O‘ZBEKISTON GESLARIDA ELEKTR ENERGIYASI ISHLAB CHIQARISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH VA ISH REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Mualliflar: Otaxonov Maqsud Yusupovich,
Shoymurodov Shahriyor Shokir o‘g‘li,

Annotatsiya

Gidroelektr stansiyalar (GES) qayta tiklanuvchi energiya ishlab chiqarish va elektr energetika tizimining barqaror ishlashini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi O‘zbekiston GESlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini baholash hamda suv sarfi va gidravlik bosim sharoitlarini hisobga olgan holda ish rejimlarini optimallashtirish metodologiyasini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqotda gidroenergetik quvvatni hisoblash, o‘rnatilgan quvvatdan foydalanish koeffitsiyentini aniqlash, energiya ishlab chiqarishning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini tahlil qilish va turli ish rejimlarini taqqoslash usullari taklif etiladi. O‘zbekiston Milliy statistika qo‘mitasining SIAT ma’lumotlari mamlakat GESlarining umumiy o‘rnatilgan quvvatini tavsiflash uchun, stansiya darajasidagi texnik ma’lumotlar esa individual samaradorlikni aniqlash uchun ishlatilishi ko‘zda tutiladi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi O‘zbekiston sharoitida gidrologik cheklovlar, gidroagregatlarning samaradorligi va suvdan ko‘p maqsadli foydalanishni yagona baholash yondashuvida birlashtirish taklifidan iborat. Miqdoriy samaradorlik natijalari tegishli stansiyalarning tekshirilgan ishlab chiqarish va texnik ma’lumotlari olingandan keyin aniqlanadi.

Kalit so‘zlar: gidroelektr stansiya, gidroenergetika, energiya samaradorligi, gidroagregat, suv sarfi, gidravlik bosim, optimallashtirish, O‘zbekiston.

Abstract

Hydropower plants (HPPs) play an important role in renewable energy

generation and ensuring the stable operation of the power system. The aim of this study is to evaluate the electricity generation efficiency of hydropower plants in Uzbekistan and develop a methodology for optimizing their operating regimes by taking into account water discharge and hydraulic head conditions. The study proposes methods for calculating hydropower capacity, determining the installed capacity utilization factor, analyzing temporal variations in electricity generation, and comparing different operating regimes. Data from the SIAT database of the National Statistics Committee of Uzbekistan are intended to be used to characterize the total installed capacity of the country's hydropower plants, while plant-level technical data will be used to assess the efficiency of individual facilities. The scientific novelty of the study lies in the proposed integrated assessment approach, which combines hydrological constraints, the efficiency of hydroelectric units, and the multipurpose use of water resources under the specific conditions of Uzbekistan. Quantitative efficiency results will be determined after obtaining verified electricity generation and technical data from the relevant hydropower plants.

Keywords: hydropower plant, hydropower, energy efficiency, hydroelectric unit, water discharge, hydraulic head, optimization, Uzbekistan.

1. Kirish

Gidroenergetika suv resurslarining energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi qayta tiklanuvchi energetika texnologiyalaridan biridir. GESlarning ishlab chiqarish samaradorligi suv sarfi, sof gidravlik bosim, turbina va generatorlarning texnik holati hamda stansiyaning ish rejimiga bog‘liq. Shu sababli mavjud gidroenergetik quvvatdan samarali foydalanish energetik rejalashtirishning muhim vazifasi hisoblanadi.

O‘zbekiston energetika tizimida gidroelektr stansiyalar muhim o‘rin egallaydi. Xalqaro energetika agentligining O‘zbekiston energetika profili mamlakatning gidroenergetik salohiyati va mavjud stansiyalarning energetika tizimidagi ahamiyatini

yoritadi [1]. Milliy statistika qo‘mitasining SIAT portali esa gidroelektr stansiyalarining umumiy o‘rnatilgan quvvati bo‘yicha yillik ko‘rsatkichlarni taqdim etadi [2].

Biroq milliy miqyosdagi o‘rnatilgan quvvat ko‘rsatkichi alohida GESning real energiya ishlab chiqarishi yoki foydali ish koeffitsiyentini aniqlash uchun yetarli emas. Buning uchun suv sarfi, sof bosim, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi, agregatlarning ishlash vaqti va texnik to‘xtashlar haqidagi ma’lumotlar zarur.

Cordova va hammualliflar GESlarning real vaqt rejimidagi samaradorligini baholashda sensorlar ma’lumotlari, suv sarfi, bosim va gidroagregatlarning ishlash ko‘rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish muhimligini ko‘rsatgan [3]. Kumar va Saini gidroelektr stansiyalarida texnik xizmat ko‘rsatish va holatga asoslangan monitoring usullarini ko‘rib chiqqan [4].

Shunga asoslanib, ushbu tadqiqot O‘zbekiston GESlarining energiya ishlab chiqarish samaradorligini baholash va ish rejimlarini optimallashtirish uchun amaliy metodologiyani ishlab chiqishga yo‘naltiriladi.

