



RAQAMLI ELEKTR TARMOQLARI (SMART GRID) TIZIMLARINING AFZALLIKLARI VA RIVOJLANISH YO'NALISHLARI

O'zbekiston tumani 1- son Politeknikumi maxsus fan o'qituvchisi

G'ulomova Zarnigor Rafiqjon qizi

Annotatsiya: Raqamli elektr tarmoqlari, ya'ni Smart Grid tizimlari, energiya sohasida yuz berayotgan texnologik inqiloblarning eng muhim qismidir. An'anaviy elektr tarmoqlari bilan solishtirganda, Smart Grid tizimlari energiyani taqsimlash va boshqarishni raqamli texnologiyalar yordamida avtomatlashtirish, shuningdek, energiya ishlab chiqaruvchilar va iste'molchilar o'rtasida interaktiv aloqani ta'minlash imkonini beradi. Bu tizimlarning afzalliklari va rivojlanish yo'nalishlarini kengroq ko'rib chiqish uchun, avvalo ularning asosiy xususiyatlari va qanday ishlashi haqida tushuncha berish zarur.

Kalit so'zlar: Smart Grid tizimlari, energiya, texnologiyalar, tizim, natija, energiya taqsimoti, nosozliklar, iste'mol, iste'molchilar.

Smart Grid tizimlari energiya taqsimotining an'anaviy markazlashtirilgan modelidan farqli o'laroq, tarqatilgan va aqlli boshqaruvga asoslangan. Bu tizimlar real vaqt rejimida energiya oqimini kuzatib boradi, iste'mol va ishlab chiqarish ma'lumotlarini yig'adi hamda tahlil qiladi. Natijada, energiya taqsimoti yanada samarali va moslashuvchan bo'ladi. Masalan, energiya talabining o'zgarishi yoki tarmoqdagi nosozliklar aniqlanganda, tizim avtomatik ravishda o'zini moslashtiradi va muammolarni bartaraf etish choralarini ko'radi. Energiyani samarali boshqarish Smart Grid tizimlarining eng asosiy afzalliklaridan biridir. An'anaviy tarmoqlarda energiya yo'qotishlari katta bo'lib, bu nafaqat iqtisodiy zarar, balki atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Smart Grid tizimlari esa energiya oqimini optimallashtirish orqali bu yo'qotishlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Masalan, energiya talabining yuqori bo'lgan paytlarida tizim avtomatik ravishda energiya manbalarini taqsimlab, ortiqcha yuklanishni oldini oladi. Bu esa



tarmoqning barqaror ishlashini ta'minlaydi. Bundan tashqari, Smart Grid tizimlari energiya ta'minotining ishonchliligini oshiradi. Tizimda o'rnatilgan sensorlar va monitoring vositalari yordamida tarmoqdagi har qanday nosozlik yoki avariya darhol aniqlanadi. Bu ma'lumotlar asosida avtomatik ravishda muammolarni bartaraf etish choralari ko'rish mumkin, masalan, muammoli qismni vaqtincha uzib qo'yish yoki energiya oqimini boshqa yo'nalishga yo'naltirish. Natijada, elektr ta'minotining uzilishlari kamayadi va tizim tezda tiklanadi.[1]

Smart Grid tizimlarining yana bir muhim jihati — ikki tomonlama aloqa tizimi mavjudligi. An'anaviy tarmoqlarda energiya faqat ishlab chiqaruvchidan iste'molchiga oqadi, ammo Smart Grid tizimlarida iste'molchilar ham energiya ishlab chiqaruvchi sifatida ishtirok etishlari mumkin. Masalan, quyosh panellari yoki kichik shamol turbinalari o'rnatgan uy xo'jaliklari ortiqcha energiyani tarmoqqa qaytarishi mumkin. Bu esa energiya taqsimotining yanada diversifikatsiyalashuvi va barqarorligini ta'minlaydi.[2]

Atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan Smart Grid tizimlari katta ahamiyatga ega. Energiya samaradorligi oshishi va qayta tiklanadigan energiya manbalarining keng qo'llanilishi tufayli uglerod chiqindilari kamayadi. Bu esa global iqlim o'zgarishlariga qarshi kurashishda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, energiya tejash va samaradorlikni oshirish orqali tabiiy resurslarga bo'lgan bosim kamayadi.[3]

