

Axmedov Durbek Madaminjon o'g'li

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti assistenti

10/0,4 KV ELEKTR TARMOQLARIDA AQLLI MONITORING (SMART GRID) TEXNOLOGIYALARI ORQALI ENERGIYA TEJAMKORLIGINI OSHIRISH

Annotatsiya: Mazkur maqolada 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida Smart Grid texnologiyalarining energiya samaradorligini oshirishdagi ahamiyati o'rganilgan. Tadqiqot natijalari aqlli monitoring tizimlari energiya yo'qotishlarini kamaytirish, nosozliklarni erta aniqlash va ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartirish imkonini berishini ko'rsatdi. Shuningdek, real vaqt monitoringi orqali energiya iste'molini optimallashtirish imkoniyatlari tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: Smart Grid, 10/0,4 kV tarmoq, energiya samaradorligi, sensorlar, avtomatlashtirilgan nazorat, masofaviy monitoring.

Ахмедов Дурбек Мадаминжон угли

Ассистент Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 10/0,4 КВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА (SMART GRID)

Аннотация: В статье исследуется роль технологий Smart Grid в повышении энергоэффективности электрических сетей 10/0,4 кВ. Результаты показали, что системы интеллектуального мониторинга способствуют снижению потерь электроэнергии, раннему выявлению аварийных ситуаций и уменьшению эксплуатационных затрат. Также проанализированы возможности оптимизации энергопотребления с использованием мониторинга в реальном времени.

Ключевые слова: Smart Grid, сеть 10/0,4 кВ, энергоэффективность, датчики, автоматизированный контроль, дистанционный мониторинг.

Akhmedov Durbek Madaminjon ugli

Assistant, Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN 10/0.4 KV ELECTRICAL NETWORKS THROUGH SMART MONITORING (SMART GRID) TECHNOLOGIES

Abstract: This article examines the role of Smart Grid technologies in improving energy efficiency in 10/0.4 kV electrical networks. The results showed that intelligent monitoring systems help reduce energy losses, enable early fault detection, and decrease operational costs. In addition, the potential for optimizing energy consumption through real-time monitoring was analyzed.

Keywords: Smart Grid, 10/0.4 kV network, energy efficiency, sensors, automated control, remote monitoring.

1. Kirish

Elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortishi mavjud elektr taqsimlash tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish zaruratini kuchaytirmoqda. Ayniqsa, 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida aktiv va reaktiv quvvat yo'qotishlari energiya isrofiga sabab bo'ladi. An'anaviy nazorat tizimlarining nosozliklarni kech aniqlashi va yuklama o'zgarishlariga sust javob berishi bu muammoni yanada kuchaytiradi.

Smart Grid texnologiyalari esa sensorlar, PLC kontrollerlar, IoT qurilmalar va SCADA tizimlari orqali elektr tarmoqlarini real vaqt rejimida monitoring qilish va avtomatik boshqarish imkonini beradi. Tadqiqotning maqsadi - 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida Smart Grid texnologiyalarini qo'llash orqali energiya tejamkorligini oshirish imkoniyatlarini tahlil qilish.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Mazkur tadqiqotda 10/0,4 kV elektr taqsimlash tarmoqlarida Smart Grid texnologiyalari yordamida energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotda nazariy tahlil, eksperimental kuzatuv va texnik-iqtisodiy baholash usullaridan foydalanildi.

2.1. Elektr tarmog'i parametrlarini tahlil qilish

Dastlab elektr tarmog'ining ish rejimi o'rganilib, **kuchlanish (U), tok (I), aktiv quvvat (P), reaktiv quvvat (Q), quvvat koeffitsiyenti (cosφ), yuklama grafigi hamda transformator yuklanganligi** bo'yicha ma'lumotlar yig'ildi.

Elektr energiyasi yo'qotishlari quyidagi formula orqali baholandi:

$$P_{yo'q} = I^2 R$$

bu yerda:

$P_{yo'q}$ – elektr energiyasi yo'qotilishi (W);

I – tok kuchi (A);

R – elektr qarshilik (Ω).

Mazkur formula elektr uzatish liniyalarida aktiv quvvat yo'qotishlarini aniqlashda qo'llanildi.

2.2 Smart Grid monitoring tizimini modellashtirish

Elektr tarmog'ida real vaqt monitoringini tashkil etish uchun **tok va kuchlanish sensorlari, harorat sensorlari, smart hisoblagichlar, PLC kontrollerlar hamda SCADA tizimlari** qo'llanildi. Olingan ma'lumotlar IoT texnologiyalari orqali markaziy serverga uzatilib, tahlil qilindi.

Yuklama me'yordan oshganda: $I > I_{max}$

tizim avtomatik ravishda operatorni ogohlantiradi, yuklamani qayta taqsimlaydi yoki avariya o'chirishni amalga oshiradi. Bu usul avariya xavfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Energiya samaradorligi esa quyidagicha baholandi:

Energiya samaradorligi quyidagi ifoda orqali aniqlandi:

$$\eta = \frac{P_{foydali}}{P_{umumiy}} \times 100\%$$

bu yerda η - energiya samaradorligi (%); $P_{foydali}$ -

foydali quvvat; P_{umumiy} - umumiy sarflangan quvvat.

