DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

O‘ZBEKISTON GIDROENERGETIKA SALOHIYATIDAN SAMARALI FOYDALANISH VA UNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

Nishonbayev A.T., *o‘qituvchi,*
Uchqo’rg’on tumani 3-son texnikumi,
Abduaziz uulu Abdurauf., *PhD, dotsent,*
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Maqolada O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 28-martdagi PQ-129-son va 2026-yil 1-maydagi PQ-163-son qarorlarida belgilangan gidroenergetika rivojlantirish maqsadlari tahlil qilinib, mavjud kichik va o‘rta quvvatli GES kaskadlarining ish rejimini energoaudit tamoyillari asosida optimallashtirish orqali gidroenergetika salohiyatidan samarali foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Norin GES kaskadi va Katta Farg‘ona kanali kichik GESlar kaskadi misolida suv tanqisligi davrlarida gidroagregatlarning ishga tushirish-to‘xtatish rejimini boshqarishga oid matematik model va gisterezisga asoslangan boshqaruv strategiyasi taqdim etiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, davlat siyosatida belgilangan yangi quvvatlarni joriy etish bilan bir qatorda, mavjud infratuzilmaning ish samaradorligini oshirish milliy gidroenergetika dasturining muhim zaxirasi hisoblanadi.*

Аннотация: *В данной статье анализируются цели развития гидроэнергетики, определённые в постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-129 от 28 марта 2025 года и №ПП-163 от 1 мая 2026 года, а также рассматриваются возможности эффективного использования гидроэнергетического потенциала страны за счёт оптимизации режимов работы существующих каскадов малых и средних ГЭС на основе принципов энергоаудита. На примере каскада Наринских ГЭС и каскада малых ГЭС канала Катта-Фергана представлены математическая модель и стратегия управления, основанная на гистерезисе, для регулирования режима пуска-останова гидроагрегатов в периоды дефицита воды. Результаты показывают, что наряду с вводом новых мощностей повышение эффективности эксплуатации существующей инфраструктуры является важным резервом успешной реализации национальной программы развития гидроэнергетики.*

Annotation: *This article analyzes the hydropower development targets set out in the Resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan No. PR-129 of 28 March 2025 and No. PR-163 of 1 May 2026, and examines the potential for efficient use of the country's hydropower resources through optimizing the operating regimes of existing small and medium-capacity hydropower cascades on the basis of energy-audit principles. Using the Norin hydropower cascade and the small hydropower cascade of the Katta Fergana canal as case studies, the paper presents a mathematical model and a hysteresis-based control strategy for managing the start–stop regime of hydro units during periods of water scarcity. The results show that, alongside commissioning new capacities, improving the operating efficiency of existing infrastructure constitutes an important reserve for the success of the national hydropower programme.*

Kalit so‘zlar: *gidroenergetika, kichik GES, energoaudit, muvozanatlovchi quvvat, gisterezis, sof energiya mezoni, kaskad, suv tanqisligi, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, adaptiv boshqaruv, Norin GES.*

Ключевые слова: *гидроэнергетика, малая ГЭС, энергоаудит, балансирующая мощность, гистерезис, критерий чистой энергии, каскад, дефицит воды, энергоэффективность, возобновляемые источники энергии, адаптивное управление, Наринский каскад ГЭС.*

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

Keywords: *hydropower, small hydropower plant, energy audit, balancing capacity, hysteresis, net energy criterion, cascade, water scarcity, energy efficiency, renewable energy sources, adaptive control, Norin hydropower cascade.*

Kirish: So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasi energetika strategiyasida qayta tiklanuvchi energiya manbalari, jumladan gidroenergetika ulushini oshirish ustuvor yo‘nalishlardan biri sifatida belgilangan [1]. Mamlakat gidroenergetika salohiyati yiliga taxminan 27,4 mlrd kW·s ni tashkil etadi, uning amalda o‘zlashtirilishi hozirgacha to‘liq emas, bu o‘z navbatida kichik daryolar, sug‘orish kanallari va kaskad tizimlaridagi gidroresurslardan yanada samarali foydalanish zaruratini keltirib chiqaradi.

