘yalgan qismi). Qolgan 9,5 kVt soat elektr energiyasini zahiralashga to‘g‘ri keladi. Odatda on-grid tizimida quyosh paneli tarmoqqa integratsiya qilinadi.



2-rasm. Avtonom istemolchi va quvvati cheklangan elektr tarmoqning istemol va generatsiya grafiklari.
Fig. 2. Consumption and generation graphs of an autonomous consumer and a limited-capacity power grid.

QESdan ta’minot oluvchi avtonom energiya istemolchini quvvati cheklangan elektr tarmoqqa integratsiyalash jarayonini ko‘rib chiqamiz (2-rasm). Masalan, QESdan ta’minlanuvchi avtonom 1 kVt li istemolchini issiqlik elektr stansiyasidan (IES) ta’minlanuvchi istemol quvvati 4 kVt bo‘lgan elektr tarmoqqa integratsiyalash jarayonini ko‘rib chiqamiz. bu yerda yashil egri chiziq-IES generatsiya grafigi va binafsha egri chiziq –elektr tarmoqning istemol grafigini ko‘rsatadi.

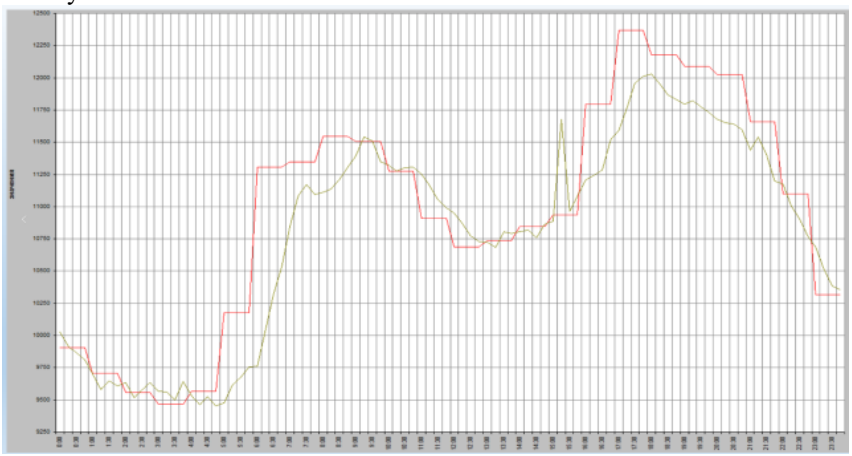


3-rasm. Elektr tarmoqni ta’minlovchi IES ning integratsiyadan oldingi (yashil egri chiziq) va integratsiyadan keyingi (qora egri chiziq) generatsiya grafigi.
Fig. 3. Graph of the generation of the TPP supplying the power grid before integration (green curve) and after integration (black curve).

QES ni on –grid tizimida elektr tarmoqqa integratsiya qilinganda IES quyosh bo‘lmagan paytda 20% qo‘shimcha energiya ishlab chiqarishi va qunduzi esa o‘z generatsiya quvvatini 3 kVt ga yoki 75% ga qisqartirishi kerak bo‘ladi. Chunki, ushbu quvvat QES tomonidan tushlik paytida tarmoqqa chiqariladi. 3-rasmda elektr tarmoqni ta’minlovchi IES ning integratsiyadan oldingi (yashil egri chiziq) va integratsiyadan keyingi (qora egri chiziq) generatsiya grafigi keltirilgan. Ushbu generatsiya egri chizig‘i keskin o‘zgaruvchan bo‘lib IES uchun o‘ta noqulay ish rejimi hisoblanadi. Respublikamizda 2024-2026 yillar oralig‘ida qurilgan va qurilishi rejalashtirilgan QES larning umumiy soni 14 ta bo‘lib umumiy quvvati 6,6 GW ni tashkil etadi. Ularning aksariyati ishga tushirilib elektr tarmoqqa integratsiya

qilingan [1].

