



**UDK 621.331
TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI**

**Yoqubov Mirjalil Sagatovich
Urinboyev Farrux Farhodovich
Baxtiyorov Hasanboy Inomjonovich**

Elektr ta'minotini boshqarishda raqamli texnologiyalar

Annotatsiya: Mazkur maqolada elektr ta'minotini boshqarishda raqamli texnologiyalarning o'rni va ahamiyati yoritilgan. Xususan, telemetriya, rele himoyasi va avtomatlashtirish tizimlari, zamonaviy aloqa kanallari hamda ma'lumot almashinuvi protokollarining qo'llanilishi tahlil qilingan. IEC 61850 standarti asosida yaratilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, ularning ko'p darajali tuzilishi va funksional imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, raqamli podstantsiyalar, monitoring va diagnostika tizimlari, vaqt sinxronizatsiyasi hamda katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Turli texnologik yechimlarning iqtisodiy va texnik jihatlari solishtirilib, elektr ta'minoti tizimlarining samaradorligi, ishonchliligi va xavfsizligini oshirishda optimal yondashuvlarni tanlash zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: elektr ta'minoti, raqamli texnologiyalar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, telemetriya.

Kirish. Raqamli texnologiyalar bugungi kunda elektr ta'minoti tizimlarining ajralmas qismiga aylangan. Ular telemetriya tizimlari, rele himoyasi va avtomatlashtirish, shuningdek, ma'lumotlar almashinuvi kabi ko'plab yo'nalishlarda keng qo'llanilmoqda. Zamonaviy aloqa kanallari, jumladan optik tolali va istiqbolda kvant aloqa texnologiyalari, katta hajmdagi ma'lumotlarni tez va ishonchli uzatish imkonini bermoqda. Shu bilan birga, ilg'or ma'lumot almashinuvi protokollari ushbu kanallardan maksimal darajada samarali foydalanishni ta'minlaydi. Ayniqsa, IEC 61850 standartiga mos yechimlarning keng joriy etilishi bu sohadagi muhim bosqich hisoblanadi. Elektr ta'minoti inshootlarini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi zamonaviy raqamli texnologiyalarning amaliy ifodalari dolzarb va kerakli hisoblanadi. Ushbu tizim ko'p darajali tuzilishga ega bo'lib, quyidagi asosiy funksiyalarni birlashtiradi: boshqaruv, monitoring va diagnostika, jarayonlarni avtomatlashtirish hamda tashqi tizimlar bilan o'zaro integratsiya. Tizim zamonaviy dasturiy va apparat vositalar asosida ishlab chiqilib, hatto aloqa kanallari cheklangan sharoitlarda ham samarali ishlashni ta'minlaydi.



Tizimning muhim afzalliklaridan biri shundaki, u turli xil elektr ta'minoti obyektlarini (tortuvchi va tortmaydigan) bir xil yondashuv asosida boshqaradi. Bu esa avtomatlashtirish uskunalari sonini kamaytirish, loyihalash xarajatlarini optimallashtirish va ma'lumotlar oqimini qisqartirish imkonini beradi.

Raqamli tizimlarning ishlashida apparat va dasturiy ta'minot muhim o'rin tutadi. Zamonaviy qurilmalarning asosini mikrokontrollerlar va protsessorlar tashkil etadi. Hozirgi kunda sanoat turli xil avtomatlashtirish vositalarini ishlab chiqish uchun yetarli texnik imkoniyatlarga ega. Biroq dasturiy ta'minot sohasida muayyan murakkabliklar saqlanib qolmoqda. Amaliyotda ko'pincha mahalliy va xorijiy dasturiy yechimlarning kombinatsiyasi qo'llaniladi. Shu bilan birga, boshqaruv tizimlarining muhim qismlarida ishonchli va sertifikatlangan operatsion tizimlardan foydalanish talab etiladi.[5] Har qanday raqamli tizim uchun muhim masalalardan biri — bu yagona vaqtni sinxronlashtirishdir. Tizimdagi barcha jarayonlar vaqt belgisi bilan qayd etiladi, bu esa turli hodisalarni tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilishda katta ahamiyatga ega. Vaqtni sinxronlashtirish uchun sun'iy yo'ldosh tizimlaridan foydalanish eng samarali usullardan biri hisoblanadi.

So'nggi yillarda "raqamli podstantsiya" tushunchasi keng tarmoqlanmoqda. U asosan IEC 61850 standarti asosida qurilgan zamonaviy podstantsiyalarni anglatadi. Bunday tizimlarda raqamli o'lchov transformatorlari, markazlashtirilgan himoya va avtomatlashtirish qurilmalari qo'llaniladi. Biroq ushbu yechimlar an'anaviy tizimlarga nisbatan qimmatroq va texnik jihatdan murakkabroq hisoblanadi. O'zbekistonda Angiren temir yo'l raqamli podstantsiya bo'sada raqamli podstantsiyalarni keng miqiyosda foydalanish lozim.

