

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14499332>

ELEKTR ENERGETIKA TIZIMIDA GES REJIMINING XUSUSIYATLARI

H.Sh.Ne'matjonov, A.X.Eraliyev

Farg'ona politexnika instituti

E-mail: h.nematjonov@ferpi.uz

Annotatsiya. *Gidroelektr stansiyalar (GES) O'zbekiston energetika tizimida muhim rol o'ynaydi. Ushbu maqola GES rejimlarining samaradorligini oshirish uchun boshqaruv strategiyalarini tahlil qiladi. Tadqiqot GES faoliyatining asosiy omillarini aniqlash va ularni rivojlantirish bo'yicha tavsiyalar berishni maqsad qiladi. GES rejimlarining ekologik, iqtisodiy va texnik jihatlari hamda zamonaviy boshqaruv texnologiyalari muhokama qilinadi.*

Kalit so'zlar: *gidroelektr stansiyalar, rejim boshqaruvi, suv resurslari, ekologik samaradorlik, O'zbekiston energetika tizimi.*

Аннотация. *Гидроэлектростанции (ГЭС) играют важную роль в энергетической системе Узбекистана. В данной статье анализируются стратегии управления для повышения эффективности режимов работы ГЭС. Исследование направлено на выявление ключевых факторов деятельности ГЭС и разработку рекомендаций по их улучшению. Обсуждаются экологические, экономические и технические аспекты работы ГЭС, а также современные технологии управления.*

Ключевые слова: *гидроэлектростанции, управление режимами, водные ресурсы, экологическая эффективность, энергетическая система Узбекистана.*

Annotation. *Hydroelectric power plants (HPPs) play a significant role in Uzbekistan's energy system. This article analyzes management strategies to improve the efficiency of HPP operating modes. The study aims to identify the key factors influencing HPP performance and provide recommendations for their development. The ecological, economic, and technical aspects of HPPs, as well as modern management technologies, are discussed.*

Keywords: *hydroelectric power plants, regime management, water resources, ecological efficiency, Uzbekistan energy system.*

Kirish. Elektr energetika tizimi har qanday davlat iqtisodiyotining asosiy tayanch sohalaridan biri bo‘lib, uning barqaror va samarali ishlashi sanoat, qishloq xo‘jaligi, xizmat ko‘rsatish sektori hamda aholi turmush tarzining yaxshilanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tizimda gidroelektr stansiyalarining (GES) o‘rni alohida ahamiyatga ega, chunki ular qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlab chiqariladigan elektr energiyasi bilan tizimni barqaror ta‘minlashga xizmat qiladi [1]. GESlarning asosiy afzalligi — ularning ekologik toza, iqtisodiy jihatdan tejamkor va uzoq muddatli ekspluatatsiyaga mo‘ljallanganligi bilan bog‘liq.

Elektr energetika tizimi har qanday davlat iqtisodiyotining asosiy tayanch sohalaridan biri bo‘lib, uning barqaror va samarali ishlashi sanoat, qishloq xo‘jaligi, xizmat ko‘rsatish sektori hamda aholi turmush tarzining yaxshilanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Gidroelektr stansiyalar (GES) qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslanganligi sababli ushbu tizimda alohida o‘rin tutadi [1]. Ularning ekologik tozaligi, iqtisodiy tejamkorligi va uzoq muddatli foydalanish imkoniyati energiya manbalarini diversifikatsiya qilishga xizmat qiladi.

GESlar O‘zbekiston uchun nafaqat energiya ta‘minotida muhim manba, balki ekologik xavfsizlikka xizmat qiluvchi vosita sifatida ham katta ahamiyatga ega. Mamlakatning tabiiy suv resurslari gidroenergetika sohasini rivojlantirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Shu bilan birga, gidroelektr stansiyalarni samarali boshqarish masalalari suv resurslarini oqilona taqsimlash, texnologiyalarni modernizatsiya qilish va ekologik xavfsizlikni ta‘minlash zaruriyatini keltirib chiqaradi [1].

GESlarning ahamiyati faqat iqtisodiy samaradorlik bilan cheklanmaydi. Ularning mavjudligi iqlim o‘zgarishlariga moslashish jarayonida O‘zbekistonning barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi. Shu sababli, mazkur tadqiqot O‘zbekiston energetika strategiyasida gidroenergetik salohiyatni rivojlantirishga qaratilgan muhim yondashuvlarni shakllantirishni maqsad qilgan [2].