Rasmiy ma’lumotlarga ko‘ra, hozirgi kunda gidroenergetika mamlakat elektr energiyasi ishlab chiqarishining atigi 10-12 % tashkil etadi, garchi O‘zbekiston hududida 150 mingdan ortiq daryo, soy va kanal mavjud bo‘lib, bu katta amalga oshirilmagan salohiyatdan dalolat beradi. 2017-2025-yillarda mamlakatdagi GESlar soni 36 tadan 100 taga, ularning jami quvvati esa 1,6 GWdan 2,4 GW gacha oshgan, biroq bu o‘sish sur’ati PQ-163 da belgilangan 2032-yilgacha 5,668 GWga chiqish maqsadiga nisbatan hali dastlabki bosqich hisoblanadi [2].

Bu yo‘nalishdagi huquqiy-institutsional asos so‘nggi ikki yilda ikkita muhim me’yoriy hujjat bilan mustahkamlandi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 28-martdagi PQ-129-son “Respublika hududlarida mikro gidroelektr stansiyalari tarmog'ini rivojlantirish bo'yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori [3] mikro va kichik quvvatli (0,5-5 MW) GESni tarmoqlashtirishga qaratilgan bo‘lsa, 2026-yil 1-maydagi PQ-163-son “Gidroenergetika sohasini yanada rivojlantirish bo‘yicha kechiktirib bo‘lmaydigan chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qaror [2] butun sohaning 2026-2032-yillarga mo‘ljallangan strategik rivojlanish yo‘l xaritasini belgilaydi.

PQ-163 qarorining 2-ilovasida keltirilgan rasmiy ko‘rsatkichlarga ko‘ra (1-jadvalga qarang), 2026-yilda 2 525 MW bo‘lgan jami gidroenergetika quvvati 2032-yilga kelib 5 668 MW gacha, ya’ni qariyb 2,24 barobar oshishi rejalashtirilgan. Bunda “muvozanatlovchi quvvat” (tarmoqni tartibga solish uchun tez ishga tushiriladigan quvvat zaxirasi) 921 MW dan 3 200 MW gacha, 3,47 barobarga o‘sishi ko‘zda tutilgan bu gidroenergetikaning nafaqat energiya ishlab chiqarish, balki tarmoq barqarorligini ta’minlash vazifasi ham tobora ortib borayotganini ko‘rsatadi [2].

Shu bilan birga, quvvatlarni jismoniy kengaytirish yagona yechim emas. Mavjud kichik GES kaskadlari, jumladan Namangan viloyatidagi Norin GES kaskadi va Katta Farg‘ona kanali kichik GESlar kaskadi, sug‘orish davri bilan raqobatlashadigan suv tanqisligi sharoitida ishlaydi va ularning ish rejimi hozirgi kunda ko‘pincha moslashuvchan emas (masalan, Katta Farg‘ona kaskadida oqim doimiy ravishda ikki agregat o‘rtasida teng taqsimlanadi, suv sathidan qat’iy nazar). Natijada gidroagregatlarning tez-tez ishga tushirilishi va to‘xtatilishi energiya yo‘qotishlarini oshiradi, resurs sarfini ko‘paytiradi [4].

Ushbu maqolaning maqsadi PQ-129 va PQ-163 qarorlarida belgilangan strategik maqsadlar kontekstida O‘zbekiston gidroenergetika salohiyatidan samarali foydalanishning ikki tomonlama yondashuvini asoslash: yangi quvvatlarni joriy etish va mavjud kichik o‘rta GES kaskadlarining ish rejimini energoaudit tamoyillari asosida optimallashtirish. Ikkinchi yo‘nalish doktorlik tadqiqoti doirasida ishlab chiqilayotgan sof energiya mezoni va gisterezisga asoslangan boshqaruv modeli orqali ko‘rib chiqiladi.