Shu sababli, har bir loyiha uchun texnologiyalarni tanlashda iqtisodiy va texnik jihatlarni chuqur tahlil qilish zarur. Masalan, ayrim hollarda IEC 61850 o'rniga RS-485 interfeysi va IEC 60870-5 protokoli asosidagi yechimlardan foydalanish yanada maqbul bo'lishi mumkin. Monitoring va diagnostika tizimlari elektr ta'minoti samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Bunda quyidagi tamoyillarga amal qilish lozim:

- diagnostika xarajatlari asosiy uskunaning qiymatiga nisbatan maqbul bo'lishi;
- tizim ortiqcha murakkablik keltirib chiqarmasligi;
- qurilmalar ishonchli va uzoq muddat xizmat qilishi.

Raqamli o'lchov transformatorlari texnologiyasi ham istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Ular ma'lumotlarni raqamli shaklda uzatish imkonini beradi, biroq hozircha ularning narxi yuqori va keng joriy etilishi cheklangan. Shu bilan birga, ushbu texnologiyaning rivojlanishi kelajakda elektr ta'minoti tizimlarini yanada takomillashtirishga xizmat qiladi.



Zamonaviy raqamli boshqaruv tizimlari quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi:

- elektr ta'minoti uskunalarini masofadan monitoring qilish va boshqarish;

- uskunalar holatini diagnostika qilish va nosozliklarni aniqlash;
- texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish;
- tashqi tizimlar bilan o'zaro integratsiyani ta'minlash.

Elektr tarmog'ining tugun-tarmoqli matematik modeli

1-rasm.LV tarmog'ining batafsil ekvivalent tugunli sxemasi.

Tugunli elektr taminotning elektra magnit zanjirining matematik ifodasi.

Tahlil:

Tugun-tarmoq modeli (yoki tugun potentsiali usuli) har bir tugun uchun chiziqli bo'lmagan quvvat balansi tenglamalari tizimini ishlab chiqishga asoslangan. Asosiy formula tugun kuchlanish tenglamasi bo'lib, u tarmoqning murakkab quvvatlarini (S_i), kuchlanishlarini (U_i) va kirishlarini (Y_{ij}) bog'laydi:

Bu model elektr ta'minoti tizimining asosiy hisoblash modeli bo'lib, Kirxgof qonunlariga asoslanadi. U tizimni tugunlar (podstansiyalar, ulanish nuqtalari) va ularni bog'lovchi tarmoqlar orqali ifodalaydi.

Afzalliklari:

- Tizimni umumiy ko'rinishda ifodalash imkonini beradi
- Kompyuter yordamida hisoblash uchun qulay (matritsali ko'rinish)
- Katta tarmoqlarni modellashtirishda samarali

Kamchiliklari:

- Parametrlar aniq bo'lishi talab etiladi
- Nolinear yuklamalar (lokomotivlar) mavjud bo'lsa, murakkablashadi

Amaliy qo'llanilishi:

- Kuchlanish taqsimotini aniqlash
- Toklar va quvvat oqimini hisoblash
- Avariya rejimlarini tahlil qilish

Tadqiqotning maqsadi

Elektr ta'minotini boshqarishda raqamli texnologiyalarning imkoniyatlarini o'rganish, ularning samaradorligini baholash hamda elektr ta'minoti tizimlarining ishonchliligi, xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy yechimlarni asoslashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- elektr ta'minoti tizimlarida qo'llanilayotgan raqamli texnologiyalar va ularning asosiy yo'nalishlarini tahlil qilish;
- avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining tuzilishi va funksiyalarini o'rganish;



- IEC 61850 va boshqa zamonaviy aloqa protokollarining afzalliklari va qo‘llash imkoniyatlarini baholash;
- raqamli podstansiya texnologiyalarining afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash;
- turli texnologik yechimlarni (IEC 61850, RS-485, IEC 60870-5) iqtisodiy va texnik jihatdan solishtirish;
- monitoring va diagnostika tizimlarining samaradorligini oshirish yo‘llarini tahlil qilish;
- katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash va bashoratli tahlil usullarini o‘rganish;
- raqamli o‘lchov transformatorlari va sensor tizimlarining qo‘llanish istiqbollari baholash;
- elektr ta’minoti tizimlarini raqamlashtirishda optimal va samarali yechimlar bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Xulosa qilib aytganda, elektr ta’minotini boshqarishda raqamli texnologiyalarni joriy etish samaradorlik, ishonchlilik va xavfsizlikni oshiradi. Biroq ularni joriy etishda texnik va iqtisodiy omillarni inobatga olgan holda optimal yechimlarni tanlash muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. EC 61850 Communication Networks and Systems for Power Utility Automation. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2013.
2. IEC 60870-5 Telecontrol Equipment and Systems. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2010.
3. Kezunovic M. Smart Fault Location for Smart Grids // IEEE Transactions on Smart Grid. – 2011.
4. Andersson G. Modelling and Analysis of Electric Power Systems. – ETH Zurich, 2008.
5. Кундур П. Стабильность и управление энергетическими системами. – Нью-Йорк: McGraw-Hill, 1994.
6. Блэкберн Дж.Л., Домини Т.Дж. Защитное релейное устройство: принципы и применение. – CRC Press, 2014.
7. Гомес-Экспосито А., Конехо А.Дж., Канисарес С. Энергетические системы: анализ и эксплуатация. – CRC Press, 2009.