

RAQAMLI RELALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA NOSIMMETRIK
QISQA TUTASHUVLARNI ANIQLASH VA PROGNOZ QILISH

Maxamatxo'djayev Ramziddin Hasan o'g'li

Nurmatov Obid Yoqubboyevich

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Ushbu maqolada elektr energiya tizimida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va oldindan prognoz qilishda raqamli relalar va sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining qo'llanilishi tahlil qilinadi. Nosimmetrik qisqa tutashuvlar tizimning barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatib, transformatorlar, generatorlar va uzatish liniyalarida ortiqcha yuklanish va favqulodda holatlar yuzaga kelishiga olib keladi. Maqolada zamonaviy raqamli relalar yordamida nosimmetrik oqimlar real vaqt rejimida kuzatilib, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida qisqa tutashuvlarni prognoz qilish va ularni oldini olish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlashning aniqligi, tezkorligi va tizim barqarorligiga ta'siri tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari elektr energiya tizimining xavfsizligini oshirish va favqulodda holatlarni minimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar beradi.*

Kalit so'zlar. *nosimmetrik qisqa tutashuv, raqamli relalar, sun'iy intellekt, prognozlash, elektr energiya tizimi, tizim barqarorligi, real vaqt monitoring*

Kirish.

Elektr energiya tizimlarida nosimmetrik qisqa tutashuvlar tizim barqarorligini pasaytiradigan va qurilmalarga zarar yetkazadigan eng muhim favqulodda hodisalardan biridir. Bunday qisqa tutashuvlar fazalar orasidagi yoki faza va yer orasidagi oqimlarning muvozanatsizligi natijasida yuzaga keladi va transformatorlar, generatorlar hamda uzatish liniyalarida ortiqcha yuklanishga sabab bo'ladi. An'anaviy himoya vositalari, jumladan tok relalari va simmetrik sharoitlarda ishlovchi avtomatik tizimlar, nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida yetarli darajada tezkor javob bera olmaydi, bu esa tizim xavfsizligini to'liq ta'minlamaslik va favqulodda holatlar yuzaga kelish xavfini oshiradi.

So'nggi yillarda raqamli relalar va sun'iy intellekt texnologiyalari elektr energiya tizimlarida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilishda yangi imkoniyatlar yaratdi. Raqamli relalar real vaqt rejimida tizim oqimlari va kuchlanishlarini kuzatib, nosimmetrik hodisalarni aniqlashga imkon beradi, sun'iy intellekt algoritmlari esa tizimdagi tendensiyalarni o'rganib, qisqa tutashuvlarning yuzaga kelishini oldindan prognoz qilishi mumkin. Bu kombinatsiya tizim barqarorligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish va favqulodda holatlarni oldini olishda samarali yechim hisoblanadi.

Ushbu maqolada raqamli relalar va sun'iy intellekt asosida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish metodlari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida

tizimdagi oqim va kuchlanish ma'lumotlari real vaqt monitoring orqali yig'ilib, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida qisqa tutashuvlarning yuzaga kelish ehtimoli baholandi. Natijalar elektr energiya tizimining xavfsizligini oshirish, favqulodda holatlarni minimallashtirish va zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish imkoniyatlarini ochib beradi.

Materiallar va usullar.

Tadqiqotda nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish jarayonida raqamli relalar va sun'iy intellekt (AI) texnologiyalari integratsiyasi asosiy usul sifatida qo'llanildi. Elektr energiya tizimining simulyatsion modeli yaratilib, unda transformatorlar, generatorlar va uzatish liniyalari hisobga olindi. Model orqali turli turdagi nosimmetrik qisqa tutashuvlar — fazalar orasidagi va faza–yer qisqa tutashuvlar — hosil qilinib, tizimning dinamik reaksiyasi tahlil qilindi.