Metodologiya. GES rejimlarini tahlil qilishda suv omborlari va suv oqimi o‘rtasidagi bog‘liqlik, shuningdek, mavsumiy va yillik rejimlarni boshqarish usullari o‘rganildi. Quyidagi asosiy metodologik yondashuvlar qo‘llanildi:

Suv oqimini boshqarish: Gidrotexnik inshootlar va suv resurslarini boshqarish bo‘yicha mavjud amaliyotlar o‘rganildi. Suv resurslarini mavsumiy va yillik rostdash orqali GES samaradorligini oshirish usullari tahlil qilindi. Bunga ko‘ra

Gidroelektrostansiya oqimini rostdash darajasi suv omborining hajmi va daryo oqimi miqdori nisbatidan hisob yili uchun aniqlanadi.

$$\beta = \frac{V}{W}, \beta = 0,05 \dots 0,5. \quad (1)$$

Oqimni rostdash darajasiga ko'ra, suv omborlari quyidagicha bo'ladi: rostdanmaydigan, sutkalik (s.r), haftalik (h.r), mavsumiy (mav.r), yillik (y.r) va ko'p yillik (k.r) [2].

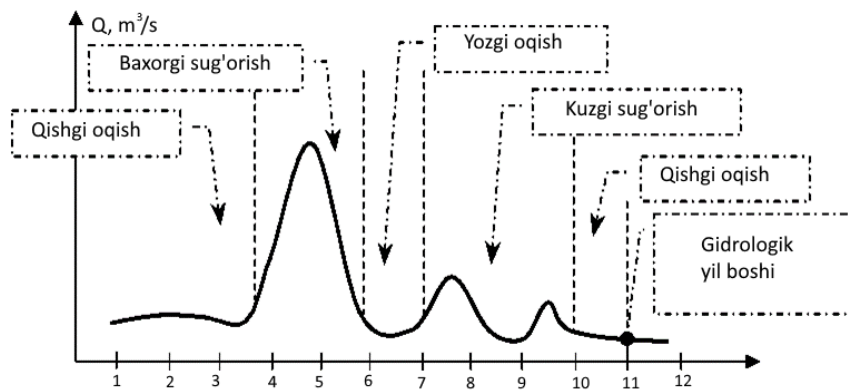
Sutkalik rostdash uchun W oqim tegishli hisobli suvi kam kuniga to'g'ri keladi. Mavsumiy uchun - hisobiy yilning kam suvli, yillik - o'rtacha suvli, uzoq muddatli - kam suvli yillar davri (5...10 yil) hisoblanadi.

Ba'zan, GESning balansga doir muammolari suvning yillik oqimini rostdash orqali hal qilinadi. Suv omborining butun hajmidagi oqimni yillik rostdash turli stansiyalar uchun 10 ... 30% va daryoning o'rtacha ko'p yillik oqimi $\beta = 0,1...0,3$ ni tashkil qiladi. Shunday qilib, suv omborining hajmi

$$V = V_{sutka} + V_{hafta} + V_{yil} \quad (2)$$

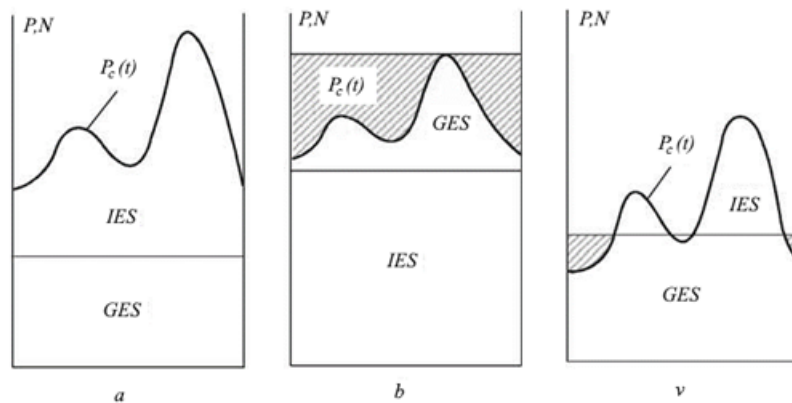
GES energetika va suv ho'jaligini boshqarish xususiyatiga ega bo'lgan ob'ekt sifatida qarash mumkin. GESning katta qismi kompleks maqsadli bo'laklardan iborat.

