

## GIBRID QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA TIZIMLARIDA ENERGIYA OQIMLARINI BOSHQARISHNING INTELLEKTUAL ALGORITMLARINI TAKOMILLASHTIRISH

**Soliyev Raxmatillox Mashrabjon og‘li**

Andijon davlat texnika instituti

Qurilish muhandisligi va elektroenergetika fakulteti

Energiya tejamkorligi va energoaudit yo‘nalishi talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20551618>

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada gibrid qayta tiklanuvchi energiya tizimlarida energiya oqimlarini boshqarishning intellektual algoritmlarini takomillashtirish masalalari tahlil qilingan. Shamol va quyosh energiyasiga asoslangan gibrid tizimlarda energiya ishlab chiqarishning o‘zgaruvchanligi energiya oqimlarini samarali boshqarishni talab etadi. Tadqiqotda sun‘iy intellekt, mashinali o‘qitish, noaniq mantiq (Fuzzy Logic) va sun‘iy neyron tarmoqlarga asoslangan boshqaruv algoritmlarining imkoniyatlari o‘rganilgan. Energiya oqimlarini optimallashtirish orqali tizimning umumiy samaradorligini oshirish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va elektr ta‘minoti ishonchliligini yaxshilash yo‘llari ko‘rsatib berilgan. Tadqiqot natijalari intellektual boshqaruv algoritmlarining gibrid energiya tizimlarida muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar:** gibrid energiya tizimi, energiya oqimi, sun‘iy intellekt, noaniq mantiq, neyron tarmoqlar, energiya boshqaruvi, qayta tiklanuvchi energiya, optimallashtirish.

### **Kirish**

Dunyo energetika sektorida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish sur‘atlari jadal oshib bormoqda. Iqlim o‘zgarishi, uglerod chiqindilarini kamaytirish zarurati hamda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortishi shamol va quyosh energiyasi kabi ekologik toza manbalarning ahamiyatini yanada kuchaytirmoqda [1]. Biroq ushbu energiya manbalari tabiiy omillarga bog‘liq bo‘lib, energiya ishlab chiqarish hajmi vaqt davomida sezilarli darajada o‘zgarib turadi [2].

Shamol va quyosh energiyasining birlashtirilishi asosida tashkil etilgan gibrid energiya tizimlari energiya ishlab chiqarishdagi uzilishlarni kamaytirish va energiya ta‘minoti barqarorligini oshirish imkonini beradi [3]. Shu bilan birga, energiya ishlab chiqarish va iste‘mol qilish jarayonlari o‘rtasidagi muvozanatni ta‘minlash murakkab boshqaruv masalalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, energiya saqlash qurilmalari, elektr yuklamalari va tarmoq bilan bog‘liq jarayonlarni muvofiqlashtirish samarali energiya boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqishni talab qiladi [4].

So‘nggi yillarda sun‘iy intellekt texnologiyalari energetika tizimlarini boshqarishda keng qo‘llanilmoqda. Intellektual algoritmlar real vaqt rejimida katta hajmdagi ma‘lumotlarni qayta ishlash, energiya ishlab chiqarishni prognozlash va optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatini yaratmoqda [5].

### **Gibrid energiya tizimlarida energiya oqimlarini boshqarishning ahamiyati**

Gibrid qayta tiklanuvchi energiya tizimlarida energiya oqimlarini boshqarishning asosiy maqsadi ishlab chiqarilayotgan energiya, saqlanayotgan energiya va iste‘mol qilinayotgan energiya o‘rtasidagi muvozanatni ta‘minlashdan iborat.

Energiya oqimlarini boshqarish quyidagi vazifalarni o‘z ichiga oladi:

- energiya ishlab chiqarishni monitoring qilish;
- energiya iste‘molini prognozlash;

- akkumulyatorlar zaryadlanishini boshqarish;
- ortiqcha energiyani tarmoqqa uzatish;
- energiya yo‘qotishlarini minimallashtirish;
- elektr ta‘minoti barqarorligini ta‘minlash.

An’anaviy boshqaruv usullari o‘zgaruvchan ob-havo sharoitlarida har doim ham yuqori samaradorlikni ta‘minlay olmaydi. Shu sababli zamonaviy energiya tizimlarida intellektual boshqaruv algoritmlariga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda [6].

### **Intellektual boshqaruv algoritmlarining turlari**

#### **Noaniq mantiq (Fuzzy Logic) algoritmlari**

Noaniq mantiq usullari energiya tizimlaridagi noaniqliklarni hisobga olish imkonini beradi. Shamol tezligi, quyosh radiatsiyasi va yuklama darajasi kabi parametrlarning o‘zgaruvchanligi Fuzzy Logic algoritmlari yordamida samarali boshqarilishi mumkin.