4-rasmda O‘zbekiston elektr energetika tizimining istemol grafigi keltirilgan. Bu grafik ertalabki va kechki tig‘iz payt istemoli, tungi hamda kunduzgi istemol grafiklaridan tashkil topgan bo‘ladi (4-rasm, qizil siniq chiziq-bashorat qilingan, och jigarrang egri chiziq -real istemol qilingan energiya). Ushbu grafiklardan kunduzgi eng minimal istemol tushlik paytida (soat 11.30 dan 14.00 gacha) bo‘lishini ko‘rish mumkin. Ayni paytda esa QES larning energiya generatsiyasi maksimal bo‘ladi va IESlar ushbu tarmoqqa chiqarilgan energiyani qoplash uchun o‘z generatsiyasini keskin kamaytirishlari kerak bo‘ladi. IESlar generatsiyasini katta diapazonda keskin o‘zgartirib turish murakkab vazifa bo‘lib tizim barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.



4-rasm. O‘zbekiston elektr energetika tizimi yuklamasi (05.12.2024 y.), MVt.
Fig.4. Load of the Uzbekistan power system (05.12.2024), MW

Elektr energetika tizimida generatsiya va istemol grafiklari nomuvofiqligini bartaraf etish maqsadida 2030 yilgacha O‘zbekistonda umumiy quvvati 3,3 GVt bo‘lgan 14 ta akkumllyator zahiralash stansiyalarini qurish rejasi ishlab chiqilgan [1]. Ammo, bu zahiralash stansiyalari xarajatlari juda katta bo‘lib muammoni qisman yechimini beradi.

Shu bilan birga O‘zbekistonda “yashil” energiya manbalari tarkibiga kiruvchi quvvati 2,1 GVt li AES qurilishi boshlandi. Quvvat generatsiyasi boshqarilmaydigan va boshqariladigan “yashil” energiya manbalarini texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlarini taqqoslaymiz. Ushbu AES umumiy kapital xarajatlari 9,5 mlrd AQSh doll. bo‘lib quvvati 2,1 GVt va AES yiliga 16000-17000 mlrd kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqarishga mo‘ljallangan. O‘zbekistonda o‘rnatilgan barcha QESlar bilan ushbu AES texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini taqqoslaymiz. Dastlab, QESlar samaradorlik ko‘rsatkichlarini aniqlaymiz.

O‘zbekistonda 2030 yilgacha umumiy quvvati 6,6 GVt bo‘lgan 16 ta yirik QES ishga tushirilishi rejalashtirilgan. Hozirgacha ishga tushirilgan QESlarni umumiy quvvati 5,58 GVt ni tashkil etmoqda. Barcha (16 ta) QESlarga sarflanadigan kapital xarajatlarni hisoblaymiz. 1 kVt li quyosh panelini o‘rnatib ishga tushirib berish xarajatlarini 350-400 AQSh doll. atrofida bo‘lishini e’tiborga olib 6,6 GVt (6,6 million kVt) QESlarni umumiy kapital xarajati quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$S_{\Sigma.qes} = P_{\Sigma.qes} \cdot S_{0.qp} = 6.6 \cdot 10^6 \cdot 350 = 2.31\ mlrd\ doll.$$

1 kVt li quyosh paneli yiliga 1700 kVt soat ee i.ch. e’tiborga olib 6,6 GVt (6,6 mlrd kVt) li barcha QESning yillik elektr energiyasi ishlab chiqarishini quyidagi ifodadan aniqlaymiz:

$$W_{qes} = P_{\Sigma.qes} \cdot W_{0.yil} = 6.6 \cdot 10^9 \cdot 1700 = 11\,220\ mlrd.kVt \cdot soat$$

QESlar akkumullyator zahiralash stansiyasi bilan birgalikda ishlaydi. Har bir kVt soat elektr energiyasini litiy ion batareyalarda o‘rtacha 250 AQSh dollarini tashkil etadi. Zahiralash qurilmalarini utilizatsiya xarajatlarini 50 doll. Qabul qilamiz. Ushbu energiyani zahiralash xarajatlarini hisoblaymiz. 3.3 GVt li 14 ta zahiralash stansiyalari QESlarning 6,5 mlrd kVt soat (58%) elektr energiyasini zahiralash imkonini beradi.

