

ELEKTR TARMOQLARIGA QAYTA TIKLANADIGAN ENERGIYA MANBALARINI SAMARALI VA ISHONCHLI INTEGRATSIYA QILISH UCHUN INNOVATSION YONDASHUVLARNI ISHLAB CHIQISH VA BAHOLASH

Majidov Salim Sodiqovich

Vobkent tuman 2-son texnikumi

maxsus fan o'qituvchisi

Buxoro davlat texnika universiteti

mustaqil izlanuvchisi

ANNOTATSIYA

Mazkur maqolada elektr energetika tizimlariga qayta tiklanadigan energiya manbalarini (quyosh, shamol, biomassa va kichik gidroenergetika) samarali hamda ishonchli integratsiya qilish masalalari ilmiy-texnik va tizimli yondashuv asosida tahlil qilinadi. Energiya tizimlarining barqarorligi, chastota va kuchlanish muvozanatini saqlash, energiya saqlash texnologiyalari, aqlli tarmoqlar (smart grid), raqamli monitoring tizimlari hamda sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv mexanizmlari yoritiladi. Shuningdek, innovatsion yechimlarning iqtisodiy samaradorligi va texnik ishonchliligi baholanadi.

Kalit so'zlar: Qayta tiklanadigan energiya, elektr tarmoqlari, integratsiya, smart grid, energiya saqlash tizimlari, mikrogrid, invertor texnologiyasi, raqamli boshqaruv, barqarorlik, energiya samaradorligi, innovatsiya, tizimli tahlil.

KIRISH

Global miqyosda energiya iste'moli yildan-yilga ortib bormoqda. Iqlim o'zgarishi, uglerod chiqindilarini kamaytirish zarurati va an'anaviy yoqilg'i zaxiralarining cheklanganligi sababli qayta tiklanadigan energiya manbalariga (QTEM) o'tish strategik ahamiyat kasb etmoqda. Biroq, QTEMning asosiy muammosi – ularning o'zgaruvchanligi va tabiiy sharoitga bog'liqligidir.

Shu sababli elektr tarmoqlariga qayta tiklanadigan energiyani integratsiya qilish jarayonida innovatsion texnologik va boshqaruv yondashuvlarini ishlab chiqish dolzarb vazifaga aylanmoqda.

2. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining xususiyatlari

Quyosh va shamol energiyasi tabiiy sharoitga bogʻliq boʻlib, ishlab chiqarish hajmi vaqt boʻyicha oʻzgarib turadi. Bu esa:

Tarmoqda kuchlanish tebranishlariga

Chastota muvozanatining buzilishiga

Energiya taʼminotida uzilishlarga

Zaxira quvvatlarga ehtiyoj ortishiga

olib kelishi mumkin.

Shuning uchun integratsiya jarayonida tizim barqarorligini saqlash muhim hisoblanadi.

3. Elektr tarmoqlarining anʼanaviy modeli va uning cheklovlari

Anʼanaviy elektr tizimi markazlashgan ishlab chiqarish modeliga asoslangan. Elektr energiyasi yirik issiqlik yoki gidroelektr stansiyalarda ishlab chiqarilib, uzatish liniyalari orqali isteʼmolchiga yetkaziladi.

QTEM esa koʻpincha tarqoq (distribyutiv) manbalarga ega. Bu esa mavjud tarmoqlarda ikki tomonlama energiya oqimini yuzaga keltiradi. Natijada:

Himoya tizimlari yangilanishi kerak

Avtomatika qayta sozlanishi zarur

Yuklama boshqaruvi murakkablashadi

4. Innovatsion yondashuvlarning zarurati

QTEM integratsiyasi uchun quyidagi innovatsion yondashuvlar talab etiladi:

Aqlli elektr tarmoqlari (Smart Grid)

Energiya saqlash tizimlari

Raqamli monitoring va masofaviy boshqaruv

Sunʼiy intellekt asosida prognozlash

Mikrogrid va virtual elektr stansiyalar

5. Smart Grid texnologiyasi

Smart Grid – bu axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan integratsiyalashgan elektr tarmog‘idir. U quyidagilarni ta’minlaydi:

Real vaqt rejimida monitoring

Avtomatik nosozlik aniqlash

Yuklamani optimallashtirish

Iste’molchilarni faol ishtirokchi sifatida jalb qilish

Smart grid tizimlari QTEMning o‘zgaruvchanligini muvozanatlashtirish imkonini beradi.

