



SHAMOL ENERGIYASI SALOHIYATI VA TEXNOLOGIYASI

**Polvonov Omonjon
Xusanboy o'g'li
O'rinboyev Sohibjon
Solijon o'g'li**

*(TDTU Qo'qon filiali katta o'qituvchisi)
(TDTU Qo'qon filiali ilmiy bo'lim)*

Biroq, sanoat miqyosida elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun shamol energiyasidan foydalanish texnologik taraqqiyot va davlat tomonidan qo'llab-quvvatlangan chora-tadbirlar tufayli faqat 1970-yillarda amaliyotda qo'llanila boshladi. Shamol energiyasidan turli xil maqsadlar uchun foydalanish uchun turli xil texnologiyalar mavjud, ammo iqlim o'zgarishini yumshatish bilan bog'liq bo'lgan shamol energiyasidan asosiy foydalanish quruqlikda ("quruqlik") yoki katta tarmoqqa ulangan shamol turbinalari tomonidan energiya ishlab chiqarishdir.

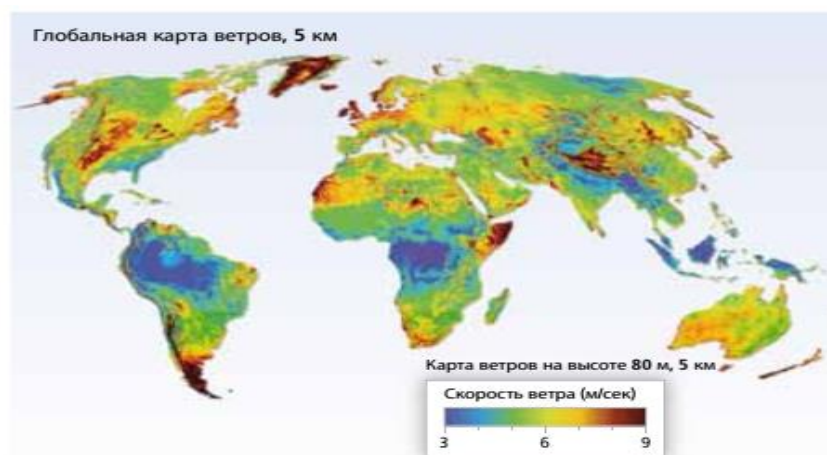
Shamol energetikasi qisqa muddatda (2020) va uzoq muddatli (2050) istiqbolda ana'naviy stansiyalarni kamaytirish uchun muhim salohiyatga ega. 2009 yil oxiriga kelib o'rnatilgan shamol energetikasi quvvati global elektr energiyasiga bo'lgan talabning qariyb 1,8 foizini qondira oldi va bu hissa 2050 yilga borib agar issiqxona gazlari chiqindilarini kamaytirish va shamoldan kengroq foydalanishga to'sqinlik qiluvchi boshqa to'siqlarni bartaraf etish bo'yicha ulkan sa'y-harakatlar amalga oshirilsa energiya 20 foizdan oshishi mumkin. Ko'pgina mamlakatlarda quruqlikdagi shamol energiyasi allaqachon tez sur'atlar bilan qo'llanila boshlandi va shamol energiyasini elektr ta'minotiga yuqori darajada qo'shishga to'sqinlik qiladigan yengib bo'lmaydigan texnik to'siqlar mavjud emas. Bundan tashqari, shamolning o'rtacha tezligi har bir joydan sezilarli darajada farq qilsa-da, dunyoning aksariyat mintaqalarida shamol energiyasidan keng miqyosda foydalanish imkonini beradigan texnik imkoniyatlar mavjud.

Katta shamol resurslariga ega bo'lgan ba'zi hududlarda shamol energiyasining narxi atrof-muhitga nisbatan nisbiy ta'sirlarni hisobga olmagan holda ham joriy energiya bozori narxlariga nisbatan raqobatbardoshdir. Biroq, dunyoning aksariyat mintaqalarida rivojlanishning jadal sur'atlarini ta'minlash uchun hali ham siyosiy harakatlar talab etiladi. Shu bilan birga, quruqlikda va dengizda shamol texnologiyasida davom etayotgan yutuqlar shamol energetikasi narxini pasaytirishda davom etishi va issiq gazlar chiqindilarini kamaytirish uchun shamol energetikasining salohiyatini yaxshilashi kutilmoqda.

