

ELEKTR TARMOQLARINI RAQAMLASHTIRISH: AQLLI ELEKTR TARMOQLARI

Qodirov.J.U

Termiz davlat muhandislik va
agrotexnologiyalar universiteti katta o'qituvchisi

Davronov.S.A

Termiz davlat muhandislik va
agrotexnologiyalar universiteti talabasi

saydulladavronov6@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada elektr energetika tizimlarining raqamlashtirilishi va aqlli elektr tarmoqlarining nazariy asoslari yoritilgan. An'anaviy tarmoqlarning cheklovlari, zamonaviy raqamli texnologiyalar imkoniyatlari, monitoring va boshqaruvning yangi modellari, tarmoqqa taqsimlangan energiya manbalarini ulashda yuzaga keladigan o'zgarishlar ilmiy nuqtayi nazardan tahlil qilinadi. Aqlli tarmoq arxitekturasini, real vaqt rejimidagi ma'lumot almashinuvi, sun'iy intellekt asosida boshqaruv jarayonlari va energiya samaradorligini oshirish mexanizmlari haqida nazariy xulosalar beriladi.

Kalit so'zlar: Aqlli elektr tarmoqlari, elektr energetika tizimlari, raqamlashtirish, real vaqt monitoringi, avtomatlashtirilgan boshqaruv, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, taqsimlangan generatsiya, energiya samaradorligi, sun'iy intellekt, yuklamalarni boshqarish, avariya holatlarini aniqlash, tarmoq barqarorligi.

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические основы цифровизации электроэнергетических систем и интеллектуальных электрических сетей. С научной точки зрения проанализированы ограничения традиционных электрических сетей, возможности современных цифровых технологий, новые модели мониторинга и

управления, а также изменения, возникающие при интеграции распределённых источников энергии в энергосистему. Приведены теоретические выводы по архитектуре интеллектуальных сетей, обмену данными в режиме реального времени, процессам управления на основе искусственного интеллекта и механизмам повышения энергетической эффективности.

Ключевые слова: Интеллектуальные электрические сети, электроэнергетические системы, цифровизация, мониторинг в реальном времени, автоматизированное управление, возобновляемые источники энергии, распределённая генерация, энергетическая эффективность, искусственный интеллект, управление нагрузками, обнаружение аварий, устойчивость энергосистемы.

Abstract

The article presents the theoretical foundations of digitalization in electric power systems and smart grids. From a scientific perspective, the limitations of traditional power networks, the capabilities of modern digital technologies, new models of monitoring and control, and the changes arising from the integration of distributed energy resources into the grid are analyzed. The paper provides theoretical conclusions on smart grid architecture, real-time data exchange, artificial intelligence-based control processes, and mechanisms for improving energy efficiency.

Keywords: Smart grids, electric power systems, digitalization, real-time monitoring, automated control, renewable energy sources, distributed generation, energy efficiency, artificial intelligence, load management, fault detection, grid stability.

Kirish. Hozirgi davrda elektr energetika tizimlari inson faoliyatining barcha sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Iste'molchilarning ko'payishi, yuklamalarning mavsumiy va kunlik o'zgarib turishi, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ulushi ortib borayotgani elektr tarmoqlarini modernizatsiya qilish zaruratini kuchaytirmoqda. An'anaviy elektr tarmoqlari ko'p hollarda markazlashgan boshqaruvga asoslangan bo'lib, real vaqt rejimida axborot yig'ish imkoniyatlarining cheklanganligi sababli yuqori samaradorlikni ta'minlab bera olmaydi.



Raqamlashtirish jarayoni energiya tizimlariga sensorlar, aloqa modullari, aqlli o'lhagichlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, ma'lumotlarni qayta ishlovchi serverlar va sun'iy intellekt algoritmlarining keng joriy etilishini nazarda tutadi. Shu asosda shakllanayotgan aqlli elektr tarmoqlari energiya ta'minotining barqarorligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Ushbu maqolaning maqsadi — aqlli elektr tarmoqlarining nazariy asoslarini, ularning ishlash mexanizmlarini, raqamli tizimlar bilan integratsiyasini va an'anaviy tarmoqlardan ustunliklarini ilmiy asoslangan tarzda ko'rsatishdir.