Materiallar va metodlar: Tadqiqot ikkita amaldagi tadqiqot ob’ektiga tayanadi. Birinchisi Namangan viloyati Uychi tumanidagi Norin GES kaskadi (derivatsion turdagi, kanal uzunligi 4 155 m, daryo sarfi 2 720 m^3/s, kanal sarfi 420 m^3/s), unda har biri 38 MW quvvatga ega (4 tadan 9,5 MW gidroagregat) 6 ta bosqich rejalashtirilgan bo‘lib, to‘liq kaskad 2032-yilga qadar ishga tushirilishi ko‘zda tutilgan. Ikkinchisi Uchqo‘rg‘on tumanidagi Katta Farg‘ona kanali kichik GESlar kaskadi (2017-yildagi gidroenergetikani rivojlantirish to‘g‘risidagi Prezident qarori asosida qurilgan, ikkita 6 MW ga ega stansiya, jami 12 MW, yiliga taxminan 72,89 mln kW·h).

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

Ma'lumotlar manbai sifatida PQ-129 va PQ-163 qarorlarining rasmiy matnlari va ilovalari, shuningdek ochiq statistik ma'lumotlar hamda mavjud ilmiy adabiyot tahlili ishlatildi [4–10]. GES operatorlari batafsil operatsion ma'lumotlarni oshkor etmasligi sababli, metodologiya ochiq ma'lumotlar, adabiyotdagi parametrlar va sezitivlik tahliliga asoslanadi.

Energoaudit tamoyillariga asoslangan optimallashtirish metodologiyasining markazida sof energiya mezoni yotadi [11, 12]. Berilgan T davomiylikdagi ish sikli uchun sof energiya quyidagicha ifodalanadi:

$$E_{net}(T) = E_{gen}(T) - E_{aux}(T) - E_{switch}(T) \rightarrow max \quad (1)$$

bu yerda $E_{gen}(T)$ - T davomiylikda ishlab chiqarilgan energiya; $E_{aux}(T)$ - shu davrda o'z ehtiyoji (nasoslar, boshqaruv tizimlari, sovutish) uchun sarflangan energiya; $E_{switch}(T)$ - ishga tushirish - to'xtatish sikli bilan bog'liq qo'shimcha yo'qotishlar (mexanik zarba, o'tkinchi rejim yo'qotishlari) [7].

Bu mezondan kelib chiqib, agregatning uzluksiz ishlashi foydali bo'ladigan minimal davomiylik kritik davomiylik chegarasi T_{crit} aniqlanadi:

$$E_{net}(T_{crit}) = 0, \quad T > T_{crit} \text{ bo'lganda } E_{net}(T) > 0 \quad (2)$$

$T < T_{crit}$ bo'lgan qisqa muddatli ishga tushirishlar sof energetik zarar keltiradi, chunki E_{switch} va E_{aux} tarkibiy qismlari E_{gen} o'sishini qoplab yuboradi. Bu holatni oldini olish uchun ishga tushirish va to'xtatish uchun ikki xil (gisterezisli) chegaraviy oqim qiymatlaridan foydalaniladi:

$$Q_{on} > Q_{off}, \quad \Delta Q = Q_{on} - Q_{off} > 0 \quad (3)$$

bunda agregat faqat oqim Q_{on} darajasidan oshganda ishga tushiriladi va faqat Q_{off} darajasidan pasayganda to'xtatiladi. Ushbu "dead-band" strategiyasi oqimning tez-tez tebranishi sharoitida keraksiz kommutatsiya sonini kamaytiradi va shu orqali E_{switch} tarkibiy qismini minimallashtiradi [4].

Metodologiyaning miqyoslanuvchanligini baholash uchun quvvat diapazoni bo'yicha sezitivlik tahlili qo'llaniladi, unda o'z ehtiyoji ulushi $\alpha = E_{aux} / E_{gen}$ nisbiy quvvat kamayishi bilan qanday o'zgarishi baholanadi. MikroGES (< 0,1 MW) uchun bu nisbat 2-15 % oralig'ida bo'lishi kutiladi, bu esa PQ-129 doirasida rivojlantirilayotgan mikroGES tarmog'ida energoaudit yondashuvining ayniqsa dolzarbligini ko'rsatadi [3, 9].

Natijalar: PQ-163 qarorining 2-ilovasida keltirilgan rasmiy prognoz ko'rsatkichlari 1-jadvalda umumlashtirilgan [2].

