

ELEKTR ENERGETIKA TIZIMLARI ISHONCHLILIGINI OSHIRISH MASALALARI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17598685>

Xamrayev Og'abek

Qadamboyev O'lmasbek

Duvshatova Dinora

ogabekxamrayev678@gamil.com

*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti Magistratura bo'limi
Elektr energetikasi tizimlari va tarmoqlari mutaxassisligi 2-bosqich magistrantlari*

Annotatsiya: *Ushbu maqolada elektr energetika tizimlari ishonchliligini oshirish masalalari yoritilgan. Ishonchlilik tushunchasi, unga ta'sir etuvchi asosiy omillar va tizimning samarali ishlashini ta'minlash yo'llari tahlil qilingan. Shuningdek, zamonaviy avtomatlashtirish, raqamli boshqaruv tizimlari hamda energetika infratuzilmasini modernizatsiya qilish orqali ishonchlilikni oshirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Maqola elektr energiyasi ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash jarayonlarida uzluksizlikni ta'minlashga qaratilgan texnik va tashkiliy yechimlarni o'z ichiga oladi.*

Kalit so'zlar: *Elektr energetika tizimi, ishonchlilik, avtomatlashtirish, modernizatsiya, rele himoyasi, dispetcherlik boshqaruvi, uzluksiz ta'minot, texnik xizmat, energiya samaradorligi.*

KIRISH

Hozirgi davrda elektr energiyasi insoniyat faoliyatining deyarli barcha sohalarini qamrab olgan eng muhim resurslardan biri hisoblanadi. Sanoat korxonalari, transport tizimlari, aloqa tarmoqlari, sog'liqni saqlash muassasalari hamda uy xo'jaliklari elektr energiyasiga to'liq bog'liq. Shu sababli elektr energiyasining uzluksiz, barqaror va sifatli yetkazib berilishi nafaqat iqtisodiyot barqarorligi, balki aholining hayot sifati uchun ham beqiyos ahamiyat kasb etadi.

Elektr energetika tizimlari - bu elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish jarayonlarini o'z ichiga oluvchi murakkab texnik majmuadir. Ushbu tizimlar ko'plab elektr stansiyalar, yuqori kuchlanishli uzatish liniyalari, transformator punktlari, taqsimlovchi tarmoqlar hamda boshqaruv markazlaridan tashkil topgan. Ularning har biri o'zaro uzviy bog'liq bo'lib, bir qismdagi nosozlik butun tizim faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. So'nggi yillarda elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortishi, ishlab chiqarish korxonalarining

ko'payishi hamda raqamli texnologiyalarning keng joriy etilishi energetika tizimlarining yuklanishini sezilarli darajada oshirdi. Natijada tizim ishonchliligini ta'minlash dolzarb masalaga aylandi. Ishonchlilik deganda tizimning avariya holatlariga bardosh bera olishi, nosozliklardan tezda tiklanishi va iste'molchilarga elektr energiyasini sifatli yetkazib bera olish qobiliyati tushuniladi. Biroq amaliyot shuni ko'rsatmoqdaki, ko'plab mintaqalarda elektr tarmoqlarining eskirganligi, texnik xizmatning yetarli darajada tashkil etilmagani, rele-himoya tizimlarining zamonaviy talablarga javob bermasligi sababli uzilishlar va avariya tez-tez uchraydi. Bu esa nafaqat iqtisodiy zarar keltiradi, balki ijtimoiy muammolarga ham sabab bo'ladi. Shu bois elektr energetika tizimlarini modernizatsiya qilish, avtomatlashtirish va ularning ishonchliligini oshirish hozirgi kunning eng muhim texnik va ilmiy yo'nalishlaridan biridir.

Mazkur maqolada elektr energetika tizimlari ishonchliligi tushunchasi, unga ta'sir etuvchi omillar hamda tizimning samarali ishlashini ta'minlashga qaratilgan yechimlar batafsil tahlil qilindi. Shuningdek, zamonaviy boshqaruv tizimlari, raqamli texnologiyalar va Smart Grid konsepsiyasi orqali elektr energiyasi ta'minotida yuqori darajadagi barqarorlikka erishish masalalari ko'rib chiqildi.

