



**O‘ZBEKISTONDA YANGI AVLOD SHAMOL ELEKTR
STANSIYALARNI AVTOMATLASHTIRISHDA HOZIRGI HOLAT,
MUAMMOLAR, ISTIQBOLLAR VA INNOVATSION YONDASHUVLAR**

Samad Nimatov

*t.f.d dotsent Toshkent davlat texnika universiteti, Elektr texnikasi kafedrası
dotsenti*

Abraev Tursunpolat Azamat o‘g‘li

Toshkent davlat texnika universiteti doktorantura talabasi

E-mail: abraevtursunpulat@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada ShES (Shamol Elektr Stansiyalari) tizimlarini avtomatlashtirish bo‘yicha ilg‘or texnologiyalar va innovatsion yondashuvlar ko‘rib chiqilgan. Xususan, avtomatik boshqaruv tizimlarining ishlash printsiplari, raqamli monitoring vositalari va ularning samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: ShES, avtomatlashtirish, SCADA, monitoring, boshqaruv tizimi, energiya samaradorligi.

Аннотация: В статье рассматриваются современные методы автоматизации ветроэлектростанций (ШЭС), включая цифровые системы управления и мониторинга, а также анализируется их эффективность и вклад в повышение энергетической устойчивости.

Ключевые слова: ШЭС, автоматизация, SCADA, мониторинг, система управления, энергетическая эффективность.

Abstract: The article discusses modern automation methods for wind power stations (WPS), including digital control and monitoring systems. It analyzes their effectiveness and contribution to improving energy efficiency and system stability.



Keywords: WPS, automation, SCADA, monitoring, control system, energy efficiency.

Kirish

O'zbekiston Respublikasi energetika siyosati so'nggi yillarda keskin o'zgarishlarga yuz tutmoqda. Energetika sohasini diversifikatsiya qilish, xususan qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylangan. Shu maqsadda quyosh va shamol energetikasi bo'yicha yirik loyihalar yo'lga qo'yildi. Ayniqsa, shamol elektr stansiyalarining (ShES) barpo etilishi va ularni avtomatlashtirish orqali samarali boshqarish dolzarb masalaga aylandi. Energetika tizimlarining zamonaviylashuvi, ularning barqarorligi va samaradorligini oshirish uchun ShES (Shamol Elektr Stansiyalari)ni avtomatlashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Avtomatlashtirish orqali inson omiliga bog'liqlik kamayib, tizimning ishonchliligi va energiya tejamkorligi oshadi .

Shamol energetikasi taraqqiyoti

Bugungi kunda O'zbekistonda yurtboshimiz Sh.Mirziyoyev tashabbuslari bilan bir nechta yirik shamol elektr stansiyalari qurilmoqda yoki foydalanishga topshirilgan: 1.Zarafshon Shamol Elektr Stansiyasi (500 MVt) – Saudiya Arabistonining ACWA Power kompaniyasi tomonidan barpo etilmoqda. 2.Qorao'zak Shamol Parki (Qoraqalpog'iston Respublikasi) – 100 MVt quvvatga ega bo'lgan dastlabki bosqichi amalga oshirilgan. 3.Beruniy Shamol Loyihasi – istiqboldagi strategik loyihalardan biri sifatida rejalashtirilgan.

Davlat tomonidan 2030-yilgacha umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish tarkibida qayta tiklanuvchi energiya ulushini 25–30 foizgacha yetkazish ko'zda tutilgan.



Avtomatlashtirish zarurati

Ushbu ShESlarda shamol tezligining o'zgarishi, turbina holati, energiya ishlab chiqarish darajasi doimiy monitoring talab qiladi. Bu maqsadda SCADA tizimlari, sensorli texnologiyalar va aqlli boshqaruv modullari joriy etilmoqda. ShESlarda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (ABT) quyidagi asosiy maqsadlarni ko'zlaydi: 1. Turbinaning harakatini optimallashtirish (shamol tezligi va yo'nalishini doimiy monitoring qilish)[1]. 2. Elektr energiyasi ishlab chiqarishni maksimal darajada oshirish. 3. Favqulodda vaziyatlarni (avariya, shamol kuchayishi) tez aniqlash va oldini olish. 4. SCADA tizimlari orqali masofaviy monitoring va boshqaruvni ta'minlash. 5. Tizim ishonchliligini va xavfsizligini oshirish.