Shamol energetikasining global texnik potentsiali aniq emas, balki texnologiyaning rivojlanish darajasi va shamol energiyasidan foydalanishning

rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi boshqa omillar haqida taxminlar bilan bog'liq. Biroq, global shamol resurslarini baholash soni ortib borayotganini ko'rsatdiki, jahonning texnik salohiyati bugungi global elektr energiyasini ishlab chiqarishdan oshib ketadi.

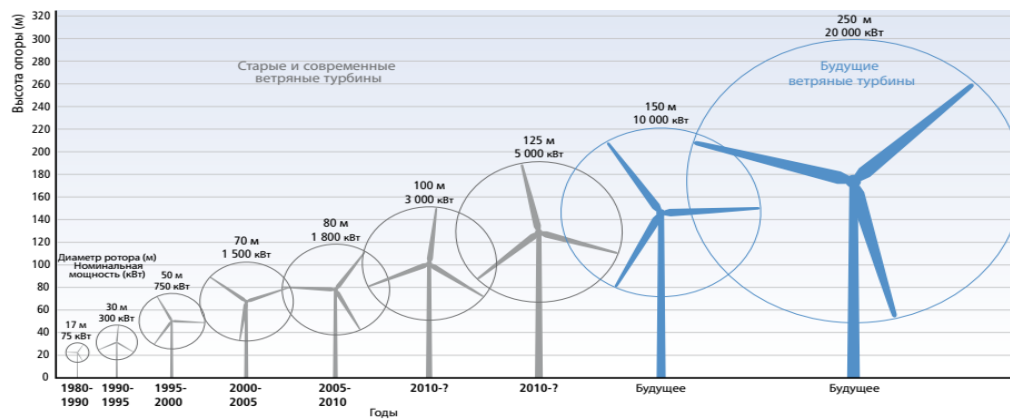
Shamol energiyasining global texnik salohiyatini baholash uchun standartlashtirilgan yondashuv ishlab chiqilmagan: taqqoslash turli xil ma'lumotlar, usullar, taxminlar va hatto texnik salohiyat bilan bog'liq ta'riflar bilan murakkablashadi. Ayrim adabiyotlarda quruqlikdagi shamol energiyasining texnik salohiyatini 180 EJ/yil (50 000 TVt/soat) deb belgilaydi. Bu borada rivojlanish uchun nisbatan ko'proq cheklovlarni hisobga olgan global shamol energetikasi texnik salohiyatining boshqa baholari 70 EJ / yil (19 400 TVt / yil) (faqat quruqlikdagi shamol) dan eng yuqori 450 EJ / yil (125 000 TVt/yil) (quruqda va dengizda) gacha o'zgarib turadi.



1-rasm. 5 km x 5 km o'lchamdagi dunyo shamol resurslari xaritasiga misol.

Zamonaviy sanoat, tarmoqqa ulangan shamol turbinalari kichik oddiy mashinalardan yirik va juda murakkab qurilmalarga aylandi. Ilmiy va muhandislik tajribasi va yutuqlari, shuningdek, takomillashtirilgan hisoblash uskunalari, konstruksiya standartlari, sanoat ishlab chiqarish usullari va texnik va texnik jarayonlar ushbu texnologik ishlanmalarga yordam berdi.

Dengiz shamol texnologiyasi quruqlikka asoslangan texnologiyaga qaraganda kamroq rivojlangan va yuqori investitsiya xarajatlari bilan tavsiflanadi. Elektr stansiyalari sonining kamligi va texnik xizmat ko'rsatishning yuqori xarajatlari odatda nisbatan kam rivojlangan texnologiya va dengiz turbinalarini ishlatish va saqlash bilan bog'liq muqarrar ravishda kattaroq logistika muammolari bilan bog'liq.



2-rasm. Sanoat shamol turbinalarining hajmini oshirilib borishi

Shamol turbinasi konstruksiyasini bosqichma-bosqich rivojlantirish bilan bir qatorda, takomillashtirilgan dizayn va sinov usullari Xalqaro elektrotexnika komissiyasi standartlariga muvofiq kodlashtirildi. Sertifikatlash organlari turbinalar, komponentlar yoki shamol turbinalari xavfsizlik, ishonchlik, ekspluatatsiya va sinov standartlariga javob berishini isbotlash uchun standartlarga muvofiqligi to'g'risida ishonchli hujjatlarni taqdim etish uchun akkreditatsiyalangan dizayn va sinov muassasalariga tayanadi.