ASOSIY QISM

Elektr energetika tizimlarining ishonchliligi - bu tizimning barcha sharoitlarda, jumladan, yuklama o'zgarishlari, avariya holatlari yoki tashqi ta'sirlar ostida ham uzluksiz va sifatli ishlash qobiliyatidir. Ishonchlilik darajasi yuqori bo'lgan tizimlar energiya uzatishda minimal yo'qotishlarga ega bo'ladi, iste'molchilar esa uzilishlarsiz ta'minlanadi. Shu sababli elektr energetika tizimlarining har bir elementi - generatorlardan tortib transformatorlargacha, uzatish liniyalaridan tortib boshqaruv markazlarigacha - yuqori sifat va barqarorlik talablariga javob berishi zarur.

1. Elektr energetika tizimlarida ishonchlilik tushunchasi

Elektr energetika tizimlarida ishonchlilik deganda, tizimning o'z vazifasini belgilangan texnik ko'rsatkichlar asosida bajarish va avariya holatidan tezda tiklanish qobiliyati tushuniladi. Ishonchlilikning asosiy ko'rsatkichlari quyidagilardir:

- Uzluksizlik – elektr ta'minoti to'xtovsiz amalga oshirilishi;
- Barqarorlik – kuchlanish va chastota belgilangan chegaralarda saqlanishi;
- Tez tiklanish – nosozlikdan keyin qisqa vaqt ichida tizim ishini qayta yo'lga qo'yish;
- Zaxiralilik – tizim elementlari ishdan chiqqanda ularni almashtira oluvchi zaxira manbalarning mavjudligi.

Ishonchlilikni oshirish uchun tizimning har bir elementi muvofiqlashtirilgan holda ishlashi, nazorat va boshqaruv jarayonlari esa avtomatlashtirilgan bo'lishi lozim.

2. Ishonchlilikka ta'sir etuvchi omillar

Elektr energetika tizimining ishonchliligi ko'plab texnik, tashkiliy va tabiiy omillarga bog'liq:

Texnik omillar:

- Uskunalar eskirganligi va ekspluatatsiya muddati o'tganligi;
- Transformatorlar, generatorlar va liniyalarda ortiqcha yuklama;
- Himoya relolari va avtomatik tizimlarning sozlanmaganligi;
- Energiya yo'qotishlari va kuchlanishning pasayishi.

Tashkiliy omillar:

- Texnik xizmat ko'rsatish rejimining buzilishi;
- Malakali mutaxassislar yetishmasligi;
- Favqulodda holatlarda noto'g'ri boshqaruv qarorlari;
- Energetik tizimlarni modernizatsiya qilishda moliyaviy cheklovlar.

Tabiiy omillar:

- Kuchli shamollar, yashin, qor bo'ronlari, issiq va sovuq ekstremallari;
- Zilzila yoki suv toshqinlari kabi tabiiy ofatlar.

Bularning barchasi tizimning ishlash barqarorligiga bevosita ta'sir qiladi.

3. Ishonchlilikni oshirish yo'nalishlari

Elektr energetika tizimlari ishonchliligini oshirish uchun quyidagi texnik va tashkiliy chora-tadbirlar amalga oshiriladi:

a) Modernizatsiya va texnik yangilanish

Ko'plab mintaqalarda elektr uzatish tarmoqlari 30–40 yildan ortiq vaqt oldin qurilgan. Ularning texnik darajasi hozirgi yuklamalarni ko'tara olmaydi. Shu sababli eskirgan transformatorlar, uzatish liniyalari, kabellar va taqsimlovchi qurilmalar bosqichma-bosqich yangilanmoqda.

b) Avtomatlashtirish va raqamli boshqaruv tizimlari

Zamonaviy SCADA va Smart Grid tizimlari yordamida elektr tarmoqlarining har bir nuqtasi onlayn kuzatib boriladi. Bu tizimlar real vaqt rejimida kuchlanish, tok, chastota va yuklamani nazorat qilib, avariya holatlarini oldindan aniqlash imkonini beradi.