Mazkur usulning afzalliklari:

- murakkab matematik model talab qilmaydi;
- noaniq ma‘lumotlar bilan ishlay oladi;
- real vaqt rejimida boshqaruvni amalga oshiradi.

#### **Sun‘iy neyron tarmoqlar**

Sun‘iy neyron tarmoqlar energiya ishlab chiqarish hajmini prognozlashda keng qo‘llaniladi. Tarixiy ma‘lumotlar asosida o‘qitilgan neyron tarmoqlar quyosh radiatsiyasi va shamol tezligining kelajakdagi qiymatlarini aniqlash imkonini beradi [7].

Neyron tarmoqlar quyidagi masalalarni hal etishda samarali hisoblanadi:

- energiya ishlab chiqarishni prognozlash;
- yuklama talabini aniqlash;
- energiya saqlash tizimlarini boshqarish;
- nosozliklarni aniqlash.

#### **Mashinali o‘qitish algoritmlari**

Mashinali o‘qitish texnologiyalari energiya tizimlarida qaror qabul qilish sifatini oshirishga xizmat qiladi. Decision Tree, Random Forest va Support Vector Machine algoritmlari energiya oqimlarini optimallashtirishda keng qo‘llanilmoqda.

Ushbu algoritmlar:

- energiya yo‘qotishlarini kamaytiradi;
- energiya ishlab chiqarishni optimallashtiradi;
- tizim samaradorligini oshiradi;
- ekspluatatsion xarajatlarni kamaytiradi.

#### **Energiya oqimlarini optimallashtirishning zamonaviy yondashuvlari**

Energiya oqimlarini boshqarishda optimallashtirish algoritmlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy tadqiqotlarda genetik algoritmlar, zarrachalar to‘dasi optimallashtirish usuli (PSO) va chuqur o‘qitish texnologiyalaridan keng foydalanilmoqda [8].

Genetik algoritmlar energiya taqsimotining optimal variantlarini aniqlash imkonini beradi. PSO algoritmi esa energiya saqlash tizimlari va yuklamalar o‘rtasidagi optimal muvozanatni topishda samarali hisoblanadi.

Chuqur o‘qitish texnologiyalari esa katta hajmdagi ma‘lumotlarni qayta ishlash va murakkab energetik jarayonlarni prognozlash imkoniyatini yaratadi.

#### **Intellektual algoritmlarni qo‘llash istiqbollari**

Kelajakda energiya tizimlarining raqamlashtirilishi va aqlli elektr tarmoqlarining rivojlanishi bilan intellektual boshqaruv algoritmlarining roli yanada ortadi. Sun'iy intellekt yordamida:

- energiya ishlab chiqarish prognozlarini aniqligi oshadi;
- energiya saqlash tizimlarining samaradorligi yaxshilanadi;
- elektr tarmoqlarining ishonchliligi ortadi;
- energiya tannarxi kamayadi.

Shuningdek, Internet of Things (IoT) texnologiyalari va bulutli hisoblash platformalari bilan integratsiyalashgan energiya boshqaruv tizimlari gibrid energetika sohasining istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

### **Xulosa**

Gibrid qayta tiklanuvchi energiya tizimlarida energiya oqimlarini boshqarishning intellektual algoritmlari energiya ishlab chiqarish va iste'mol qilish jarayonlari o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Noaniq mantiq, sun'iy neyron tarmoqlar va mashinali o'qitish algoritmlaridan foydalanish energiya tizimlarining samaradorligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish hamda elektr ta'minoti ishonchliligini yaxshilash imkonini beradi. Kelgusida sun'iy intellekt va aqlli boshqaruv texnologiyalarining yanada rivojlanishi gibrid energiya tizimlarining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilashi kutilmoqda.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Boyle G. Renewable Energy: Power for a Sustainable Future. – Oxford University Press, 2023.
2. Twidell J., Weir T. Renewable Energy Resources. – Routledge, 2023.
3. Ackermann T. Wind Power in Power Systems. – Wiley, 2022.
4. Masters G.M. Renewable and Efficient Electric Power Systems. – Wiley, 2021.
5. Kalogirou S.A. Artificial Intelligence in Energy and Renewable Energy Systems. – Nova Science Publishers, 2022.
6. Lasseter R.H. Smart Distribution: Coupled Microgrids // Proceedings of the IEEE. – 2021. – Vol. 99. – No. 6. – P. 1074–1082.
7. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. – Pearson Education, 2021.
8. Kennedy J., Eberhart R. Particle Swarm Optimization // Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. – 2020. – P. 1942–1948.