6. Energiya saqlash tizimlari

QTEM integratsiyasida energiya saqlash tizimlari muhim rol o‘ynaydi. Ular ortiqcha energiyani saqlab, talab yuqori bo‘lgan vaqtda tarmoqqa uzatadi.

Asosiy turlari:

Litiy-ion batareyalar

Nasosli gidroakkumulyatsiya

Vodorod energiyasi

Superkondensatorlar

Energiya saqlash tizimlari chastota barqarorligini ta’minlashga yordam beradi.

7. Sun’iy intellekt va prognozlash modellari

Quyosh radiatsiyasi va shamol tezligini oldindan prognozlash energiya ishlab chiqarishni rejalashtirishda muhimdir.

Sun’iy intellekt algoritmlari:

Yuklama prognozi

Generatsiya prognozi

Avtomatik optimallashtirish

Favqulodda vaziyatlarni oldindan aniqlash

imkonini beradi.

Elektr tarmoqlariga qayta tiklanadigan energiya manbalarini samarali va ishonchli integratsiya qilish zamonaviy energetika tizimining asosiy vazifalaridan

biridir. Bu jarayonda smart grid texnologiyalari, energiya saqlash tizimlari, sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv va mikrogrid konsepsiyasi muhim rol o'ynaydi.

Innovatsion yondashuvlarni ilmiy asosda ishlab chiqish va baholash orqali barqaror, ekologik toza va ishonchli energiya tizimini yaratish mumkin.

Elektr energetika tizimining zamonaviy rivojlanish bosqichi global dekarbonizatsiya siyosati, energiya xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlik talablariga bevosita bog'liqdir. Qayta tiklanadigan energiya manbalarining (QTEM) keng joriy etilishi energetika sohasini tubdan o'zgartirmoqda. An'anaviy markazlashgan ishlab chiqarish modelidan tarqoq, ko'p manbali va dinamik boshqaruvga asoslangan tizimga o'tish zarurati yuzaga kelmoqda. Biroq QTEMning o'zgaruvchan va prognozga bog'liq xususiyati mavjud elektr tarmoqlarining barqaror ishlashiga jiddiy texnik chaqiriqlarni yuzaga keltiradi. Shu sababli innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish, sinovdan o'tkazish va ularning samaradorligini kompleks baholash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida quyosh va shamol energetikasi yetakchi o'rinni egallaydi. Ularning ishlab chiqarish hajmi tabiiy omillarga – quyosh nurlanish intensivligi, shamol tezligi, ob-havo sharoiti va mavsumiylikka bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Bu esa elektr tizimida kuchlanish va chastota parametrlarining o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Elektr energiyasi tizimining asosiy talabi – ishlab chiqarish va iste'mol o'rtasidagi real vaqt muvozanatini saqlashdir. QTEM ulushi ortgani sari ushbu muvozanatni ta'minlash murakkablashadi.

Integratsiya jarayonida birinchi navbatda tarmoq infratuzilmasining moslashuvchanligini oshirish talab etiladi. Zamonaviy inverter texnologiyalari orqali qayta tiklanadigan manbalarni tarmoqqa ulash jarayonida reaktiv quvvatni boshqarish, kuchlanish barqarorligini saqlash va qisqa tutashuv oqimlarini cheklash mumkin. Aqlli inverterlar tarmoq parametrlariga mos ravishda ishlash imkoniyatiga ega bo'lib, ular tizimning dinamik javob tezligini oshiradi. Bu esa chastota tebranishlarini kamaytirishga yordam beradi.