Gidro elektr stansiyalarni boshqarishda operatsion vazifalar ikki guruhga bo'linadi [3]. Birinchisi, uzoq muddatli rejimlarni boshqarish. Har bir gidro elektr stansiya suvning mavjudligi sharoiti va oqimni rostdanishiga muvofiq, tizimning energetik balansida turlicha ishtirok etadi. Deyarli barcha gidro elektr stansiyalar yilning turli kalendar davriga muvofiq turlicha ishlaydi (1-rasm).



1-rasm. Daryoning umumiy gidrografi va oqimni suv omborida rostdash imkoni

2. Oqimni rostdash darajasi: Suv omborlarining sutkalik, mavsumiy va yillik rostdash imkoniyatlari tahlil qilinib, ularning energetika tizimiga ta'siri o'rganildi [3]. Bunday gidro elektr stansiyalar $QBS = \text{const}$ belgisida suv oqimi rejimida ishlaydi. Ularning quvvati maishiy iste'moli bilan belgilanadi. Ular sutkali yuklamalar grafingining asosiy qismida faoliyat yuritib (2-rasm), tig'iz qismida ishlashda suvning ortiqcha quruq oqishi aniqligi va o'zini oqlamaydigan energiya yo'qotishlari yazaga keladi (2-rasmdagi kesmali maydon) [4].

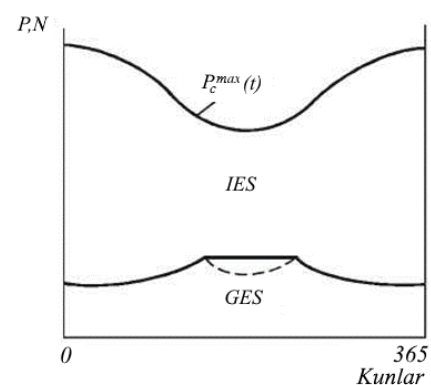


2-rasm. Suvning turlicha sharoitida rostlanmaydigan GES ning ishlashi;
a) yuklamalar grafigining asosiy qismi; b) yuklamalar grafigining tig'iz qismi; v) tashlamalarni xisobga olgandagi yuklamalar grafigining asosiy qismi;

Demak, rostlanmaydigan GES daryoning tabiiy oqimidan foydalangan xolda quvvatni va zaruriy rejimni rostlay olmaydi. U doimo yuklamalar grafigining asosiy qismida ishlab, bunda daryo oqimi to'liq ishlatiladi. Uning ishchi quvvati rostlanmaydi, stansiyada zaxira mavjud emas, oqimning o'zgarishi ishchi quvvatni o'zgartiradi (3-rasm) [4].

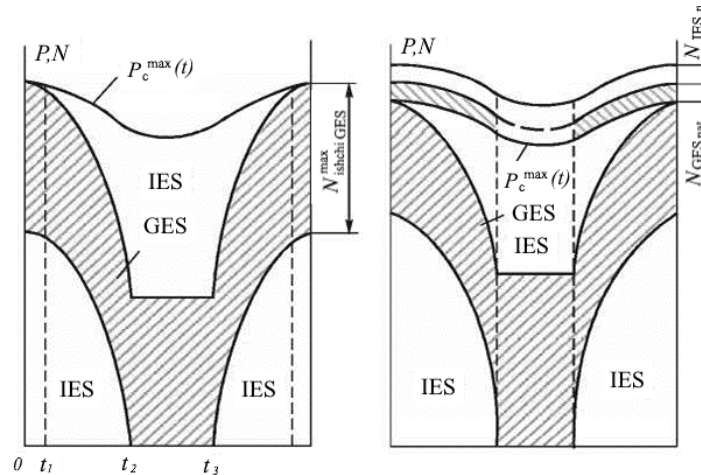
Sutkali rostlanadigan GESda sutkali oqim, elektr energiyasi ishlab chiqarish va quvvat grafigi o'rtasida qat'iy bog'liqlik mavjud. GESning sutkali suv oqimi to'liq ishlatilganligini tizimning yuklamalar grafigidan aniqlash muxim. Sutkali rostlanadigan GES suv omborining kam suvli sutkasiga mos xolda tanlanganligi sababli, suv oqimining ortishi bilan GES ishlab chiqarishi ortib stansiya yarim tig'izli qismdan, keyin esa tizimning yuklama grafigining asosiy qismiga o'tadi [1].