Shamol energetikasi resursi odatda fazo birligining havo oqimining o'rtacha quvvati (shamol oqimining energiya zichligi) sifatida tushuniladi, u shamol tezligining eksperimental o'lchangan chastotasi bilan quyidagicha aniqlanadi:

$$P^{пл.эн.} = \frac{1}{2} \rho \cdot \sum_{i=1}^k v_i^3 \cdot n_i \quad (1)$$

bu yerda $P^{э.з.}$ - shamol oqimining energiya zichligi, vertikal sirtning Vt/m^2 ;

ρ – havo zichligi, kg/m^3 ;

n_i – tezliklarning i -chi oralig'ida shamol tezligining chastotasi, o'lchovsiz qiymat;

k - shamol tezligining intervallari (gradatsiyalari) soni.

Shamol energiyasi resurslarini baholashni turli balandliklarda o'tkazish tavsiya etiladi. Buning sababi shundaki, quvvati 50-100 MVt va undan ko'p bo'lgan zamonaviy shamol elektr stansiyalari (WES) tarkibida birlik quvvati 2-3 MVt va shamol g'ildiragi o'qi balandligi 50 ga teng bo'lgan shamol turbinalari (WPP) -100 m va undan ko'p ishlatiladi. Energiyadan ajratilgan tugunlarda ishlaganda, shamol g'ildiragi o'qi balandligi 50-80 m bo'lgan shamol turbinalari (va shamol energiyasi manbalarini hisoblash) taxminan 1 MVt quvvatga ega shamol turbinasi quvvati o'rnatilgan birligi bilan hisobga olinishi mumkin. Markazlashtirilmagan elektr ta'minoti zonalari uchun, ayniqsa chekka hududlarda, resurslarni baholashda, shamol g'ildiragi o'qi balandligi taxminan 30-50 m bo'lgan shamol turbinalariga e'tibor qaratish kerak, shamol turbinasi quvvati o'ndan yuzlab kVtgacha. Shunday qilib, ma'lum bir hududning shamol energetika resurslarini kompleks baholashda 30, 50 va 100 m balandliklarda shamol oqimining energiya zichligini hisoblash va xaritalash kerak. Shamol energiyasining yalpi potentsiali sifatida bitta ideal shamol elektr stansiyasining yillik unumdorligini

(bir nuqtadagi yalpi potentsialni baholashda) yoki maksimal zichlikka ega bo'lgan ma'lum bir hududda joylashgan shamol elektr stansiyalarining (hududning yalpi salohiyatini baholashda) yillik unumdorligini hisobga olish mumkin.. Bitta shamol turbinasi uchun nuqtadagi yalpi potentsial quyidagicha hisoblanadi:

$$E_{Val} = 10^{-3} \cdot P^{pl.en} \cdot T \cdot S^{omet.} \cdot k^{Ж.-Б.} \quad (2)$$

bu yerda E_{Val} -shamol energiyasining yalpi salohiyati, kVt/yil;

$P^{pl.en}$ -shamol oqimining o'rtacha yillik energiya zichligi, Vt/m²;

T - yildagi soatlar soni; soat.

$S^{omet.}$ - belgilangan yuzaning maydoni (shamol g'ildiragining maydoni), m²;

$k^{Ж.-Б.} = 0,593$ – Jukovskiy-Betz koeffitsienti (shamol oqimi energiyasini shamol turbinasi yordamida foydali energiyaga aylantirishning nazariy samaradorligini aniqlash koeffitsienti).

Shamol energetikasi bozori sezilarli darajada kengaydi, shu bilan birga texnologiya va sanoatning tijorat va iqtisodiy samaradorligini namoyish etdi. Shamol energetikasini kengaytirish cheklangan miqdordagi hududlarda jamlangan bo'lib, yanada kengaytirish, ayniqsa shamol energiyasidan hali ham kam foydalaniladigan hududlarda va qirg'oqbo'yi hududlarida qo'shimcha siyosat choralarini talab qilishi mumkin.

Shamol turbinalari, tashlab ketish yoki ko'chirish, yashash joylarini yo'q qilish va reproduktiv imkoniyatlarni kamaytirish orqali atrof-muhit va ekotizimlarga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bundan tashqari, shamol fermalarining dengiz hayotiga ta'siri dengiz inshootlaridan ko'proq foydalanish tufayli diqqat markazida bo'ldi. Dengizdagi shamol energiyasining dengiz hayotiga ta'siri ma'lum bir qurilmani o'rnatish, uni ishlatish va demontaj qilish bosqichlariga qarab o'zgaradi, shuningdek, ko'p jihatdan ma'lum bir joyning o'ziga xos sharoitlariga bog'liq va salbiy yoki ijobiy bo'lishi mumkin. Mumkin bo'lgan salbiy ta'sirlarga suv ostidagi shovqin va tebranish, elektromagnit maydonlar, jismoniy to'siqlar va invaziv turlarning bostirib kirishi kiradi. Shu bilan birga, jismoniy tuzilmalar yangi ko'payish joylari yoki yashirin joylarni yaratishi va sun'iy riflar yoki baliq konsentratsiyasi qurilmalari sifatida harakat qilishi mumkin. Ushbu ta'sirlar va ularning uzoq muddatli ta'siri, shu jumladan aholi darajasi bo'yicha ko'proq tadqiqotlar talab etiladi, ammo ular quruqlikdagi shamol energiyasiga nisbatan nomutanosib ko'rinmaydi.