Raqamli relalar tizimdagi oqim va kuchlanishlarni real vaqt rejimida kuzatib, nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash imkonini beradi. Signallarni qayta ishlash jarayonida shovqin va vaqtinchalik o'zgarishlar filtrlanadi, oqim va kuchlanishning aniq dinamik parametrlarini olish uchun signalni normalizatsiya qilish va interpolatsiya metodlari qo'llaniladi. Shuningdek, tizimdan olingan ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlariga kiritilib, qisqa tutashuvning yuzaga kelish ehtimoli prognoz qilinadi.

Sun'iy intellekt metodlari sifatida LSTM (Long Short-Term Memory) va GRU (Gated Recurrent Unit) neyron tarmoqlari qo'llanilib, vaqt ketma-ketliklaridagi murakkab o'zaro bog'liqliklar o'rganildi. Model o'qitishda ma'lumotlar 70/20/10 nisbatda trening, validatsiya va test to'plamlariga bo'lingan. Bundan tashqari, turli bartaraf etish strategiyalari, jumladan uzatish liniyalarini izolyatsiya qilish, signalizatsiya va favqulodda himoya choralarining samaradorligi tahlil qilindi.

Shu tarzda raqamli relalar va AI integratsiyasi yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish tizimi sinovdan o'tkazildi, tizim barqarorligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish va favqulodda holatlarni minimallashtirish bo'yicha amaliy natijalar olindi.

Natijalar

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli relalar va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish yuqori samaradorlik bilan amalga oshiriladi. Simulyatsiya davomida turli turdagi nosimmetrik qisqa tutashuvlar — fazalar orasidagi va faza–yer qisqa tutashuvlar — tizimda hosil qilindi. Raqamli relalar yordamida nosimmetrik oqimlarni aniqlash aniqligi 93–97% oralig'ida bo'ldi, tizimning favqulodda holatlarga javob berish tezligi esa 0,12–0,18 sekund atrofida kuzatildi.

Sun'iy intellekt algoritmlari, xususan LSTM va GRU tarmoqlari, tizimdan olingan real vaqt ma'lumotlarini tahlil qilib, nosimmetrik qisqa tutashuvning yuzaga kelish ehtimolini oldindan prognoz qildi. Prognozlash aniqligi LSTM modelida 95%, GRU modelida esa 92% ni tashkil etdi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt asosidagi tizimlar tizim

xavfsizligini oshirish va favqulodda holatlarning oldini olishda an'anaviy relalarga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega.

Shuningdek, tadqiqot davomida turli uzatish liniyalari va transformatorlarni himoya qilish bo'yicha strategiyalar solishtirildi. Avtomatik izolyatsiya va signalizatsiya tizimlari yordamida favqulodda oqimlarning ta'siri kamaytirildi va tizim barqarorligi 88–94% darajada saqlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli relalar va AI algoritmlarining integratsiyasi nosimmetrik qisqa tutashuvlarni tezkor aniqlash va prognoz qilish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish hamda tizim barqarorligini oshirish imkonini beradi.

Muhokamalar.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli relalar va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish tizim barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. An'anaviy tok relalari faqat simmetrik sharoitlarda samarali ishlashiga qaramay, nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida javob tezligi yetarli emasligi aniqlangan. Bu esa tizim xavfsizligini to'liq ta'minlamaslik va favqulodda holatlar yuzaga kelish xavfini oshiradi.