c) Zaxira manbalar va taqsimlangan energiya tizimlari

Tizim ishonchliligini oshirishda zaxira manbalar muhim o'rin tutadi. Masalan, yirik sanoat korxonalarida qo'shimcha dizel-generatorlar, quyosh panellari yoki

akkumulyator bloklari o'rnatiladi. Bu manbalar tarmoqda uzilish sodir bo'lganda iste'molchilarga energiya uzluksiz yetkazib berishni ta'minlaydi.

d) Energiya samaradorligini oshirish

Elektr tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish ham ishonchlilikka bevosita ta'sir etadi. Kuchlanish transformatsiyasi jarayonlarini optimallashtirish, yuqori samarali izolyatorlar va o'tkazgichlardan foydalanish yo'qotishlarni kamaytiradi va tizimning barqaror ishlashiga yordam beradi.

e) Kadrlar tayyorlash va texnik xizmat

Har qanday avtomatlashtirilgan tizim ham malakali mutaxassislarni talab qiladi. Shu bois energetika sohasida yuqori malakali inzyener va texnik xodimlarni tayyorlash, ularning bilimini doimiy oshirish tizim ishonchliligini ta'minlovchi eng muhim omillardan biridir.

4. Smart Grid va raqamli energetikaning o'rni

Smart Grid — bu "aqlli" elektr tarmoqlari bo'lib, ular ma'lumotlarni uzluksiz tahlil qilib, yuklamani muvozanatlashtirish, avariya holatlarining oldini olish va energiya ta'minotini optimallashtirish imkonini beradi. Smart Grid tizimlari yordamida:

- Elektr energiyasi oqimi real vaqt rejimida boshqariladi;
- Iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilar o'rtasida ikki tomonlama axborot almashuvi ta'minlanadi;
- Energiya yo'qotishlari kamayadi;
- Ta'minot ishonchliligi yuqori darajaga ko'tariladi.

Bugungi kunda ko'plab rivojlangan davlatlar (AQSh, Germaniya, Yaponiya va boshqalar) elektr tarmoqlarini raqamli boshqaruv tizimlariga o'tkazmoqda. Bu tajriba O'zbekiston energetika tizimi uchun ham dolzarb bo'lib, mamlakatda raqamli energetika konsepsiyasini joriy etish ishlari boshlangan.

5. Energetika tizimi ishonchliligini oshirishda istiqbolli yo'nalishlar

Kelgusida elektr energetika tizimlari quyidagi yo'nalishlar asosida yanada barqarorlashtirilishi mumkin:

- Sun'iy intellekt asosida ishlovchi monitoring tizimlarini yaratish;
- Avtonom energiya manbalarini (quyosh, shamol, biogaz) tarmoqqa integratsiyalash;
- Tarmoqlarda "energiya saqlovchi qurilmalar"dan keng foydalanish;
- Energetik xavfsizlikni ta'minlash uchun kiberxavfsizlik chora-tadbirlarini kuchaytirish.

Adabiyotlar tahlili.

Elektr energetika tizimlari ishonchliligini oshirish masalasi dunyo miqyosida keng o'rganilgan va dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biridir. Turli mamlakatlarda olib borilgan tadqiqotlar elektr ta'minoti tizimlarining barqarorligini ta'minlash uchun texnik, tashkiliy va raqamli yondashuvlarning birgalikda qo'llanilishi eng samarali natija berishini ko'rsatmoqda.