Litiy-ion akkumullyatorlarni ishlash muddatini 7 yil deb olib 20 yildagi xarajatlarni hisoblaymiz. Bunda akkumllyator batareyalar utilizatsiya xarajatlarini 50 doll. deb olib va 20 yilda 3 marta almashtirilishini e’tiborga olib bir kVt soat EE zahiralash xarajatlarni hisoblaymiz

$$\mathrm{C}_{0.ac} = 3(K_{0.ac} + K_{0.ut}) = 3(250 + 50) = 900\frac{dol}{kW} \cdot s,$$

20 yil davomidagi zahiralash stansiyalari xarajatlari

$$S_{\Sigma.ac} = W_{\Sigma.ac} \cdot S_{0.ac} = 3{,}3 \cdot 10^6 \cdot 900 = 3\ mlrd.doll.$$

QES va zahiralash stansiyalarining umumiy kapital xarajatlari:

$$K_{\Sigma} = K_{\Sigma.qp} + K_{\Sigma.zq} = 2.31 + 3 = 5.3\ mlrd.doll.$$

AESlar 75-80 yil ishlaydi. Shuning uchun AES kapital xarajatlarini 20 yilda xarajatlarini 3 yoki 4 bo‘lishimiz kerak. Keltirilgan xarajatlar aniqlash uchun AES kapital xarajatlarini 3 bo‘lamiz va 3.2 mlrd

doll ekanini aniqlaymiz.

3. Natijalar va muhokamalar (Results and discussion)

Yuqorida olingan natijalarni quyidagi yakuniy jadvalga kiritamiz.

1-jadval. Energiya manbalarining solishtirma texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari.
Table 1. Specific technical and economic indicators of energy sources.

	Energiya manbai	$P_{o'rn}$, GVt	K_{Σ}, mlrd.dol	$K_{\Sigma 20}$, mlrd.dol	$W_{yil.ee}$,mlrd kVt.soat	$K_{o'rn}$	η	T_{ish}, yil
1.	QES, ZES	9.9	5.3	5.3	11 220	0.12	0.23	25
2.	AES	2.1	9.5	3.2	15 000	0.98	0.45	80

bu yerda, $P_{o'rn}$ -umumiy o‘rnatilgan quvvati, K_{Σ}- umimiy kapital xarajatlari, $K_{\Sigma 20}$-QES ishlash muddatiga keltirilgan kapital xarajatlar; $W_{yil.ee}$ - yillik ishlab chiqarilgan elektr energiyasi; $K_{o'rn}$ - o‘rnatilgan quvvatdan foydalanish koeffitsienti; η-foydali ish koeffitsienti.

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, O‘zbekistonda o‘rnatiladigan barcha QES va ZESlarni umumiy samaradorligidan bitta AESning samaradorligi ancha yuqori ekanini ko‘rishimiz mumkin. Shuning uchun, ushbu energiya manbalarini jadal rivojlantirishimiz va rag‘batlantirishimiz zarur bo‘ladi.

2-jadvalda barcha elektr energiyasi manbalarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari keltirilgan. Ushbu qiyosiy jadvaldan ushbu muammoning eng samarador yechimi EETda AESlardan foydalanish ekanini ko‘rish mumkin. Ushbu manbalar ekologik toza bo‘lib “yashil” energiya manbalari qatoriga kiritilgan. Ular IESlar kabi ishlaydi va chiqish quvvati avtomatik boshqariluvchan bo‘lib har qanday keskin o‘zgaruvchan istemol grafigiga muvofiq o‘zgara oladi. Ularni qurish imkoniyati bor joylarga o‘rnatib EET istemoli rejimlarini barqarorlashtiruvchi omil sifatida foydalanishimiz zarur bo‘ladi. Ammo, ularni o‘rnatish qat’iy shart-sharoitlar va talablarni hamda yuqori malakali mutaxassislarni jalb qilishni taqozo qilgani uchun ularni salmog‘i cheklangan bo‘ladi.