Raqamli relalar real vaqt rejimida tizim oqimlari va kuchlanishlarini kuzatib, nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash imkonini beradi. Sun'iy intellekt algoritmlari esa tizimdagi ma'lumotlar asosida hodisalarni prognoz qilib, nosimmetrik qisqa tutashuvlarning yuzaga kelish ehtimolini oldindan aniqlash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, LSTM va GRU tarmoqlari yordamida prognozlash aniqligi 92–95% darajasida bo'lib, tizim xavfsizligi va favqulodda holatlarning oldini olishda yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Shuningdek, tadqiqot turli nosimmetrik qisqa tutashuv turlarining tizimga turlicha ta'sirini aniqladi. Eng xavfli holatlar faza–yer qisqa tutashuvlarida kuzatildi, bu esa himoya vositalari va monitoring tizimlarining tezkorligi va aniqligi muhimligini ko'rsatadi. Avtomatik izolyatsiya va signalizatsiya tizimlari ushbu xavfni sezilarli darajada kamaytiradi, energiya yo'qotishlarni minimallashtiradi va tizim barqarorligini oshiradi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, nosimmetrik qisqa tutashuvlarni bartaraf etishning samarali strategiyasi ko'p komponentli yondashuvni talab qiladi. Raqamli relalar, sun'iy intellekt algoritmlari va real vaqt monitoring vositalarining birgalikdagi ishlashi tizim barqarorligini oshiradi va favqulodda holatlarning yuzaga kelish xavfini kamaytiradi. Tadqiqot natijalari elektr energiya tizimining xavfsizligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish va zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Xulosa.

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, raqamli relalar va sun'iy intellekt algoritmlari yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va prognoz qilish tizim barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot davomida LSTM va GRU tarmoqlari yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarning yuzaga kelish ehtimoli prognoz qilinib, aniqlik darajasi

92–95% ga yetganligi aniqlangan. Shu bilan birga, raqamli relalar real vaqt rejimida oqim va kuchlanishlarni kuzatib, favqulodda holatlarni minimal darajada saqlash imkonini beradi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, an'anaviy tok relalari faqat simmetrik sharoitlarda samarali bo'lishiga qaramay, zamonaviy elektr energiya tizimlarida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni bartaraf etish uchun raqamli relalar va AI algoritmlari integratsiyasi muhim ahamiyatga ega. Ushbu kombinatsiya tizim barqarorligini oshiradi, energiya yo'qotishlarini kamaytiradi va favqulodda holatlarning yuzaga kelish ehtimolini sezilarli darajada pasaytiradi.

Kelajakda tizim xavfsizligini yanada oshirish maqsadida raqamli relalar, AI algoritmlari va real vaqt monitoring vositalarini takomillashtirish, shuningdek, nosimmetrik oqimlarni oldindan prognoz qilish va tizimni optimallashtirish bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borish tavsiya etiladi. Ushbu yondashuv elektr energiya tizimlarining ishonchligi va samaradorligini oshirishga xizmat qiladi hamda zamonaviy energetika infratuzilmasini xavfsiz boshqarish imkoniyatlarini yaratadi.

Adabiyotlar

1. Kundur, P. (2017). Power system stability and control (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
2. Anderson, P. M., & Fouad, A. A. (2008). Power system control and stability (2nd ed.). Wiley-IEEE Press.
3. Rashid, M. H., & Begum, S. (2019). Modeling and mitigation of asymmetrical short circuits in electrical power systems. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 104, 512–522. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.06.045>
4. El-Saadany, E. F., Salama, M. M. A., & Tsuji, K. (2014). Digital relays and protection of power systems. Electric Power Systems Research, 108, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2013.08.012>
5. Farrokhabadi, M., Ramezani, M., & Fotuhi-Firuzabad, M. (2021). Intelligent protection strategies for distribution networks against asymmetrical faults. Electric Power Components and Systems, 49(2), 145–158. <https://doi.org/10.1080/15325008.2020.1819002>
6. Mustafakulov, A., Ahmadjonova, U., Jo'raeva, N., & Arzikulov, F. (2021). Свойства синтетических кристаллов кварца. Физико-технологического образование, (3).
7. Мустафакулов, А. А., Джуманов, А. Н., & Арзикулов, Ф. (2021). Альтернативные источники энергии. Academic research in educational sciences, 2(5), 1227-1232.
8. Арзикулов, Ф. Ф., & Мустафакулов, А. А. (2020). Возможности использования возобновляемых источников энергии в узбекистане. НИЦ Вестник науки.
9. Mustafakulov, A. A., & Arzikulov, F. (2020). Current State Of Wind Power Industry. American Journal of Engineering And Technology.(ISSN–2689-0984). Published: September, 14, 32-36.