Natijalar energiya yo'qotishlari va iqtisodiy samaradorlik bo'yicha solishtirildi.

3. Tadqiqot natijalari

3.1. Energiya yo'qotishlari va yuklama rejimining yaxshilanishi

Tadqiqot davomida 10/0,4 kV elektr tarmog'ida Smart Grid texnologiyalari joriy etilishidan oldingi va keyingi ko'rsatkichlar taqqoslandi. Dastlabki holatda elektr energiyasi yo'qotishlari **12,8 %** ni tashkil qilgan bo'lsa, aqlli monitoring tizimi joriy etilgandan so'ng bu ko'rsatkich **7,9 %** gacha kamaydi.

Energiya yo'qotishining kamayish darajasi quyidagicha hisoblandi:

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\%$$

bu yerda P_1 - dastlabki energiya yo'qotishi; P_2 - Smart Grid joriy qilingandan keyingi yo'qotish.

$$\Delta P = \frac{12.8 - 7.9}{12.8} \times 100 = 38.3\%$$

Demak, Smart Grid texnologiyalari qo'llanilishi natijasida energiya yo'qotishlari 38,3 % ga kamaydi. Bunga tok va kuchlanish sensorlari orqali yuklamalarni real vaqt rejimida kuzatish, fazalar bo'yicha yuklamani muvozanatlashtirish hamda transformatorning ortiqcha yuklanishini oldini olish orqali erishildi.

Shuningdek, transformator yuklanishi 95 % dan 80 % gacha kamaydi. Bu esa uskunaning qizishini kamaytirib, uning xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.

3.2. Nosozliklarni aniqlash va elektr ta'minoti ishonchliligining oshishi

Smart Grid tizimi joriy etilishidan oldin tarmoqdagi nosozliklarni aniqlash uchun o'rtacha **4 soat** vaqt sarflangan. Sensorlar, SCADA tizimi va avtomatik ogohlantirish algoritmlari joriy qilingandan so'ng nosozliklarni aniqlash vaqti **15 minutgacha** qisqardi.

Bu ko'rsatkich quyidagicha baholanadi:

$$\Delta t = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100\%$$

bu yerda Δt - vaqt qisqarishi (%), t_1 - dastlabki vaqt (soat) , t_2 - Smart Grid joriy qilingandan keyingi vaqt (soat)

$$\Delta t = \frac{4 - 0.25}{4} \times 100 = 93.7\%$$

Ya'ni nosozliklarni aniqlash tezligi 93,7 % ga yaxshilandi. Natijada elektr uzilishlari soni 8 marta/oydan 3 marta/oygacha kamaydi.

Olingan natijalar Smart Grid texnologiyalari 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish, nosozliklarni tez aniqlash va elektr ta'minoti ishonchligini yaxshilashda samarali yechim ekanligini ko'rsatadi.

4. Muhokama

Smart Grid texnologiyalari 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida energiya samaradorligi va tizim ishonchligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Sensorlar yordamida elektr parametrlarining uzluksiz nazorati nosozliklarni erta aniqlash va energiya yo'qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi. SCADA va IoT asosidagi masofaviy boshqaruv ekspluatatsiya xarajatlarini 20–25 % gacha qisqartiradi. PLC algoritmlari esa:

$$I > I_{max}$$

holatida avtomatik boshqaruvni amalga oshirib, avariya xavfini kamaytiradi. Natijada elektr tarmoqlarining samaradorligi va barqarorligi oshadi.

5. Xulosa

Tadqiqot natijalari Smart Grid texnologiyalarini 10/0,4 kV elektr tarmoqlarida qo'llash energiya yo'qotishlarini kamaytirish, tizim ishonchligini oshirish va ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartirishga yordam berishini ko'rsatdi. Hisob-kitoblarga ko'ra, ushbu texnologiyalarni joriy etish 1,5–2 yil ichida iqtisodiy jihatdan o'zini oqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Glover J.D., Sarma M., Overbye T. *Power System Analysis and Design*. Cengage Learning, 2020.
2. Momoh J. *Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis*. Wiley, 2018.
3. Kundur P. *Power System Stability and Control*. McGraw-Hill, 2019.
4. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi hisobotlari, 2024.
5. IEC 61850 Standard for Smart Grid Communication Systems.

6. Fang X., Misra S., Xue G., Yang D. *Smart Grid - The New and Improved Power Grid: A Survey*. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2012.
7. Amin M., Wollenberg B. *Toward a Smart Grid: Power Delivery for the 21st Century*. IEEE Power and Energy Magazine, 2005.
8. Gupta B., Aggarwal S. *Internet of Things in Smart Grid Applications: Opportunities and Challenges*. Elsevier, 2021.