TARQATISH TARMOQLARIDA ELEKTR YUKLAMALARINI QISQA MUDDATLI PROGNOZLASHDA MLP VA ARIMA MODELLARINING QIYOSIY TAHLILI

Jabborova Sumbula Hakim qizi
"Elektr muhandisligi" kafedrasi magistratura bitiruvchisi
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti

Annotatsiya. *Ushbu maqola hududiy taqsimlash tarmoqlarining elektr energiyasi yuklamalarini qisqa muddatli prognozlash masalalarini ilmiy asosda o'rganishga bag'ishlangan. Maqolada tarmoq yuklama grafiklarining o'zgarish xarakterini aniqlashda an'anaviy ARIMA modeli hamda zamonaviy sun'iy neyron tarmoqlarining Ko'p qatlamli perseptron (MLP – Multi-Layer Perceptron) arxitekturasi qiyosiy tahlil qilingan. Energiya samaradorligini oshirish, tarmoqdagi texnologik yo'qotishlarni kamaytirish va dispetcherlik boshqaruvini optimallashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

Kalit so'zlar: *tarqatish tarmoqlari, elektr yuklamalari, qisqa muddatli prognozlash, MLP, ARIMA, sun'iy neyron tarmoqlari, dispetcherlik boshqaruvi, energiya samaradorligi, MAPE.*

Аннотация. *Эта статья посвящена научному изучению вопросов краткосрочного прогнозирования электрических нагрузок региональных распределительных сетей. В статье проведен сравнительный анализ традиционной модели ARIMA и архитектуры искусственных нейронных сетей многослойного персептрона (MLP) при определении характера изменения графиков нагрузки сети. Разработаны научно обоснованные рекомендации по повышению энергоэффективности, снижению технологических потерь в сети и оптимизации диспетчерского управления.*

Ключевые слова: *распределительные сети, электрические нагрузки, краткосрочное прогнозирование, MLP, ARIMA, искусственные нейронные сети, диспетчерское управление, энергоэффективность, MAPE.*

Annotation. *This article is dedicated to the scientific study of short-term forecasting of electrical loads in regional distribution networks. The article provides a comparative analysis of the traditional ARIMA model and the architecture of artificial neural networks of a multi-layer perceptron (MLP) in determining the nature of changes in network load schedules. Scientifically grounded recommendations have been developed to improve energy efficiency, reduce technological losses in the network, and optimize dispatch control.*

Keywords: *distribution networks, electrical loads, short-term forecasting, MLP, ARIMA, artificial neural networks, dispatch control, energy efficiency, MAPE.*

Kirish. Hozirgi vaqtda energiya tizimlarida raqamlashtirish jarayonlarining tezlashishi, qayta tiklanadigan energiya manbalari ulushining ortishi va iste'molchilar sonining ko'payishi elektr tarmoqlarini boshqarishni murakkablashtiradi. Bunday sharoitlarda elektr yuklamalarini ishonchli prognozlash mintaqaviy tarqatish tarmoqlarining barqaror rejimlarini saqlab qolish, dispetcherlik boshqaruvini optimallashtirish va texnologik yo'qotishlarni kamaytirish uchun dolzarb ilmiy va amaliy vazifalardan biridir.

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi. Elektr yuklamalarini prognozlashda turli xil statistik va intellektual yondashuvlar qo'llaniladi. Xususan, vaqt qatorlari tahlilida keng qo'llaniladigan ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modeli o'tmishdagi qiymatlar va tasodifiy xatolar o'rtasidagi chiziqli munosabatlarni modellashtirishda yaxshi natijalar beradi. Biroq, zamonaviy tarmoqlarda yuklama grafiklarida kuzatiladigan chiziqli bo'lmagan tebranishlar va keskin o'zgarishlarni to'liq tavsiflashda statistik modellarning imkoniyatlari cheklangan.

Ushbu cheklovlarni bartaraf etish uchun ushbu tadqiqotda sun'iy neyron tarmoqlarining ko'p qatlamli perseptron (MLP) arxitekturasi amalga oshirildi. MLP tarmoqlari o'quv jarayonida kirish va chiqish parametrlari o'rtasidagi murakkab chiziqli bo'lmagan munosabatlarni o'rganish qobiliyatiga ega. Tadqiqot davomida modellar haqiqiy mintaqaviy tarmoqdan olingan o'lchov ma'lumotlari asosida o'qitildi va sinovdan o'tkazildi. Modellarning bashorat qilish aniqligini baholash uchun o'rtacha mutlaq foiz xatosi (MAPE) ko'rsatkichi ishlatilgan. Olingan qiyosiy natijalar shuni ko'rsatdiki, klassik ARIMA modeli barqaror va tekis yuklama rejimlarida yaxshi ishlagan bo'lsa-da, xatolik ko'rsatkichi kun davomida eng yuqori yuklama soatlarida oshgan.Aksincha, MLP neyron tarmog'iga asoslangan yondashuv yuklama jadvalidagi o'zgarishlarga tezda moslashdi va MAPE mezonining qiymatini sezilarli darajada kamaytirdi. Xususan, neyron tarmoq modeli orqali olingan bashorat qilish natijalari tarmoqning ortiqcha yuklamalarning oldini olishda yuqori aniqlikni ta'minladi.

Xulosa. Tarqatish tarmoqlarida qisqa muddatli yuklama prognozlarini yaratishda an'anaviy ARIMA modellari bilan birga sun'iy neyron tarmoqlarining MLP arxitekturasidan foydalanish tavsiya etiladi. Bu tarmoq rejimlarini operatsion boshqarish bo'yicha qabul qilinadigan qarorlar sifatini yaxshilaydi, ishonchlilikni oshiradi va energiya yo'qotishlarini kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasining 07.08.2024-yildagi O‘RQ-940-sonli “Energiya tejash, undan oqilona foydalanish va energiya samaradorligini oshirish to‘g‘risida”gi qonuni.
2. M.K.Bobojanov, S.Mahmutkhonov, and S.Aytbaev. Investigation of the problems nonsinusoidal of the voltage form. AIP Conference Proceedings, 2552, 050011, (2023), https://doi.org/10.1063/5.0113890
3. M.K.Bobojanov, R.Ch.Karimov, T.H.Qosimov, S.D.Zh.Dzhuraev. Development and experimental study of circuits of contactless device for automation of compensation of reactive power of capacitor batteries. E3S Web of Conferences, 289, 07012, (2021), https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128907012
4. R.Karimov, M.Bobojanov. Analysis of voltage stabilizers and non-contact relays in power supply systems. E3S Web of Conferences, 216, 01162, (2020), https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601162
5. R.Ch.Karimov, M.K.Bobojanov, A.N.Rasulov, E.G.Usmanov. Controlled switching circuits based on non-linear resistive elements. E3S Web of Conferences, 139, 01039, (2019), https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901039
6. Каримов Р.Ч. Повышение качества электроэнергии на базе бесконтактных коммутирующих устройств. Диссертация к.т.н., 05.05.02: – Ташкент.: 2019, – С.110.
7. Э.Г.Усманов, Б.М.Хусанов. Устройство для автоматического изменения коэффициента трансформации у трансформаторов 6-10/0,4 кВ. Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Т.: Специальный выпуск. 2021, – С.115-118.
8. R.Ch.Karimov, D.Sh.Xushvaktov, D.X.Khalmanov. Study of Current Stabilization Based on a Magnetic Amplifier with a Control Circuit in Electrical Engineering Systems. AIP Conference Proceedings, 3152(1), 050017, (2024), https://doi.org/10.1063/5.0218811