Energiya tizimining ishchi quvvati yillik balansda (4-rasm, a) 0 dan t_1 gacha va t_4 dan yil oxirigacha bo'lgan davrlar, GESning eng kam suvli davrlariga to'g'ri kelib, rasmda ko'rinib turibdiki, sutkali yuklama grafigining eng tig'iz qismida ishlaydi. t_1 dan t_2 gacha bo'lgan vaqt davomida va t_3 dan t_4 gacha, daryodagi maishiy sarflar oldingi holatidan bir oz yuqori bo'lsa, oldingi xolatiga ko'ra, GES sutkali oraliq xolatida o'z navbatida tizimning yillik yuklamalar grafigida ham o'rin tutadi. Nihoyat, suv toshqini davrida (t_2 momentidan t_3 momentgacha) GES grafikning asosiy qismida joylashadi va rostlanmay ishlaydi. Agar bu xolatda tayziqqa mos bog'lovchi qubbat bo'lmasa, u xolda ishchi quvvat o'rnatilganiga teng bo'ladi [4].



3-rasm. Rostlanmaydigan GES ning yillik ishlash rejimi

Sutkalik rostlanadigan gidroelektrostansiya yuqori sifatli manevrliligi tufayli, yuklama zaxirasi sifatida yaxshi qo'llaniladi. Suv toshqini paytida bo'sh tushuvlarni kamaytirish uchun tabiiy ravishda yuklama zahirasi ishchi quvvat sifatida ishlatiladi va bunda GES rostlanmay ishlaydi va yuklamali zahira IESga o'tkaziladi (4-rasm, b).



4-rasm. Sutkali rostlanadigan GESning yillik ishchi rejimi

Suv omborining sutkali rostlash nisbatan katta emas, avariya (yuklamani "olish" zaxiradan tashqari) yoki ta'mirlash zaxirasini ta'minlash uchun alohida hajmni ajratishni imkoni yo'q [5]. Shu jihatdan sutkali rostlanadigan GES rostlanmaydigan GESdan farq qilmaydi. O'rnini bosuvchi mavsumiy quvvatning mavjudligi, yuqorida aytib o'tilganidek, stansiyaning avariya yoki ta'mirlash zaxirasini ta'minlash imkonini beradi [6].

GESning yillik rostllanishi. Hidro elektr stansiyasining suv omborida yillik rostllanuchi tizim talablariga muvofiq ishlab chiqarilgan energiyani taqsimlash imkonini beradi. Ko'pgina gidro elektr stansiyalar uchun xos bo'lgan yillik oqimni rostlashga solishga alohida to'xtalib o'tamiz.

Elektr energiyasi ishlab chiqarish yillik davr mobaynida $\Xi = \Xi_{maysh}$ foydalanilgan maishiy ta'minotga to'g'ri keladi. Stansiyaning quvvati yillik, haftalik va kunlik davrlar uchun maishiy elektr energiyasini ishlab chiqarishni rostlash hisobiga ortadi, ya'ni.

$$N = N_{maish} + \Delta N_{yil} + \Delta N_{hafta} + \Delta N_{sutka} \quad (3)$$

Yillik oqimni rostlash katta suv omborini, qimmatbaho gidrotexnik inshootlarni talab qiladi va stansiyaning loyihalashda iqtisodiy hisob-kitoblar bilan tanlanadi [4]. Mavsumiy oqimni rostlash bilan, bo'sh tushuvlar hajmi ortadi. 4-rasmda mavsumiy va yillik oqimni rostlash grafiklari ko'rsatilgan.