2. Tadqiqot maqsadi va ilmiy vazifalari

Tadqiqotning asosiy maqsadi O‘zbekiston GESlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini baholash hamda suv resurslaridan foydalanish sharoitlarini hisobga olgan holda optimal ish rejimlarini aniqlash metodologiyasini ishlab chiqishdir.

Tadqiqot vazifalari:

O‘zbekiston GESlari bo‘yicha ochiq rasmiy energetik ma’lumotlarni tizimlashtirish.

Suv sarfi, sof gidravlik bosim va gidroagregatlar samaradorligining ishlab chiqariladigan elektr energiyasiga ta’sirini baholash.

O‘rnatilgan quvvatdan foydalanish koeffitsiyentini hisoblash.

Turli suv sarfi va bosim sharoitlarida GES ish rejimlarini taqqoslash.

Texnik cheklovlar va suvdan boshqa maqsadlarda foydalanish talablarini hisobga oluvchi optimallashtirish modelini taklif etish.

3. Tadqiqot obyekti va ma’lumotlar

Tadqiqot obyekti O‘zbekiston hududidagi gidroelektr stansiyalarning energetik faoliyati hisoblanadi. Dastlabki tahlil mamlakat bo‘yicha umumiy statistik ko‘rsatkichlardan boshlanadi. Keyingi bosqichda stansiya darajasidagi ma’lumotlari mavjud bo‘lgan bir yoki bir nechta GES tanlanadi.

Ma’lumot manbalari sifatida quyidagilardan foydalaniladi:

O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasining SIAT rasmiy statistik portali;

O‘zbekiston energetika va gidroenergetika tashkilotlarining ochiq hisobotlari;

Xalqaro energetika agentligining O‘zbekiston energetika profili;

GESlar samaradorligi, texnik monitoring va optimal boshqaruvga oid ilmiy maqolalar.

Tadqiqot bazasiga quyidagi ko‘rsatkichlarni kiritish maqsadga muvofiq:

Ko‘rsatkich	elgi	irlik
O‘rnatilgan quvvat	P_{inst}	W
Haqiqiy ishlab chiqarilgan energiya	E	Wh
Turbina orqali o‘tuvchi suv sarfi	Q	³/s
Sof gidravlik bosim	H	
Ishlash vaqti	T	oat
Umumiy samaradorlik	η	lush
Rejadan tashqari to‘xtash vaqti	T_{out}	oat

Ma’lumotlar kunlik yoki oylik davriylikda olinishi mumkin. Har bir qiymat uchun manba, kuzatuv davri, o‘lchov birligi va ma’lumotning ishonchliligi qayd etiladi.

4. Tadqiqot metodologiyasi

4.1. Gidroenergetik quvvatni aniqlash

GESning nazariy gidravlik quvvati quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

Bu yerda P- elektr quvvati, ρ- suv zichligi, g – erkin tushish tezlanishi, Q- turbina orqali o‘tadigan suv sarfi, H – sof gidravlik bosim va η— umumiy samaradorlik.

Agar quvvat MW da hisoblanadigan bo‘lsa:

Ushbu formula suv sarfi m³/s, sof bosim metrda va samaradorlik ulush ko‘rinishida berilganda qo‘llanadi. Sof bosim umumiy to‘g‘on balandligi bilan tenglashtirilmaydi; u tegishli suv sathlari va gidravlik yo‘qotishlar asosida aniqlanadi.

4.2. Quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti

GESning o‘rnatilgan quvvatidan foydalanish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

Bu yerda E - tanlangan davrda ishlab chiqarilgan elektr energiyasi, P_{inst} - o‘rnatilgan quvvat, T- shu davrning umumiy soatlari.

Ushbu ko‘rsatkich stansiyaning o‘rnatilgan quvvatidan qanchalik foydalanilganini tavsiflaydi. Biroq u turbina yoki generatorning bevosita foydali ish koeffitsiyentiga teng emas.

4.3. Ish rejimlarini optimallashtirish

Optimallashtirish modelining maqsad funksiyasi tanlangan davrda elektr energiyasi ishlab chiqarishni maksimal darajaga yetkazishdan iborat:

Quvvat har bir vaqt oralig‘ida quyidagi cheklovlar asosida hisoblanadi:

Asosiy cheklovlar:

turbina suv sarfining minimal va maksimal qiymatlari;

gidroagregatlarning o‘rnatilgan quvvati;

suv omborining ruxsat etilgan sathlari;

sug‘orish va boshqa majburiy suv chiqarish talablari;

ekologik oqim talablari;

gidroagregatlarning texnik ishlash chegaralari.

Ushbu model stansiya ma’lumotlari bilan kalibrlangandan so‘ng bazaviy va optimallashtirilgan ish rejimlarini taqqoslash imkonini beradi.

5. Natijalar va muhokama

O‘zbekiston Milliy statistika qo‘mitasining SIAT ma’lumotlarida gidroelektr stansiyalarining umumiy o‘rnatilgan quvvati uchun yillik ko‘rsatkichlar keltirilgan [2]. Ushbu ma’lumotlar milliy energetika kontekstini tavsiflash va quvvatning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini ko‘rsatish uchun ishlatilishi mumkin.