10. Mustafakulov, A. A., Arzikulov, F. F., & Djumanov, A. (2020). Ispolzovanie Alternativno'x Istochnikov Energii V Gorno'x Rayonax Djizakskoy Oblasti Uzbekistana. Internauka: elektron. nauchn. jurn, 41, 170.
11. Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Глава 9. Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. ББК 60, (П75), 139.
12. Islomjon, I., & Fazliddin, A. (2025). EFFICIENCY OF MOBILE APPS IN HEALTHCARE: A CASE STUDY OF MED-UZ AI. Modern American Journal of Medical and Health Sciences, 1(2), 19-24.
13. Арзикулов, Ф. Ф., & Мустафакулов, А. А. (2021). Программное обеспечение, измеряющее мощность генератора энергии ветра.
14. Arzikulov, F., & Komiljonov, A. (2025). The role of artificial intelligence in personalized oncology: predictive models and treatment optimization. Academic Journal of Science, Technology and Education, 1(6), 24-33.
15. Mustafakulov, A. A., Arzikulov, F. F., & Dzhumanov, A. (2020). Use of Alternative Energy Sources in the Mountainous Areas of the Jizzakh Region of Uzbekistan. Internauka: electron. scientific. zhurn, (41 (170)).
16. Arzikulov, F., & Komiljonov, A. (2025). AI-powered diagnostic systems in radiology: enhancing precision, speed, and clinical decision-making. Academic Journal of Science, Technology and Education, 1(6), 16-23.
17. Solidjonov, D., & Arzikulov, F. (2021). WHAT IS THE MOBILE LEARNING? AND HOW CAN WE CREATE IT IN OUR STUDYING?. Интернаука, (22-4), 19-21.
18. Arzikulov, F., & Makhsudov, V. (2025). HOW TO CALCULATE OPERATIONS ON MATRICES USING EXCEL. Modern American Journal of Engineering, Technology, and Innovation, 1(2), 119-132.
19. Baxtiyorovna, E. D., Alisherovna, F. N., & Jurayeva, U. O. N. (2024). PROPERTIES OF ELECTRON AND NEUTRON THERAPY. Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing, 2(10), 137-141.
20. Базарбаев, М. И., & Сайфуллаева, Д. И. (2022). Рахитов Б. Т., Жаева З. Р. Роль информационных технологий в медицине и биомедицинской инженерии в подготовке будущих специалистов в период цифровой трансформации в образовании. ТТА Ахборотномаси, 10(10), 8-13.
21. Марасулов, А. Ф., Базарбаев, М. И., Сайфуллаева, Д. И., & Сафаров, У. К. (2018). Подход к обучению математике, информатике, информационным технологиям и их интеграции в медицинских вузах.
22. Bazarbaev, M. I., & Sayfullaeva, D. I. (2025). WHEN ALGORITHMS MEET ANATOMY: UZBEKISTAN'S MEDICAL EDUCATION IN THE AGE OF TECHNOLOGY. Central Asian Journal of Medicine, (4), 35-39.
23. Izzatillaevna, S. D. (2025). USING MATHEMATIC-STATISTICAL METHODS IN MEDICAL RESEARCH FOR RAPID DIAGNOSIS. Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions, 3(5), 71-74.

24. Gafforov, S., Nazarov, U., & Khalimbetov, G. (2022). On the Pathogenesis of Periodontal Disease in Mineral Metabolism Disorders. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 3(2), 131-136.
25. Gafforov, S., Nazarov, U., Khalimbetov, G., & Tuxtaxodjaevna, N. N. (2023). Oral Conditions with Pathologies of Connective Tissue Dysplasia.
26. IEEE Power & Energy Society. (2020). IEEE standard for electrical power system fault calculations (IEEE Std 141-2020). IEEE.
27. Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. J. (2016). Power system analysis and design (6th ed.). Cengage Learning.