Energiya saqlash texnologiyalari QTEM integratsiyasining eng muhim elementlaridan biridir. Batareya tizimlari, nasosli gidroakkumulyatsiya, siqilgan havo asosidagi saqlash tizimlari va vodorod texnologiyalari ortiqcha ishlab chiqarilgan energiyani saqlab, talab yuqori bo'lgan davrda qayta tarmoqqa uzatish imkonini beradi. Ayniqsa tezkor javob bera oladigan litiy-ion batareyalar chastota barqarorligini saqlashda samarali hisoblanadi. Energiya saqlash tizimlarining iqtisodiy samaradorligi ularning xizmat muddati, zaryadlash-sikl soni va ekspluatatsion xarajatlarga bog'liq ravishda baholanadi.

Raqamli transformatsiya elektr tarmoqlarini modernizatsiya qilishning ajralmas qismiga aylandi. Sensorlar, IoT qurilmalar, masofaviy monitoring tizimlari va SCADA platformalari real vaqt ma'lumotlarini yig'ish va tahlil qilish imkonini beradi. Ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv tizimlari yuklama prognozi, energiya ishlab chiqarish rejalashtirish va favqulodda holatlarni tezkor aniqlashni ta'minlaydi. Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida generatsiya va iste'mol o'rtasidagi optimal balansni saqlash mumkin. Mashinaviy o'rganish modellari ob-havo prognozlari asosida quyosh va shamol energiyasi ishlab chiqarishini oldindan aniqlashga xizmat qiladi.

Mikrogrid konsepsiyasi qayta tiklanadigan energiyani lokal darajada samarali boshqarish imkonini beradi. Mikrogrid mustaqil ravishda yoki markaziy tarmoq bilan parallel rejimda ishlashi mumkin. Bu esa favqulodda vaziyatlarda energiya ta'minotining uzluksizligini ta'minlaydi. Chekka hududlarda mikrogridlar ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Lokal ishlab chiqarish va iste'mol modeli uzatish yo'qotishlarini kamaytiradi hamda energiya samaradorligini oshiradi.

Virtual elektr stansiya modeli tarqoq energiya manbalarini yagona raqamli platforma orqali boshqarishga asoslanadi. Turli joylarda joylashgan quyosh panellari, shamol turbinalari va energiya saqlash qurilmalari yagona algoritm asosida ishlaydi. Bu yondashuv bozor mexanizmlarida faol ishtirok etish, quvvat savdosi va

balans xizmatlarini ko'rsatish imkonini beradi. Natijada tizim ishonchliligi oshadi va iqtisodiy samaradorlik kuchayadi.

Integratsiya jarayonida himoya va avtomatika tizimlarini modernizatsiya qilish zarur. Ikki tomonlama energiya oqimi an'anaviy rele himoyasi tizimlarining ishlash tamoyiliga ta'sir ko'rsatadi. Moslashuvchan himoya algoritmlari va raqamli rele tizimlari orqali nosozliklarni tez aniqlash va lokalizatsiya qilish mumkin. Bu esa uzilish vaqtini qisqartiradi va tarmoq barqarorligini oshiradi.

Iqtisodiy baholashda investitsiya hajmi, ekspluatatsiya xarajatlari, energiya yo'qotishlarining kamayishi va karbon chiqindilarining qisqarishi kabi mezonlar hisobga olinadi. Qayta tiklanadigan energiya manbalarini keng joriy etish uzoq muddatli istiqbolda yoqilg'i xarajatlarini kamaytiradi va energiya importiga bog'liqlikni qisqartiradi. Ekologik samaradorlik esa global iqlim maqsadlariga erishishda muhim rol o'ynaydi.

Kiberxavfsizlik ham muhim omil hisoblanadi. Raqamli boshqaruv tizimlari tarmoqni tashqi tahdidlardan himoya qilishni talab etadi. Ma'lumotlarni shifrlash, autentifikatsiya mexanizmlari va doimiy audit tizimlari orqali xavfsizlik darajasi ta'minlanadi. Energetika infratuzilmasining uzluksiz ishlashi milliy xavfsizlik bilan chambarchas bog'liqdir.