1-jadval

O'zbekiston Respublikasida 2026-2032 yillarga mo'ljallangan gidroenergetika quvvatlarini rivojlantirish ko'rsatkichlari (PQ-163, 2-ilova bo'yicha) [2]

Ko'rsatkichlar	2026 y	2027 y	2028 y	2029 y	2030 y	2031 y	2032 y
Jami gidroenergetika quvvati, MW	2 525	2 810	3 165	3 400	3 794	4 687	5 668
Muvozanatlovchi quvvat, MW	921	1 173	1 513	1 880	2 412	2 909	3 200
"O'zbekgidroenergo" quvvati, MW	1 646	1 857	2 123	2 348	2 664	3 269	3 969
Yangi qurilish, MW	632	856	1 118	1 400	1 731	2 337	3 026
Modernizatsiya, MW	207	293	431	562	746	880	1 037

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

Ko‘rsatkichlar	2026 y	2027 y	2028 y	2029 y	2030 y	2031 y	2032 y
DXSh, MW	283	399	564	709	894	1 095	1 341
Xususiy sektor, MW	150	262	378	465	623	837	1 263
Yillik o‘sish, %	-	11,2	12,6	7,3	11,6	23,5	20,8

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, 2026-2032 yillar davomida jami gidroenergetika quvvati bir tekis emas, balki tezlashuvchi sur’atlarda o‘sishi rejalashtirilgan. Yillik o‘sish sur’ati 2027-yilda 11,2 % dan 2031-yilda 23,5 % gacha ko‘tariladi. O‘rtacha yillik o‘sish sur’atini quyidagi formula orqali baholash mumkin:

$$CAGR = (P_{2032} / P_{2026})^{1/n} - 1 \quad (4)$$

bunda n = 6 (yil), P_{2026} = 2 525 MW, P_{2032} = 5 668 MW. Hisoblash natijasida CAGR ≈ 14,4 % ni tashkil etadi, bu O‘zbekiston gidroenergetika sohasi uchun mintaqaviy miqyosda yuqori o‘sish sur’ati hisoblanadi.

“O‘zbekgidroenergo” AJ ulushi 2032-yilga kelib jami quvvatning 70 % (3 969 MW), yangi qurilish loyihalari 18 % (3 026 MW) va boshqa manbalar (davlat-xususiy sheriklik, xususiy sektor, DXSh) 12 % tashkil etishi rejalashtirilgan. Bu tarkib shuni ko‘rsatadiki, sohaning asosiy og‘irligi davlat operatori tomonidan boshqariladigan mavjud va yangi kaskadlar zimmasida qoladi demak, ana shu ob’ektlarning ish samaradorligi umumiy natijaga bevosita ta’sir qiladi [2, 13].

PQ-163 doirasida 2026-yilning o‘zida 13 ta yangi GES (jami 114 MW quvvat, yiliga 537 mln kW·h ishlab chiqarish, 254 ta yangi ish o‘rni) ishga tushirilishi, shuningdek mamlakatda birinchi marta jami 1 400 MW quvvatga ega gidroakkumulyatsiya elektr stansiyalari va deyarli 3 ming kichik hamda mikroGES qurilishi rejalashtirilgan. Xususan, Yuqori To‘palang havzasida 42 ta kichik GES qurilishi hisobiga 541 MW quvvat va yiliga taxminan 1,9 mlrd kW·h energiya olish imkoniyati mavjud bu miqyos jihatidan Norin va Katta Farg‘ona kaskadlariga o‘xshash ko‘plab kichik ob’ektlarning bir vaqtda ishga tushirilishini anglatadi, demak ularning har biri uchun samarali boshqaruv metodologiyasining ahamiyati yanada ortadi [2, 14].

Tadqiqot ob’ektlari darajasida quyidagi holat kuzatiladi. Norin GES kaskadida yiliga taxminan ikki oy davomida sug‘orish ehtiyoji bilan raqobat natijasida suv tanqisligi yuzaga keladi, bu davrda kanal sarfi 420 m³/s dan sezilarli pastga tushishi mumkin. Katta Farg‘ona kaskadida esa hozirgi boshqaruv rejimi sharoitdan qat’iy nazar oqimni ikki agregat o‘rtasida teng (Q/2) taqsimlaydi formula (1) bo‘yicha past oqim sharoitida ikkala agregatni ham T_{crit} dan past rejimda ishlashga majbur qilishi, natijada E_{net} salbiy bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Gisterezisli boshqaruvni (formula 3) qo‘llash orqali past oqim davrida bitta agregatni to‘xtatib, ikkinchisini T_{crit} dan yuqori, samarali rejimda ishlatish mumkin bo‘ladi.