Zamonaviy SHES larda tez-tez o'zgaruvchan muhitdagi parametrlarni avtomatlashtirishda quyidagi model, ya'ni: kuchlanish yoki reaktiv quvvatdagi o'zgarishlarga avtomatik tarzda moslashish tarzida modellash qo'llaniladi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d (de(t)/dt)$$

Bu yerda:

$u(t)$ — boshqaruv signali,

$e(t)$ — xatolik (setpoint - actual value),

K_p, K_i, K_d — tegishli PID koeffitsientlaridir.

Avtomatik boshqaruv arxitekturas

ShESda avtomatlashtirilgan tizimlar asosan quyidagilardan iborat: 1. Datchiklar va o'lchov qurilmalari – bosim, daraja, oqim tezligini aniqlaydi. Masalan, IoT sensorlar 2. PLC (Programmable Logic Controller) – signalni qayta



ishlaydi va mos boshqaruv signalini ishlab chiqadi [2]. 3. SCADA tizimi – ma'lumotlarni vizual tarzda aks ettiradi va tahlil qiladi [3]. 4. IEC 61400-25 standarti 5. Operator paneli – inson-mashina interfeysi. 6. Sun'iy intellekt va Data Analitika

Mavjud muammolar va amaliy yutuqlar

Texnik muammolar: 1. SCADA tizimlarining ba'zi holatlarda milliy elektr tarmog'i bilan moslashmasligi. 2. Og'ir iqlim sharoitlariga bardoshlilik masalalari. 3. Elektr tarmog'idagi avariyaaviy holatlarni yetarli darajada tez aniqlamaslik. 4. IEC 61400-25 standarti ichida kiberxavfsizlik qatlaminig yo'qligi.

Kiberxavfsizlik xavf-xatarlar: Shamol stansiyalarining SCADA tizimlari kiber hujumlarga ochiq bo'lib qolmoqda. IEC 62443 kabi sanoat xavfsizligi standartlariga to'liq moslash zarur.

Iqtisodiy va huquqiy cheklovlar: 1. Texnologik avtomatlashtirish uskunalarining yuqori import narxlari. 2. Mahalliy ishlab chiqaruvchilar bazasining cheklanganligi.

Yutuqlar: 1. Har bir turbina alohida monitoring ostida. 2. Prognozlash asosida energiya ishlab chiqarishni oldindan rejalashtirish. 3. Real vaqt rejimidagi boshqaruv imkoniyatlari. 4. Masofaviy servis va texnik xizmat tizimlari.

Zarafshon ShES tajribasi

Zarafshon loyihasi doirasida: 1. SCADA tizimi IEC 61400-25 asosida qurilgan. 2. MMS protokoli orqali ma'lumotlar almashinadi.

Turbinadan quyidagi parametrlar uzatiladi: 1. Shamol tezligi 2. Parrak aylanish tezligi 3. Generator harorati 3. Sovutish tizimlari holati 4. Elektr energiyasi chiqishi



Takliflar va istiqbollar: 1.Mahalliy SCADA va monitoring platformalarini ishlab chiqish. 2. IEC 61400-25 va IEC 62443 standartlariga moslashtirilgan milliy sertifikatlash tizimini yaratish. 3.Sun'iy intellekt va mashinali o'rganish asosida real vaqt optimallashtirish algoritmlarini tatbiq etish.

Amaliy natijalar: 1.Avtomatlashtirish orqali energiya samaradorligi: Turbinalarning optimal rejimda ishlashi ta'minlanadi. Avtomatik rejimda energiyani tejovchi algoritmlar (masalan, PID va MPC) qo'llaniladi. 2.Avariya holatlari soni va ularning ta'siri kamayadi.

Xulosa

ShESni avtomatlashtirish – bu zamonaviy energiya tizimlarining ajralmas qismi bo'lib, u barqarorlik, xavfsizlik va samaradorlikni oshirishda muhim rol o'ynaydi. Ilg'or boshqaruv vositalari va raqamli monitoring orqali ShESlar yangi avlod talablariga moslashtirilmoqda. Uzoq muddatli istiqbolda mahalliyashtirilgan texnologiyalar va xavfsiz boshqaruv tizimlari O'zbekistonning energetika mustaqilligini mustahkamlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Rajput, R.K. (2007). Power Plant Engineering.
2. Bolton, W. (2015). Programmable Logic Controllers.
3. Kundur, P. (1994). Power System Stability and Control.