2-jadval. Elektr stansiyalar texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari.
Table 2. Technical and economic indicators of power plants.

№	Elektr stansiya	Nisbiy o’rnatilgan quvvat	Generatsiyani boshqarish	Qo‘shimcha jihozlar	Ekologiyaga ta’siri	F.I.K.	Ishlash muddati
1.	I E S	1	+	-	-	0.32-0.42	80-100
2.	G E S	1	+	-	+	0.7-0.85	100-120
3.	Q E S	4-8	-	Invertor, controller, zahiralagich	+	0.15-0.23	20-25
4.	ShES	2-3	-	To‘g‘rilagich, Invertor, controller, zahiralagich	+	0.25-0.35	30-40
5	A E S	1	+	-	+	0.35-0.45	80-100

AES ning asosiy kamchiligi: xarajatlarning yuqoriligi, uzoq muddat qurilishi, yadro chiqindilarini utilizatsiyasi hisoblanadi. Energiya taqchilligi bartaraf etilgan hozirgi strategik energetika ob’ektlarni qurish mumkin.

3-jadval. Tavsiya etiladigan energiya manbalarini oqilona diversifikatsiyalash ko‘rsatkichlari.
Table 3. Indicators for the rational diversification of recommended energy sources.

№	Energiya resurs	Germaniya	O‘zbekiston	izoh
1.	IES, Tabiiy gaz	13%	30-50%	Chegaralanmagan
2.	IES, Ko‘mir	28%	3-5%	Tavsiya yetilmaydi
3.	IES, Neft	1%	3-5%	Tavsiya yetilmaydi
4.	GES	4%	10-15%	Chegaralanmagan
5.	ShES	27%	20-30%	Avtonom, chegaralanmagan
6.	QES	10%	10-20%	Avtonom, chegaralanmagan
7.	AES	12%	10-20%	Chegaralanmagan

Ushbu muammoni hal qilishni ikkinchi samarali yo‘li bu mini GES va mikro GES lardan foydalanish hisoblandi. Mamlakatimizda mini GESlarni qurish imkoniyatlari cheklangan joylarda mavjud bo‘lib bu imkoniyatlar deyarli foydalanib bo‘lingan. Ammo, mikro GESlar qurish imkoniyatlari katta bo‘lib ularning texnik imkoniyatlari yetarlicha o‘rganilmagan. Mikro GESlarni daryolarda, sug‘orish

kanallarida, suv taqsimlash inshoatlarida o‘rnatish imkoniyatlari mavjud.

Uchinchi yechim, bu energetika tizimiga shamol elektr stansiyalarini integratsiyalash hisoblanadi. Chunki, shamol elektr stansiyalari uzluksiz ishlagani uchun uning energetika tizimiga salbiy ta’siri kamroq bo‘ladi. Bundan tashqari, minimal istemol paytidagi ortiqcha energiyani zahiralash va elektr energiyasi sifati ko‘rsatkichlarini ta’minlash uchun invertordan foydalanish zarur bo‘ladi.

Xorijiy davlatlar tajribasi asosida va yuqoridagi aytilganlardan kelib chiqib energiya manbalarini oqilona diversifikatsiya qilish ko‘rsatkichlari 3-jadvalda ko‘rsatilgan.

4. Заключение (Conclusion)

“Yashil” энергетикани rag‘batlantirish tizimini joriy etishda энергiya manbalari quvvatini oqilona diversifikatsiyalash va энергетика tizimi barqarorligiga ta’sirini э’tiborga oluvchi rag‘batlantirish mexanizmlarini ham kiritish lozim. Aks holda, mavjud holat QTEM larni энергетика tizimiga salbiy ta’sirlarni rag‘batlantirishga olib kelishi mumkin.