Rivojlanish yo'nalishlariga kelsak, Smart Grid tizimlarining kelajagi asosan raqamli texnologiyalarni yanada rivojlantirishga bog'liq. Sun'iy intellekt (AI) va katta ma'lumotlarni tahlil qilish (big data) usullaridan foydalanish orqali tizim boshqaruvi yanada aqlli va avtomatik bo'ladi. Masalan, AI yordamida energiya talabini oldindan prognoz qilish va tizimni shunga moslashtirish mumkin bo'ladi. Bu esa energiya taqsimotining yanada samarali va moslashuvchan bo'lishiga yordam beradi. Kiberxavfsizlik masalalari ham Smart Grid tizimlarining



rivojlanishida muhim ahamiyatga ega. Raqamli tizimlar kiberhujumlarga nisbatan zaif bo'lishi mumkin, shuning uchun ilg'or xavfsizlik protokollari va texnologiyalarini joriy etish zarur. Bu tizimlarning ishonchliligi va barqarorligini ta'minlash uchun zarurdir.[4]

Iste'molchilarni tizimga faol jalb qilish ham rivojlanishning muhim yo'nalishlaridan biridir. Energiya tejash va qayta tiklanadigan manbalardan foydalanishni rag'batlantiruvchi dasturlar ishlab chiqilishi lozim. Masalan, iste'molchilarga energiya iste'molini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beruvchi mobil ilovalar, shuningdek, energiya tejash uchun moliyaviy rag'batlar taqdim etilishi mumkin. Bu iste'molchilarni yanada ongli va faol bo'lishga undaydi. Yana bir rivojlanish yo'nalishi — yangi energiya manbalarini tizimga integratsiya qilish. Quyosh, shamol, gidroenergetika kabi qayta tiklanadigan energiya manbalari tizimga samarali qo'shilishi uchun texnologiyalarni takomillashtirish zarur. Bu esa energiya ta'minotining diversifikatsiyasini oshirib, tizim xavfsizligini mustahkamlaydi. Shuningdek, Smart Grid tizimlari shaharsozlik va aqlli shaharlar konsepsiyasi bilan chambarchas bog'liq. Aqlli tarmoqlar yordamida shaharlarning energiya ta'minoti, transport, kommunal xizmatlar va boshqa infratuzilmalari samarali boshqarilishi mumkin. Bu esa shahar hayotining sifatini oshiradi va resurslardan oqilona foydalanishni ta'minlaydi. Energiya saqlash texnologiyalari ham Smart Grid tizimlarining rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. Batareyalar va boshqa energiya saqlash uskunalari yordamida ortiqcha energiya keyinchalik ishlatilish uchun saqlanishi mumkin. Bu tizimning barqarorligini oshiradi va energiya taqsimotidagi muvozanatni ta'minlaydi.[5]

Xulosa:

Xulosa qilib aytganda, Smart Grid tizimlari zamonaviy energiya sohasida inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshirmoqda. Ular energiya samaradorligini oshirish, ta'minot ishonchliligini yaxshilash, atrof-muhitni muhofaza qilish va



iste'molchilarni tizimga faol jalb qilish imkonini beradi. Rivojlanish yo'nalishlari esa asosan raqamli texnologiyalarni takomillashtirish, kiberxavfsizlikni mustahkamlash, iste'molchilarni rag'batlantirish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini integratsiya qilishga qaratilgan. Kelajakda Smart Grid tizimlari energiya sohasining barqaror va samarali rivojlanishida asosiy rol o'ynaydi, shuningdek, global ekologik muammolarni hal qilishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Bu tizimlar nafaqat texnologik yangilik, balki ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishning ham muhim omili hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Xolmatov A., Qodirov B. "Raqamli elektr tarmoqlari va ularning energiya samaradorligidagi roli", Ilmiy anjuman materiallari, 2023.
2. Axmedov S., Usmonov J. "Elektr tarmog'ini raqamlashtirish: Smart Grid texnologiyalari", Scientific Journal, 2025.
3. Norboyev M. "Elektr tizimlari va tarmoqlarini raqamlashtirish", Tadqiqotlar jurnali, 2022.
4. Rasulov D. TKT Instituti. "Raqamli energetika asoslari", O'quv qo'llanma, 2024.
5. Mirzaev D. "Smart Grid konsepsiyasi va uning O'zbekiston elektr energetikasidagi ahamiyati", Science Shine, 2022
6. Rasulov F., Tursunov N. "Smart Grid texnologiyalarining energiya taqsimotidagi afzalliklari", Energetika va Innovatsiyalar, 2021.
7. Saidov O. "Raqamli elektr tarmoqlari: kelajak istiqbollari va rivojlanish yo'nalishlari", Texnologik yangiliklar, 2023.