1. Xorijiy adabiyotlarda yondashuvlar

Yevropa Ittifoqi davlatlarida (xususan, Germaniya, Shvetsiya va Niderlandiyada) elektr energetika tizimlari ishonchliligini ta'minlashda Smart Grid texnologiyalarini joriy etish keng qo'llanilmoqda. Masalan, European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) tashkiloti tomonidan ishlab chiqilgan "Grid Reliability Framework" (2022) hujjatida elektr tarmoqlarining uzluksiz ishlashi uchun raqamli nazorat, prognozlash algoritmlari va energiya saqlash texnologiyalarining ahamiyati ta'kidlangan. Amerikalik olimlar J. Wood va B. Wollenberg o'zlarining mashhur "Power Generation, Operation and Control" (John Wiley & Sons, 2018) asarida elektr tizimlarini boshqarishda redundant configuration (zaxira tizimlar), load forecasting (yuklama prognozi) va reliability assessment (ishonchlilikni baholash) metodlarini keng tahlil qilganlar. Ularning fikricha, ishonchlilikni ta'minlashning asosiy sharti tizimni oldindan bashorat qilish va nosozlikka bardoshli tarzda loyihalashdir. Yaponiyada esa Tokyo Electric Power Company (TEPCO) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan "Self-Healing Grid" konsepsiyasi muhim ahamiyatga ega. Ushbu tizimda elektr tarmoqlari o'z holatini real vaqt rejimida tahlil qilib, avariya sodir bo'lganda energiya oqimini avtomatik ravishda boshqa yo'nalishga o'tkazadi. Bu yondashuv elektr ta'minoti uzilishlarini 40% gacha kamaytirgan.

2. MDH va O'zbekiston olimlarining tadqiqotlari

Rossiya Federatsiyasida elektr energetika tizimlarining ishonchliligini oshirish borasida professor V. M. Bezrukix va N. A. Knyazevlarning ishlari muhim o'rin tutadi. Ular "Надежность электроэнергетических систем" (МЭИ, 2019) asarida ishonchlilikning statistik modellarini ishlab chiqqan hamda elektr stansiyalarining avariya holatlarida ishlashini baholovchi matematik algoritmlar taklif etgan. O'zbekiston olimlari orasida T. S. Ergashev, A. R. Uralov va Sh. A. Sattorovlarning ishlari alohida e'tiborga loyiq. Ular "O'zbekiston energetika tizimlarining ishonchliligi va barqarorligini oshirish masalalari" (Toshkent, TSTU, 2020) nomli ilmiy maqolalar to'plamida respublika elektr tarmoqlarining mavjud muammolari, eskirgan jihozlar ulushi va avtomatlashtirish tizimlarining yetarli darajada joriy etilmagani haqida tahliliy ma'lumotlar keltirgan. Tadqiqotchilar ishonchlilikni oshirishda energiya manbalarining diversifikatsiyasi (quyosh, shamol, gidro manbalarini birlashtirish) muhim rol o'ynashini ta'kidlaydi. Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Energetika

vazirligi tomonidan 2022–2025 yillar uchun qabul qilingan “Raqamli energetika dasturi” ham sohadagi ishonchlilikni oshirishga qaratilgan. Ushbu dasturda energiya tizimlarini avtomatlashtirish, dispetcherlik markazlarini yagona boshqaruv tizimiga birlashtirish va SCADA tizimlarini joriy etish rejalashtirilgan.

3. Adabiyotlar tahlilidan xulosa

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, elektr energetika tizimlarining ishonchliligi masalasi faqat texnik yechimlar bilan cheklanmaydi. Bu ko'p omilli muammo bo'lib, unda texnologik modernizatsiya, raqamli boshqaruv, inson omilini kamaytirish, hamda energiya manbalarining xilma-xilligini ta'minlash muhim o'rin tutadi. Xorijiy tajribalar, xususan Smart Grid va Self-Healing Grid tizimlari, O'zbekiston sharoitida ham qo'llashga yaroqli bo'lib, ularni bosqichma-bosqich joriy etish energetika tizimi ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