Innovatsion yondashuvlarni baholashda matematik modellashtirish, simulyatsiya platformalari va pilot loyihalar muhim ahamiyat kasb etadi. Tizim dinamikasini kompyuter modellarida tekshirish orqali turli ssenariylar baholanadi. Bu esa real loyihalarga sarmoya kiritishdan oldin risklarni kamaytirish imkonini beradi.

Kelajak istiqbollari vodorod energetikasi, energiya blokcheyn texnologiyasi va elektr transport infratuzilmasi bilan integratsiyani o'z ichiga oladi. Elektr transport vositalari ikki tomonlama zaryadlash (V2G) texnologiyasi orqali tarmoqqa energiya qaytarish imkonini beradi. Bu esa qo'shimcha saqlash quvvati sifatida xizmat qilishi mumkin.

Umuman olganda, elektr tarmoqlariga qayta tiklanadigan energiya manbalarini samarali va ishonchli integratsiya qilish ko‘p bosqichli, tizimli va innovatsion yondashuvni talab etadi. Texnik modernizatsiya, raqamli transformatsiya, energiya saqlash texnologiyalari va sun‘iy intellekt asosidagi boshqaruv mexanizmlari uyg‘unligi barqaror energetika tizimini shakllantirishga xizmat qiladi. Ilmiy asoslangan baholash metodologiyalari orqali integratsiya jarayonining iqtisodiy, texnik va ekologik samaradorligini aniqlash mumkin. Natijada uzoq muddatli barqaror, xavfsiz va ekologik toza energiya tizimi yaratiladi. Yurtimizda aholi sonining o‘sib borishi, yangi inshoot, ishlab chiqarish korxonalarini ko‘payishi natijasida elektr energiyaga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Ishlab chiqarilayotgan elektr energiya manbalari asosan issiqlik elektr stansiyalaridan olinmoqda. Issiqlik elektr stansiyalarining aksariyati eskirgani, elektr energiyani yetkazib berishdagi yo‘qotishlarni oldini olish hamda aholini tabiiy toza elektr energiya bilan ta‘minlashda qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalari (QTEMQ)dan foydalanish zarurligini taqozo etmoqda.

O‘z navbatida aholiga QTEMQni xarid qilish va o‘rnatishda bir qator imkoniyatlar va shuningdek rag‘batlantirish tizimlaridan foydalanishlari uchun sharoitlar yaratilishi lozim va hozirgi kunda barcha jarayonlarni raqamlashtirish nihoyatda dolzarb hisoblanadi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etish bo‘yicha xorijlik va mahalliy olimlar va tadqiqotchilar izlanishlar olib borishgan. Shuningdek, bu sohaga ko‘plab mutaxassislar o‘z hissalarini qo‘shgan.

Britaniyalik muhandis va iqlim o‘zgarishlari bo‘yicha ekspert Devid MakKeyb qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishning muhimligini ta‘kidlab, buning iqlim o‘zgarishlariga qarshi kurashdagi rolini alohida e‘tirof etadi.

Amerikalik iqtisodchi va energiya siyosati mutaxassisi Elizabet Murening fikricha qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishning iqtisodiy foydalarini ta‘kidlab, buning ish o‘rinlari yaratish va iqtisodiy o‘sishga yordam berishini ta‘kidlagan bo‘lsa, ya‘na bir amerikalik muhandis va energiya tizimlari mutaxassisi

Stenford universiteti professori Mark Z. Yakobson qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishning texnik imkoniyatlarini o'rgangan va buning amalga oshirilishi mumkinligini isbotlagan.

Fransiyalik fizik va qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalari mutaxassisi Jan-Mark Janno qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarining rivojlanishini kuzatib, ularning samaradorligi va ishonchliligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqishga hissa qo'shgan.