Shu munosabat bilan, ekologik muammolar bilan bir qatorda, shamol stansiyalarining mahalliy jamoalarga ta'siri haqida ham tashvishlar bir necha bor bildirilgan. Ehtimol, eng muhim fakt shundaki, zamonaviy shamol energiyasi texnologiyasi katta tuzilmalar bilan bog'liq va shuning uchun shamol turbinalari landshaftga qarshi muqarrar ravishda ko'rinadi. Boshqa tashvishli ta'sirlar quruqlik va dengiz muhitidan foydalanish (shu jumladan mumkin bo'lgan radar shovqinlari), shuningdek, shovqin va to'lqin kabi o'rnatish yaqinidagi ta'sirlar va mulk qiymatiga ta'sirini o'z ichiga oladi. Ijtimoiy va ekologik muammolar qay darajada ifodalanganidan qat'i nazar, ularni hal qilish har qanday muvaffaqiyatli shamol stansiyasini rejalashtirish va joylashtirish jarayonining muhim qismidir va jamoatchilik ishtiroki ko'pincha jarayonning ajralmas qismidir. Ushbu muammolarning ba'zilarini osongina

minimallashtirish mumkin bo'lsa-da, boshqa muammolarni, masalan, vizual ta'sirlarni hal qilish qiyinroq. Shamol energiyasidan foydalanishni kengaytirish bilan bir qatorda qolgan ta'sirlarning tabiati va hajmini yaxshiroq tushunishga, shuningdek, ushbu ta'sirlarni minimallashtirish va yumshatishga harakat qilish kerak bo'ladi. Amalda rejalashtirish va joylashtirish qoidalari yurisdiksiyalarda keng farq qiladi va rejalashtirish va joylashtirish tartiblari ba'zi mamlakatlar va kontekstlarda shamol energetikasini rivojlantirishga to'siq bo'lib kelgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xusanboy o'g'li, Polvonov Omonjon, Mamadaliyev Begali Minavarjonovich, and Sharipov Muxriddin Ziyodulla o'g'li. "XOZIRGI ZAMON ENERGETIKA MUAMMOLARI VA ULARNI BARTARAF QILISH YO'LLARINI QIDIRISH." *Лучшие интеллектуальные исследования* 14.5 (2024): 98-106.

1. 2.Siddikov, Khusniddin, Omonjon Polvonov, and Rashid Sitdikov. "Hybrid power supply system with alternative energy sources." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2432. No. 1. AIP Publishing, 2022.

2. 3.Sadirdin o'g'li A. S., Xusanboy o'g'li P. O., Zuxriddin o'g'li N. Z. MODELING A MATHEMATICAL MODEL OF CIRCULATING WATER COOLING PROCESSES IN THE MATLAB SIMULINK PACKAGE //Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 4-10.

3. 4.Polvonov, O. X., D. D. Abdumannonov, and D. D. Xasanov. "SHAMOL ENERGIYASI SALOHIYATINI BAHOLASH ASOSIDA SHAMOL GENERATORLARINI SAMARADORLIGINI OSHIRISH." *Science Promotion* 1.1 (2023): 402-410.

4. 5.Polvonov, O. X., Z. Z. Najmiddinov, and S. S. Abdullajonov. "BINOLARNI ISITISH TA'MINOTIDA QUYOSHLI ISSIQLIKNI TAYYORLOVCHI USKUNALARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH." *Journal of new century innovations* 43.2 (2023): 66-71.

5. Суюнов, Д. Х. "Корпоратив бошқарув механизми: муаммо ва ечимлар. Монография." *Т.: Академия 200* (2007).

6. Suyunov, D. H. "The main problems of corporate governance and ways to solve them." *EPRA International Journal of Economic Growth and Environmental Issues (EGEI) ISSN* (2021): 2321-6247.