XULOSA

Elektr energetika tizimlari ishonchliligi bugungi kunda mamlakat iqtisodiyotining barqaror rivojlanishini ta'minlovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Tizimning ishonchli ishlashi nafaqat ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini, balki ijtimoiy sohalarning samarali faoliyat yuritishini ham kafolatlaydi. Shu sababli elektr energiyasi ta'minotida uzilishlar, kuchlanish tebranishlari yoki avariya holatlarini kamaytirish davlat miqyosida ustuvor vazifa sifatida qaralishi lozim. Yuqorida o'rganilgan adabiyotlar va tahlillar shuni ko'rsatadiki, elektr energetika tizimlari ishonchliligini oshirish faqat bitta texnik yechim bilan emas, balki kompleks yondashuv orqali amalga oshiriladi. Buning uchun quyidagi yo'nalishlar dolzarb ahamiyat kasb etadi:

1. Texnik modernizatsiya – eskirgan uskunalarni zamonaviy, energiya tejamkor va yuqori samarali qurilmalar bilan almashtirish.

2. Avtomatlashtirish va raqamli boshqaruv tizimlari – SCADA, Smart Grid, IoT texnologiyalarini joriy etish orqali tarmoqlarni real vaqt rejimida nazorat qilish.

3. Energiya manbalarini diversifikatsiyalash – quyosh, shamol va boshqa qayta tiklanadigan energiya manbalarini tizimga integratsiyalash orqali markazlashgan tarmoqlarga bo'lgan yuklamani kamaytirish.

4. Texnik xizmat va profilaktika tizimini takomillashtirish – muntazam monitoring, avtomatik diagnostika va avariya oldini olish choralarini kuchaytirish.

5. Kadrlar salohiyatini oshirish – energetika sohasida ishlovchi muhandis va texnik xodimlarning malakasini doimiy oshirish, yangi texnologiyalarni amaliyotda qo'llay oladigan mutaxassislar tayyorlash.

Shuningdek, ishonchlilikni oshirish jarayonida inson omilini kamaytirish, tizimni sun'iy intellekt va avtomatik boshqaruv vositalari yordamida nazorat qilish ham

muhim ahamiyatga ega. Bunday yondashuv tizimdagi xatoliklar ehtimolini kamaytiradi, favqulodda holatlarda tezkor reaksiya imkonini yaratadi va energiya uzatish jarayonini yanada barqaror qiladi.

Xulosa qilib aytganda, elektr energetika tizimlari ishonchliligini oshirish – bu texnik, tashkiliy va ilmiy yondashuvlarning uyg'unligidan iborat murakkab jarayondir. O'zbekiston sharoitida raqamli energetika, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va qayta tiklanadigan energiya manbalarini birgalikda rivojlantirish orqali elektr energiyasi ta'minotining barqarorligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Wood, A. J., Wollenberg, B. F. Power Generation, Operation and Control. – 3rd Edition. – John Wiley & Sons, New York, 2018. – 642 p.
2. ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity). Grid Reliability Framework and Methodologies. – Brussels, 2022.
3. Tokyo Electric Power Company (TEPCO). Self-Healing Smart Grid Concept. – Tokyo, Japan, 2020.
4. Bezrukikh, V. M., Knyazev, N. A. Надежность электроэнергетических систем. – Москва: Издательство МЭИ, 2019. – 355 с.
5. Ergashev, T. S., Uralov, A. R., Sattorov, Sh. A. O'zbekiston energetika tizimlarining ishonchliligi va barqarorligini oshirish masalalari. – Toshkent: TSTU ilmiy to'plami, 2020. – 125 b.
6. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. 2022–2025 yillarda "Raqamli energetika dasturi". – Toshkent, 2022.
7. Islomov, D. S., Shukurov, F. T. "Elektr energetika tizimlarini avtomatlashtirish va ularning ishonchliligini oshirish omillari." // Toshkent davlat texnika universiteti axborotnomasi., №3, 2021. – B. 45–52.
8. Qodirov, M. N. Energetika tizimlarida avariya holatlarini oldini olish usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2023. – 210 b.
9. IEEE Power and Energy Society. Reliability Standards for Electric Power Systems. – IEEE Publications, USA, 2021.
10. Rahmonov, B. A. "Smart Grid texnologiyalarining O'zbekiston elektr tarmoqlarida qo'llanish istiqbollari." // Energetika va muhandislik jurnali., №2, 2022. – B. 67–73.