Muhokama: Olingan natijalar PQ-163 da belgilangan “muvozanatlovchi quvvat” ko‘rsatkichining 2026-2032 yillarda 3,47 barobar o‘sishi talabini ikki xil, bir-birini to‘ldiruvchi yo‘l bilan ta’minlash mumkinligini ko‘rsatadi: yangi quvvatlarni jismoniy qurish va mavjud agregatlarning moslashuvchan (adaptiv) ish rejimini joriy etish. Ikkinchi yo‘nalish deyarli qo‘shimcha kapital xarajatsiz, faqat boshqaruv algoritmini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi, bu esa uni qisqa muddatda tatbiq etish mumkin bo‘lgan zaxira sifatida ayniqsa qimmatli qiladi [2].

Sof energiya mezoni (1)-(2) formulalari kanal (derivatsion) turdagi GES (Norin, Katta Farg’ona) uchun ham, daryo o‘zani (run-of-river) turdagi GES uchun ham qo‘llanish mumkin, chunki ikkala holatda ham umumiy o‘zgaruvchi gidroagregatlarga kelayotgan suv sarfining o‘zgaruvchanligi (sug‘orish raqobati yoki tabiiy gidrologik mavsumiylik natijasida) hisoblanadi [5, 8]. Bu metodologiyaning PQ-163 [2] doirasida rejalashtirilgan turli o‘lchamdagi (mikro-

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

GESdan kaskad darajasigacha) ob'ektlarga umumlashtirilishi mumkinligini ko‘rsatadi, bu esa PQ-129 [3] bilan belgilangan mikroGES tarmog‘i uchun alohida ahamiyatga ega, chunki bunday kichik quvvatlarda o‘z ehtiyoji ulushi (α) nisbatan yuqori bo‘ladi va noto‘g‘ri tanlangan ishga tushirish chegaralari sof energiya balansini tezda salbiy holatga keltirishi mumkin.

Shu bilan birga, taklif etilayotgan yondashuvning amalga oshirilishi bir qator cheklovlarga duch keladi. Birinchidan, GES operatorlari tomonidan batafsil operatsion ma'lumotlarning oshkor etilmasligi model parametrlarini aniqlashtirishni qiyinlashtiradi va senariy tahliliga tayanishni taqozo etadi [9, 10]. Ikkinchidan, gisterezis chegaralarini (Q_{on}, Q_{off}) belgilash sug‘orish jadvali, gidrologik prognoz va tarmoq talablari bilan muvofiqlashtirilishi, ya'ni sohalararo (energetika - melioratsiya) muvofiqlashtirishni talab qiladi. Uchinchidan, model hozircha faqat gidravlik-energetik omillarni hisobga oladi, iqtisodiy (tarif, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari) omillarni kiritish keyingi bosqich vazifasidir.

Alohida ta'kidlash joizki, ish rejimini optimallashtirish yondashuvi mamlakatda gidroenergetika uskunalari ishlab chiqarishning mahalliylashtirilishi bilan ham uyg'unlashadi: 2025-yilda ishga tushirilgan UzHydroPower zavodi quvvati 40 MVt gacha bo'lgan gidroagregatlarni mahalliy ishlab chiqarish imkonini bermoqda, yirik loyihalarda esa mahalliy komponentlar ulushi 82 foizgacha yetkazilmoqda. Bunday sharoitda gisterezisga asoslangan boshqaruv algoritmini mahalliy ishlab chiqarilgan gidroagregatlarning boshqaruv tizimiga dasturiy modul sifatida integratsiya qilish qo'shimcha apparat xarajatlarisiz amalga oshirilishi mumkin, bu esa taklif etilgan yechimning amaliy joriy etilish qiymatini yanada oshiradi.

Umuman olganda, tahlil PQ-129 va PQ-163 qarorlarida belgilangan strategik yo‘nalishlarning ilmiy-metodologik jihatdan energoaudit tamoyillariga asoslangan operatsion optimallashtirish bilan mustahkamlanishi zarurligini tasdiqlaydi. Faqat quvvatni oshirish emas, balki mavjud quvvatdan foydalanish samaradorligini oshirish ham milliy gidroenergetika dasturining muvaffaqiyati uchun teng darajada muhimdir [2, 3].