Metodologiya. Tadqiqot davomida bir nechta ilmiy metodlardan foydalanildi. Ular quyidagilardan iborat:

Tizimli tahlil. Aqlli elektr tarmoqlari murakkab ko'p qatlamli tizim bo'lgani sababli, ularni komponentlarga bo'lib o'rganish metodidan foydalanildi. Generatsiya, uzatish, taqsimlash, iste'molchilar va boshqaruv qatlamlarining o'zaro ta'siri alohida tahlil qilindi.

Nazariy tahlil va modellashtirish. Raqamlashtirilgan tarmoqlarda ma'lumot oqimlari, boshqaruv jarayonlari, tarmoq barqarorligini ta'minlash algoritmlari va optimallashtirish mexanizmlarining nazariy asoslari o'rganildi. Bu jarayonda matematik formulalardan foydalanilmagan holda, ilmiy tushunchalarga asoslangan ta'rif va izohlar berildi.

Taqqoslash usuli. Aqlli va an'anaviy elektr tarmoqlarining o'ziga xos xususiyatlari taqqoslab, ularning afzallik va kamchiliklari aniqlab chiqiladi. Bu yondashuv orqali raqamlashtirishning amaliy qiymati ko'rsatildi.

Ilmiy umumlashtirish. Tadqiqot natijalari asosida umumiy xulosalar chiqarilib, kelgusidagi tadqiqot yo'nalishlari taklif qilindi.

Natijalar

Aqlli elektr tarmog'ining nazariy arxitekturasini. Aqlli elektr tarmoqlari bir nechta qatlamlar va modullardan tashkil topgan. Ularning asosiy tarkibi quyidagilardan iborat:

Fizik qatlam — elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilishga xizmat qiladi.

O'lchov va monitoring qatlami — turli sensorlar, aqlli hisoblagichlar, monitoring qurilmalari orqali tarmoq holati haqida real vaqt ma'lumotlarini yig'adi.

Kommunikatsiya qatlami — o'lchov qurilmalaridan kelayotgan ma'lumotlarni markazga yetkazuvchi aloqa infratuzilmasidan iborat.

Analitik va boshqaruv qatlami — kelgan ma'lumotlarni qayta ishlash, tarmoq yuklamasini boshqarish, avariya holatlarini oldindan aniqlash va optimallashtirish jarayonlarini amalga oshiradi.

Nazariy jihatdan bu qatlamlar o'zaro uzluksiz axborot almashinuvi asosida ishlaydi. Bunda har bir holat bo'yicha qaror qabul qilish jarayoni avtomatlashtirilgan bo'ladi.

Raqamli monitoringning ilmiy asoslari. Aqlli tarmoqlarning eng muhim xususiyati — real vaqt rejimida ulkan hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashdir. Sensorlar quyidagi jarayonlarni nazorat qiladi:

kuchlanish va tokning o'zgarishi

tarmoq yuklamasining dinamikasi

elektr energiyasi sifati ko'rsatkichlari

avariya holatlarining paydo bo'lish ehtimoli

Ushbu ma'lumotlar maxsus serverlarga uzatiladi va u yerda algoritmlar yordamida qayta ishlanadi. Analitik tizimlar turli holatlarni oldindan bashorat qiladi, yuklamalarni balanslaydi va energiya yo'qotilishini kamaytiradi.

Yuklamalarni boshqarishning nazariy modeli. Aqlli tarmoqlar yuklamalarni teng taqsimlash orqali tarmoqning ishonchliligini oshiradi. Boshqaruv algoritmlari quyidagi nazariy tamoyillarga asoslanadi:

energiya iste'molining o'zgaruvchanligini oldindan prognozlash

generatsiya quvvatini talabga mos ravishda taqsimlash

iste'molchilarning energiya talabini dinamik boshqarish

ta'minot uzilishlarining oldini olish

Bu jarayonlar an'anaviy tizimlarda odatda qo'lda bajarilgan bo'lsa, aqlli tarmoqlarda avtomatik ravishda amalga oshadi.