Cheklangan hududdagi avtonom mikrotarmoqda o‘rnatiladigan generatsiya quvvati boshqarilmaydigan “yashil” energiya manbalari (QES va ShES) quvvatini cheklanmagan holda o‘rnatish mumkin. Ushbu hududni generatsiya quvvati boshqariladigan “yashil” energiya manbalari (AES va mikro GES) yoki boshqa (IES) manbalarning quvvatlari bilan muvofiqlashtirilgan holda loyihalash энергiya istemoli barqarorligi va ishonchligini oshiradi.

Tarmoqdagi elektr ta’minoti barqarorligini ta’minlash maqsadida generatsiya quvvati QES generatsiya quvvatiga teskari mutanosiblikda o‘zgaruvchi mikro GESlarni qurishda xarajatlar o‘zini qoplamagan holda ham ushbu loyihalarga subsidiyalar ajratish maqsadga muvofiq.

ЛИТЕРАТУРА

1. 2030 yilgacha O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida PQ-436-sonli qarori. https://lex.uz/uz/docs/-6303230

2. Johnson L. Frequency Control in Power Systems with High Renewable Penetration / L. Johnson [et al.] // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. — 2023. — Vol. 115. — P. 67–80.

3. Пасека V.A. Анализ влияния интеграции солнечной электростанции на совокупную инерцию энергосистемы. Международный научно-исследовательский журнал. Экатеринбург. №4.2025. с. 11-17.

4. Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. Энергiya istemoli obektlarining энергetik tadqiqotlarida iqtisodiy va экологik энергiya samaradorlik ko‘rsatkichlarini tadbiq etish zaruriyati. Farg‘ona politexnika instituti ilmiy–texnika jurnali. 2025. Tom 29. № 4. 125-129 bet.

5. Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. O‘zbekistonda “yashil” энергiyadan foydalanish samaradorligini aniqlashdagi muammolar va uning echimlari. “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy–texnikaviy jurnal – Buxoro, №4/2025, 153-158 bet.

6. The Start of Nuclear Power Plant Construction in Uzbekistan May Be Postponed to the End of 2026 //Gazeta.uz, 26.01.2026. [Electronic resource]: URL: https://www.gazeta.uz/uz/2026/01/26/npp/.

REFERENCES

1. Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan №. PP-436 "On Measures to Improve the Effectiveness of Reforms Aimed at the Transition of the Republic of Uzbekistan to a 'Green' Economy by 2030" dated 02.12.2022. [Electronic resource]: URL: https://lex.uz/uz/docs/-6303230 (date of access: 22.10.2026).

2. Johnson L. et al. Frequency Control in Power Systems with High Renewable Penetration //International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2023. Vol. 115. - P. 67-80.

3. Paseka V.A. Analysis of the Impact of Solar Power Plant Integration on the Total Inertia of the Power System //International Research Journal. - Yekaterinburg, 2025. №. 4. - P. 11-17.

4. Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. The Need to Apply Economic and Environmental Energy Efficiency Indicators in Energy Surveys of Energy-Consuming Facilities //Scientific and Technical Journal of Fergana Polytechnic Institute, 2025. Vol. 29, №. 4. - P. 125-129.

5. Sadullaev N.N., Nematov Sh.N. Problems in Determining the Efficiency of "Green" Energy Use in Uzbekistan and Their Solutions //Scientific and Technical Journal "Development of Science and Technology". - Bukhara, 2025. №. 4. - P. 153-158.

6. The Start of Nuclear Power Plant Construction in Uzbekistan May Be Postponed to the End of 2026 //Gazeta.uz, 26.01.2026. [Electronic resource]: URL: https://www.gazeta.uz/uz/2026/01/26/npp/