Xulosa: Maqolada O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-129 (2025-yil 28-mart) va PQ-163 (2026-yil 1-may) qarorlarida belgilangan gidroenergetikani rivojlantirish maqsadlari tahlil qilindi va bu maqsadlarga erishishda mavjud kichik GES kaskadlarining ish rejimini energoaudit tamoyillari asosida optimallashtirish rolini asoslovchi matematik apparat (sof energiya mezoni, kritik davomiylik chegarasi, gisterezisli boshqaruv strategiyasi) taqdim etildi.

Asosiy xulosalar quyidagicha: (1) PQ-163 bo‘yicha 2026-2032 yillarda jami gidroenergetika quvvatining o‘rtacha yillik o‘sish sur'ati taxminan 14,4 % tashkil etadi, bunda muvozanatlovchi quvvat ulushi tezroq (3,47 barobar) o‘sadi, (2) mavjud kaskadlardagi noadaptiv boshqaruv rejimlari (masalan, Katta Farg‘ona kaskadidagi doimiy Q/2 taqsimoti) suv tanqisligi davrida sof energiya yo‘qotishlariga olib kelishi mumkin; (3) taklif etilgan gisterezisga asoslangan boshqaruv strategiyasi qo'shimcha kapital xarajatlarsiz kommutatsiya yo'qotishlarini kamaytirish orqali mavjud infratuzilmadan olinadigan sof energiyani oshirishga xizmat qiladi; (4) metodologiya mikro-GESdan (PQ-129) yirik kaskadlargacha (PQ-163) miqyoslanuvchan bo'lib, milliy dasturning turli segmentlarida qo'llanilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Qayumov D., Xudayberdiyev N. O‘zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari // ILM-FAN XABARNOMASI. 2023. №2. b.57-59.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2026-yil 1-maydagi PQ-163-son “Gidroenergetika sohasini yanada rivojlantirish bo'yicha kechiktirib bo'lmaydigan chora-tadbirlar to'g'risida”gi qarori.

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 28-martdagi PQ-129-son “Respublika hududlarida mikro gidroelektr stansiyalari tarmog‘ini rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori.

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.25

4. Research on Economic Operation of Cascade Small Hydropower Stations Based on Optimal Unit Output Allocation // Energies. 2025. Vol.18, №.4. P.964.

5. Kougias, I., Aggidis, G., Avellan, F., Deniz, S., Lundin, U., Moro, A., Muntean, S., Novara, D., Pérez-Díaz, J.I., Quaranta, E. Analysis of emerging technologies in the hydropower sector // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 113. P. 109257.

6. Kong, J., Skjelbred, H.I., Fosso, O.B. An overview on formulations and optimization methods for the unit-based short-term hydro scheduling problem // Electric Power Systems Research. 2020. Vol.178. P. 106027.

7. Nilsson, O., Sjelvgren, D. Hydro unit start-up costs and their impact on the short-term scheduling strategies of Swedish power producers // IEEE Transactions on Power Systems. 1997. Vol. 12, №.1. P. 38-44.

8. Labadie, J.W. Optimal operation of multireservoir systems: State-of-the-art review // Journal of Water Resources Planning and Management. 2004. Vol. 130, №. 2. P. 93-111.

9. Klein, S.J.W., Fox, E.L.B. A review of small hydropower performance and cost // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol.169. P.112898.

10. Okot, D.K. Review of small hydropower technology // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013. Vol.26. P.515–520.

11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 9-sentabrdagi PF-220-son “Energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni rag‘batlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni.

12. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Ob’ektlarda energetik tekshiruv va ekspertizalar o‘tkazish qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori.

13. “O‘zbekgidroenergo” AJ 2026-yilda elektr energiyasi ishlab chiqarishni oshiradi // www.spot.uz.

14. O‘zbekistonda 2026-2032 yillarda energetika sohasida 73 ta loyiha, umumiy qiymati 5,8 mlrd dollar amalga oshiriladi // gazeta.uz. 2026. 1-may.