Natijalar. Tadqiqot davomida quyidagi asosiy natijalar aniqlandi:

1. GES samaradorligi: Suv oqimining mavsumiy va yillik boshqaruvi gidrotexnik

inshootlarning iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Mavsumiy rejimlarda suv omborlarining hajmi va suv oqimi o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi grafikda tasvirlangan

2. Raqamli boshqaruv texnologiyalari: Monitoring tizimlarini joriy etish orqali GES samaradorligi va xavfsizligi yaxshilandi. Grafik tahlillar real vaqt rejimida monitoring tizimlarining samaradorligini oshirishini ko'rsatadi.

3. Ekologik ta'sir: GES faoliyati atrof-muhitga zarar yetkazmaydi, bu esa O'zbekistonning iqlim o'zgarishlariga qarshi kurashdagi hissasini oshiradi. GES rejimlarini boshqarishning samarali usullarini ishlab chiqish suv resurslarini optimal taqsimlash imkonini beradi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, gidrotexnik inshootlarning ishlash muddati va samaradorligi bevosita suv resurslarini boshqarish strategiyasiga bog'liq.

Muhokama. GES rejimlarini boshqarishda quyidagi omillar muhim ahamiyatga ega: Suv resurslarining mavsumiyligi: Suvning mavjudligi mavsumiy omillarga bog'liq bo'lib, bu GES ish samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Mavsumiy rejimlar gidrologik sharoitlarga mos ravishda moslashtirilishi kerak.

GES va boshqa energiya manbalari integratsiyasi: Elektr energiyasi ishlab chiqarishda GESning boshqa manbalar bilan muvofiqligi muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonda yuklamalarni optimal taqsimlash alohida o'rin tutadi.

Raqamli texnologiyalar: Raqamli monitoring va boshqaruv texnologiyalari yordamida suv va energetika resurslarini samarali boshqarish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, sun'iy intellekt yordamida rejimlarni avtomatlashtirish istiqbolli yondashuv hisoblanadi. GES rejimlarini boshqarish bo'yicha innovatsion yondashuvlar iqtisodiy samaradorlikni oshirish va resurslardan oqilona foydalanishni ta'minlashga xizmat qiladi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot gidroelektr stansiyalarning O'zbekiston energetika tizimidagi o'rni va ahamiyatini yoritdi. GES rejimlarini samarali boshqarish bo'yicha quyidagi xulosalar qilindi:

1. Suv resurslaridan oqilona foydalanish GES samaradorligini oshiradi.
2. Raqamli monitoring tizimlarini joriy etish GESlarning texnik va iqtisodiy imkoniyatlarini kengaytiradi.
3. GES rejimlarining ekologik afzalliklari ularni global iqlim o'zgarishlariga moslashish jarayonida muhim vosita sifatida qaralishini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. I.M. Safarov, Gidroelektr stansiyalarda suv resurslaridan samarali foydalanishning muhim jihatlari, O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy jurnali, 2020.
2. A.T. Akbarov, Gidroenergetik tizimlar boshqaruv texnologiyalarining innovatsion usullari, Energetika va muhandislik tadqiqotlari jurnali, 2022.
3. R. K. Usmonov, O'zbekiston gidroenergetika salohiyatini rivojlantirishning ekologik jihatlari, "Yosh olimlar" xalqaro ilmiy konferensiyasi materiallari, 2021.
4. N.X. Toshmatov, Gidroelektr stansiyalarni modernizatsiya qilish orqali elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, O'zbekiston Energetika Akademiyasining ilmiy nashrlari, 2023.
5. S.Sh. Karimov, Gidroenergetika tizimlarining zamonaviy texnik tahlil usullari, Osiyo texnologik rivojlanish jurnali, 2019.
6. Abdullaev A., Nematjonov H., Ibrokhimov I. Определение коэффициента несимметрии в электрических сетях //universium doi-10.32743/UniTech. – 2022. – Т. 12.
7. Холиддинов И. Х., Немаматжонов Х., Комолддинов С. Моделирование коэффициента несимметрии и потерь мощности в электрических сетях 0,4 кВ //Известия. – 2021. – Т. 2. – С. 255.
8. Eraliyev A. X. et al. Elektr ta'minoti tizimida yuzaga kelgandigan asinxron rejimni oqibatlari va bartaraf etish choralari //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 16. – С. 524-528.
9. Zokirjonovich Z. I. et al. Using devices to eliminate unsymmetry in electrical networks and achieve energy saving. – 2023.