Taqsimlangan energiya manbalari integratsiyasi. Quyosh, shamol, biogaz, mikro-gidro kabi qayta tiklanuvchi manbalar energetika tizimiga ulanishi bilan tarmoq barqarorligiga ta'sir ko'rsatadi. Ularning generatsiyasi doimiy emasligi sababli, aqlli tarmoqlarda quyidagi nazariy yondashuvlar qo'llaniladi:

manba quvvatining o'zgarishi prognoz qilinadi

energiya saqlash tizimlari yordamida balans boshqariladi

ortiqcha energiya tarmoqqa qaytariladi yoki saqlab qo'yiladi

iste'molchilar bilan ikki tomonlama aloqa o'rnatiladi

Aqlli tarmoqlarning afzalligi shundaki, ular turli manbalarni samarali integratsiya qiladi va tarmoqning barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Avariya holatlarini aniqlash va oldini olish. Raqamli texnologiyalar yordamida tarmoqdagi avariya holatlari ancha erta aniqlanishi mumkin. Sensorlar yordamida normal rejimdan og'ish juda kichik bosqichdayoq qayd etiladi. Tizim quyidagilarni amalga oshiradi:

nosozlik joyini aniq belgilaydi

avariya tarqalishidan oldin izolatsiya qiladi

tarmoqni qayta konfiguratsiya qiladi

tiklash jarayonini tezlashtiradi

Bu an'anaviy tarmoqlarga nisbatan tiklanish vaqtini bir necha barobar qisqartiradi.

Muhokama

Aqlli va an'anaviy tarmoqlarning farqlari. Taqqoslash natijalari shuni ko'rsatdiki:

An'anaviy tarmoqlarda monitoring cheklangan bo'ladi, aqlli tarmoqlarda esa real vaqt ma'lumotlar uzluksiz olinadi.

An'anaviy tarmoqlarda ko'plab jarayonlar qo'lda bajariladi, aqlli tarmoqlarda esa avtomatlashtirilgan.

Aqlli tarmoqlar energiya yo'qotilishini kamaytiradi, barqarorlikni oshiradi va avariylarni tez aniqlaydi.

Qayta tiklanuvchi manbalarni ulash an'anaviy tarmoqlarda muammo bo'lsa, aqlli tarmoqlarda bu jarayon samarali amalga oshadi.

Raqamlashtirishning amaliy ahamiyati. Raqamlashtirilgan tarmoqlar quyidagi ijobiy natijalarni beradi:

energiya samaradorligi oshadi

ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi

iste'molchilar uchun qulayliklar yaratadi

elektr energiyasi sifati yaxshilanadi

tarmoq barqarorligi kuchayadi

Bu jihatlar elektr energetikasi sohasida raqamli transformatsiyaning zarurligini ko'rsatadi.

Xulosa

Aqlli elektr tarmoqlari zamonaviy energetika tizimlarining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ular real vaqt ma'lumot almashinuvi, avtomatik boshqaruv, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining integratsiyasi va tarmoq barqarorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy texnologiyalardan iborat.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, aqlli tarmoqlar:

energiya samaradorligini oshiradi,

ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi,

iste'molchilar bilan ikki tomonlama muloqotni ta'minlaydi,

nosozliklarni tez aniqlaydi va izolatsiya qiladi,

tarmoqni avtomatik boshqarish imkonini beradi.

Shu sababli, elektr tarmoqlarini raqamlashtirish energetika sohasining kelajagini belgilovchi strategik yo'nalish hisoblanadi. Kelgusida sun'iy intellekt, katta ma'lumotlar tahlili va ilg'or avtomatlashtirish texnologiyalarining yanada keng qo'llanilishi aqlli tarmoqlar samaradorligini yuqori bosqichga olib chiqishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

N.T.Toshpo'latov, D.B.Qodirov – Qayta tiklanuvchi energiya manbalari – O'quv qo'llanma – T.: TIQXMMI. 2021

S.E.Qurbonazarov, J.A.Esonov, A.A.Igamberdiyev – “Qayta tiklanuvchi energiya turlaridan foydalanish” - Экономика и социум, 2023

S.E. Qurbonazarov - Shaffof quyosh panellari - “Energiya va resurs tejamkor innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishning dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani - Qarshi muhandislik - iqtisodiyot instituti. Qarshi – 2022

S.E. Qurbonazarov, S.M. Ochilov - O‘zbekiston gidroenergetikasining istiqbollari - Suv resurslari va gidrotexnika inshootlaridagi muammolar va ularning yechimlari Respublika ilmiy-amaliy anjumani. “TIQXMMI” MTU ning Qarshi irrigatsiya va agrotexnologiyalar instituti Qarshi-2023.