Biroq milliy statistik quvvat qiymatlarini alohida GESlarning real ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari sifatida talqin qilish mumkin emas. Shuningdek, faqat o‘rnatilgan quvvat asosida samaradorlikning oshgani yoki kamayganini xulosa qilish noto‘g‘ri bo‘ladi.

Tadqiqotning empirik bosqichida quyidagi natijalar aniqlanishi kerak:

GESning haqiqiy va nazariy quvvati o‘rtasidagi farq;

suv sarfi va sof bosimning energiya ishlab chiqarishga ta’siri;

o‘rnatilgan quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti;

optimallashtirish natijasida ishlab chiqarilishi mumkin bo‘lgan qo‘shimcha energiya;

texnik va gidrologik cheklovlarning natijalarga ta’siri.

Muhim metodologik shart: hozircha O‘zbekistonning muayyan GESlari uchun oylik suv sarfi, bosim va energiya ishlab chiqarish ma’lumotlari birgalikda tekshirilmaganligi sababli ushbu maqolada sun’iy sonli natijalar keltirilmaydi. Empirik natijalar faqat tegishli rasmiy ma’lumotlar asosida hisoblanishi lozim.

6. Ilmiy yangilik

Tadqiqotning taklif etilayotgan ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

GESlarning energiya ishlab chiqarish samaradorligini baholashda gidrologik, texnik va energetik ko‘rsatkichlarni birlashtiruvchi metodologiyani O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish.

Suv sarfi va sof gidravlik bosimning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisobga oluvchi ish rejimini optimallashtirish modelini ishlab chiqish.

Nazariy quvvat, real energiya ishlab chiqarish va o‘rnatilgan quvvatdan foydalanish koeffitsiyentini alohida baholash orqali samaradorlikni aniqroq talqin qilish.

Bu bandlar hozircha tadqiqotning rejalashtirilgan ilmiy hissasini ifodalaydi. Ularning yangiligi mavjud adabiyotlar va O‘zbekiston bo‘yicha avvalgi tadqiqotlar bilan batafsil taqqoslash orqali tasdiqlanishi kerak.

7. Xulosa

O‘zbekiston GESlarida elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini baholash uchun suv sarfi, sof gidravlik bosim, gidroagregatlarning samaradorligi va stansiyaning real ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish zarur.

Taklif etilgan metodologiya GESlarning nazariy energetik imkoniyatlarini amaliy ish sharoitlari bilan taqqoslash, quvvatdan foydalanish koeffitsiyentini aniqlash va optimal ish rejimlarini ishlab chiqishga yordam beradi. Suv resurslaridan ko‘p maqsadli foydalanish sharoitida energetik optimallashtirish sug‘orish, ekologik oqim va boshqa majburiy talablarni ham hisobga olishi lozim.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun muayyan GESning oylik yoki kunlik texnik ma’lumotlarini yig‘ish, modelni haqiqiy ishlab chiqarish qiymatlari bilan tekshirish va optimallashtirish natijalarining iqtisodiy samaradorligini aniqlash tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. International Energy Agency. *Uzbekistan Energy Profile: Energy Security*. https://www.iea.org/reports/uzbekistan-energy-profile/energy-security

2. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. *Total installed capacity of hydroelectric power plants*. SIAT. https://siat.stat.uz/data/380/?lang=en
3. Cordova, M. M., Finardi, E. C., Ribas, F. A. C., de Matos, V. L., & Scuzziato, M. R. (2015). Performance evaluation and energy production optimization in the real-time operation of hydropower plants. *Electric Power Systems Research, 116*, 201–207. https://doi.org/10.1016/j.epsr.2014.06.012
4. Kumar, K., & Saini, R. (2022). A review on operation and maintenance of hydropower plants. *Sustainable Energy Technologies and Assessments, 49*, 101704. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101704
5. Hoes, O. A. C., Meijer, L. J. J., van der Ent, R. J., & van de Giesen, N. C. (2017). Systematic high-resolution assessment of global hydropower potential. *PLOS ONE, 12*(2), e0171844. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171844.
1. Samiyev, L., Ulashov, Q. Shoymurodov ,Sh. Xidirov, F.Chimqo’rg’on suv omborida Tuproqli to‘g‘onlarda filtratsiya jarayonlari, DOI: 10.32743/UniTech.2025.139.10.21102
2. Raxmatov, N., Shoymurodov, Sh., & Xidirov, F. (2026). CHIMQO'RG'ON SUV OMBORI DRENAJLARIDA TADQIQOTLAR OLIB BORISH. Educational research in universal sciences, 5(11), 37–42.https://doi.org/10.5281/zenodo.20319687
3. .Muratov.O.A, Xidirov.F.A, Shoymurodov.Sh.Sh, SUV OMBORI DRENAJLARIDA DALA TADQIQOTLARI “ Scientific and Practical Solutions for Sustainable Development Based on Interdisciplinary Research and Innovative Approaches Conference, 2025, London – Toshkent.