7. Davletyarov, Azamat, Dilmurod Suyunov va omon T. Kenjaboev. "Iqtisodiyotni raqamlashtirish: tushunchalar, muammolar va amalga oshirish strategiyasi." *Innovatsiyalar, islohotlar va rivojlanishning spektr jurnali* 12 (2023): 209-218.

8. Davletyarov, Azamat, Dilmurod Suyunov va omon T. Kenjaboev. "IQTISODIYOTNI RAQAMLASHTIRISH: TUSHUNCHALAR, MUAMMOLAR VA AMALGA OSHIRISH STRATEGIYASI." *Innovatsiyalar, islohotlar va rivojlanishning spektr jurnali* 12 (2023): 209-218.

9. Суюнов, Д., and Элмурод Абдусатторович Хошимов. "Акциядорлик жамиятларида корпоратив бошқарув самарадорлигини баҳолашнинг методологик жиҳатлари." *Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар* илмий электрон журнали 2 (2018).

10. Суюнов, Дилмурод Холмурадович, and Элмурод Абдусатторович Хошимов. "АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТЛАРИДА КОРПОРАТИВ БОШҚАРУВ САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШНИНГ МЕТОДОЛОГИК ЖИҲАТЛАРИ."
11. Суюнов, Дилмурод Холмурадович, and Элмурод Абдусатторович Хошимов. "АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТЛАРИДА КОРПОРАТИВ БОШҚАРУВ САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШНИНГ МЕТОДОЛОГИК ЖИҲАТЛАРИ."
12. Davletyarov, A., D. Suyunov, and A. Kenjabaev. "State regulation of the digital transformation of the economy." *American Journal of Business Management, Economics and Banking* 9 (2023): 145-150.
13. Suyunov, Dilmurod, and Aman Kenjabaev. "Achievements And Problems in Further Development of The Digital Economy in UzbekistanScientific Considerations." *Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research* 1.7 (2023): 38-45.
14. Suyunov, D. X., and E. A. Xoshimov. "The main directions of development of the corporate governance system in Uzbekistan in modern conditions." *Economics and Innovative Technologies* 2019.4 (2019): 11.
15. Suyunov, Dilmurod Kholmurodovich. "Scientific Foundation For Implementation Of The Compliance Control System At Corporate Enterprises." *The American Journal of Management and Economics Innovations* 3.06 (2021): 138-145.
16. Suyunov, Dilmurod Kholmurodovich. "Scientific Foundation For Implementation Of The Compliance Control System At Corporate Enterprises."
17. Суюнов, Дилмурод, and Элмурод Хошимов. "Замонавий шароитларда Ўзбекистонда корпоратив бошқарув тизими ривожланишининг асосий йўналишлари." *Экономика и инновационные технологии* 4 (2019): 197-210.
18. Суюнов, Дилмурод Холмурадович, and Элмурод Абдусатторович Хошимов. "ЗАМОНАВИЙ ШАРОИТЛАРДА ЎЗБЕКИСТОНДА КОРПОРАТИВ БОШҚАРУВ ТИЗИМИ РИВОЖЛАНИШИНИНГ АСОСИЙ ЙЎНАЛИШЛАРИ."
19. Olimovich, Aliev Kibar, M. Butabaev, and Suyunov D. Kh. "Project management in the system of strategic company management." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 11.7 (2023): 40-44.
20. Olimovich, Aliev Kibar, M. Butabaev, and Suyunov D. Kh. "PROJECT MANAGEMENT IN THE SYSTEM OF STRATEGIC COMPANY MANAGEMENT." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 11.7 (2023): 40-44.
21. Суюнов, Д. Х. "Бизнес муҳитнинг ривожланишига корпоратив бошқарув механизмини жорий этишни такомиллаштириш. и. ф. д. дисс." *И. ф. д. илмий даражасини олиш учун ёзилган дисс* 261 (2008).
22. Kholmurodovich, S. D., and Batirovich PDAV Green Economy. "Ways of its Development in Uzbekistan." *Genius Repository* 24 (2023): 7-15.
23. Suyunov, D. Kh, and E. A. Hoshimov. "Methodological aspects of evaluating the effectiveness of corporate management in joint-stock companies." *"Economy and innovative technologies" scientific electronic magazine* 2 (2018).

24. Ганиходжаев, Б., Д. Суюнов, and Ш. Хусаинов. "Пособие по корпоративному управлению." *Ташкент–Адабиёт учқунлари* (2017).

25. Ganikhodzhaev, Borikhon, et al. "Development of the digital economy in uzbekistan and its main directions." *American Journal of Interdisciplinary Research and Development* 14 (2023): 154-160.