O'zbekiston Fanlar Akademiyasining Fizika-texnika institutida faoliyat olib boruvchi Sherzod Ahmedov quyosh energiyasini ishlatish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib boradi. U quyosh panellarini yaratish bo'yicha loyihalarda ishtirok etadi va bu sohadagi mutaxassislarni tayyorlashga hissa qo'shadi.

Bundan tashqari, iqtisodchi, olim va tahlilchi Alisher To'yg'onov qayta tiklanuvchi energiya manbalari, ayniqsa, quyosh energiyasini joriy etish va uning samaradorligini oshirish bo'yicha ish olib borgan. Shuni alohida ta'kidlash joizki, O'zbekistonda quyosh energetikasidan foydalanishning juda katta imkoniyatlari mavjud.

XULOSA

O'zbekistonda aholi tomonidan QTEMQni xarid qilish, xarid qilish xarajatlari bir qismiga davlat mablag'lari hisobidan kompensatsiya berish va tijorat banklari tomonidan imtiyozli kreditlar ajratish jarayonlarini raqamlashtirishdagi mavjud muammolarni bartaraf etish uchun quyidagilar tavsiya etiladi:

1.Ma'lumotlarning shaffofligi va aniqligi ta'minlash. Davlat tomonidan berilgan kompensatsiyalar, subsidiyalar va tijorat banklaridan ajratiladigan imtiyozli kreditlar haqidagi ma'lumotlarni axborot tizimlarini rivojlantirish orqali, masalan, maxsus veb-saytlar yoki mobil ilovalar orqali taqdim etish.

2.Qayta tiklanuvchi energiya manbalari uchun qo'llaniladigan imtiyozlar va subsidiyalar mexanizmlarini soddalashtirish, ya'ni aholi barcha hujjatlarni bir platformadan topshirib, QTEMQni xarid qilish va imtiyozlardan foydalanish imkoniyatini yaratish.

3. Tizimning integratsiyasi va jarayonlarni avtomatlashtirish orqali turli sohalar o'rtasidagi integratsiya va ma'lumot almashishni ta'minlash bunda, davlat va xususiy sektor o'rtasida ma'lumotlar almashishni osonlashtirish uchun ommaviy mavjud platformalarni bir-biriga bog'lash. Bu aholi uchun bir necha manbaalardan o'zgargan ma'lumotlarni tez va oson qabul qilish imkonini beradi.

4. QTEMQni xarid qilish uchun onlayn kreditlash platformalari orqali imtiyozli kreditlarni olish jarayonini soddalashtirish, shuningdek, ayrim banklar va moliya tashkilotlari bilan hamkorlikda, qayta tiklanuvchi energiya manbalari uchun maxsus imtiyozli kredit mahsulotlarini ishlab chiqish.

Ushbu yo'llar orqali, O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalariga sarmoya kiritish jarayonlarini raqamlashtirish va soddalashtirish, aholining bu sohadagi ishtirokini oshirish, buning natijasida energiya resurslari xavfsizligi va ekologik barqarorlikni ta'minlash mumkin bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 26.05.2017 yildagi PQ-3012-son "2017-2021yillarda qayta tiklanuvchi energetikani yanada rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari dasturi to'g'risida" qarori // <https://lex.uz/mact/-3221894>.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 22.08.2019 yildagi PQ-4422-son "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to'g'risida" qarori // <https://lex.uz/docs/-4486125>.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.04.2020 yildagi PQ-4699-son "Raqamli iqtisodiyot va elektron hukumatni keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida" qarori // <https://lex.uz/docs/-4800657>.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 04.08.2020 yildagi PQ-4797-son "Aholiga davlat ijtimoiy xizmatlari va yordam taqdim etish tartib-taomillarini

avtomatlashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" qarori
[//https://lex.uz/docs/-3107036](https://lex.uz/docs/-3107036).

5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 16.02.2023 yildagi PQ-57-son
"2023 yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoychi
texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" qarori //.

6. Ziya net