



REAKTIV QUVVAT MANBALARINING TOKLARINI O'LCHOV VA MASOFALI NAZORATI UCHUN ELEKTROMAGNIT O'ZGARTKICHLARNING METROLOGIK TAVSIFLARI

A.B.Abubakirov ¹

R.A.Usnatdinov ²

I. Babasheva ³

¹ Nukus davlat texnika universiteti. Nukus, O'zbekiston,
aziz1306@mail.ru

² "O'ZMMI"DK Qoraqalpog'iston Respublikasi filiali.

³ Nukus, O'zbekiston Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti,
Nukus, O'zbekiston

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18711382>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 15-fevral 2026 yil

Ma'qullandi: 18-fevral 2026 yil

Nashr qilindi: 20-fevral 2026 yil

KEY WORDS

Uch fazali, quvvat, birlamchi toklar, datchik, boshqarish, signal, metrologik tavsif, graf model.

ABSTRACT

Ushbu ishda ishlab chiqilgan elektr energiyasining reaktiv quvvati uch fazali toklarining miqdori va sifatini aniqlash, shuningdek reaktiv quvvat manbalarining birlamchi tok elektromagnit o'zgartkich qurilmalarining elementlarini, modellarini, tadqiqot algoritmlarini va dasturiy ta'minotlarini ishlab chiqish, reaktiv quvvatning uch fazali toklarini o'lchash va masofadan nazorat qilishning aniqligi, tezkorligi hamda ishonchliligini ta'minlash bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Elektr ta'minoti tizimlarida reaktiv quvvatni hosil qilish, tarmoqlardan oqayotgan reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qilish, ushbu taddirlar orqali elektr energiyasining sifatini oshirish va tejamkorligini ta'minlash, elektr tarmoqlarining barqaror va uzluksiz ishlashini amalga oshirishga qaratilgan qurilmalarni takomillashtirish yuzasidan keng ko'lamli ilmiy tadqiqotlar va izlanishlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda elektr ta'minot tizimi tarmoqlarining ishonchli ish holatini ta'minlash, ularda ishlab chiqilgan elektr energiyasining reaktiv quvvati uch fazali toklarining miqdori va sifatini aniqlash, shuningdek reaktiv quvvat manbalarining birlamchi tok elektromagnit o'zgartkich qurilmalarining elementlarini, modellarini, tadqiqot algoritmlarini va dasturiy ta'minotlarini ishlab chiqish talab qilinmoqda.

Hozirgi vaqtda elektr tarmoq tizimlari reaktiv quvvat uch fazali toklarining o'lchov va masofali nazorat tizimlari birlamchi o'zgartkich qurilmalarini tadqiq etish, ularning tuzilish va qo'llanilish tamoyillarini ishlab chiqish, elektr energiya sifat va samaradorlik ko'rsatkichlarini o'lchash va masofadan nazorat qilish uchun mo'ljallangan birlamchi tok o'zgartkich qurilmalari asosida energiya energiya ta'minotidagi muammolarini samarali, sifatli va ishonchli yechimini topish bo'yicha keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, gibrid energiya manbali elektr tarmoqlarining uch fazali birlamchi reaktiv quvvat toklarini ikkilamchi signalga o'zgartirishda zamonaviy raqamli texnika va texnologiyalarni kompleks qo'llash, o'lchash va masofali nazorat qurilmalari hamda

ulardagi jarayonlarni modellashtirish, algoritmash va tadqiq etish masalalari yetarli darajada ko'rib chiqilmagan. Shu bilan birga gibrid energiya manbalari elektr tarmoqlarini reaktiv quvvat toklarni o'tkazish imkoniyatini aniqlash, toklarni o'lchov va masofadan nazorat qilish qurilmalarini tuzilmaviy va parametrik jihatdan tadqiq etish, shuningdek, elektr energiyasi sifatini belgilovchi reaktiv quvvat toklarining o'zgartkichlari va qurilmalarining zamonaviy tuzilish tamoyillarini ishlab chiqish hamda amaliyotga tatbiq etish masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Elektr ta'minoti tizimi tarmoqlari (ETTT) uchun reaktiv quvvat kattaliklari determinativ omil sifatida namoyon bo'lib, ular elektr tarmoqlarining foydali ish koeffitsiyentini oshirish orqali elektr energiyasining sifati, uzatish jarayonining barqarorligi va tizimning umumiy iqtisodiy samaradorligini optimallashtirishga xizmat qiladi. Buning kunda reaktiv quvvat iste'molining o'sishi aktiv quvvat iste'molining o'sishidan ancha yuqori bo'lib, ayrim korxonalarda reaktiv yuklama aktiv yuklamaga nisbatan 130% ni tashkil etadi [1]. Reaktiv quvvatning uzoq masofalarga uzatilishi elektr ta'minoti tizimining texnik-iqtisodiy samaradorligini pasaytirib, qo'shimcha energiya yo'qotishlari va ortiqcha yuklanishlarga olib keladi [2].

ETTTlarida aktiv quvvat asosan markazlashgan elektr ta'minoti (MET) generatorlari va gibrid energiya manbalari (GEM) tarafidan hosil qilinib, reaktiv quvvat manbalaridan bo'lgan kondensator batareyalari, stansiya generatorlari, sinxron kompensatorlar, sinxron yuritgichlardan reaktiv quvvat ishlab chiqiladi va elektr uzatish liniyalari orqali uzatiladi.

ETTTning reaktiv quvvat masofadan o'lchash va nazoratida uch fazali reaktiv toklarini kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirib beruvchi tok o'zgartkich qurilmani tadqiq qilish natijalariga ko'ra o'lchov sezgir elementi asosida tajriba ishlari olib borilganda me'yorlangan 5 V kuchlanish oilsh imkonini quyidagi sxema bo'yicha tajriba ishlari olib borilgan [3].

Elektr ta'minoti tizimining uch fazali va neytrali zaminlangan va neytrali izolyatsiyalanga tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarini tadqiqot ishi natijalaridan ma'lumotlar asosida uch fazali reaktiv toklarning ikkilamchi kuchlanish ko'rinishidagi signalga o'zgartirishda elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasining sezgiriligi yig'indi chiqish toki kattaligiga bog'liq holda birlamchi reaktiv toklari hosil qilgan magnit oqimni nazorat qilish bo'yicha aktiv, induktiv, sig'im va asinxron motorlarni ulab qurilmaning asosiy qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan magnit o'zaklari o'rtasidagi sezgir elementdan chiqayotgan kuchlanishning vaqt bo'yicha o'zgarishi birgalikdagi dinamik tavsiflarini tahlil qilindi [8].

Nazariy va amaliy tadqiqotlar tajribalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, ETTT reaktiv quvvat masofadan o'lchash va nazoratida o'lchov sezgir elementlarga qo'yilgan talabga asosan me'yorlangan 5 V kuchlanishni olish maqsadida, ETTT reaktiv quvvat manbalari birlamchi toklarining o'zgarish sezgiriligi yig'indi chiqish toki kattaligiga bog'liq holda reaktiv toklari hosil qilgan magnit oqimini nazorat qilish yo'li bilan ta'minlaydi.

ETTT bir va uch fazali reaktiv elektromagnit tok o'zgartkich qurilmasining texnik ma'lumotlari quyidagilarni o'z ichiga oladi. Birlamchi toklarini ikkilamchi chiqish kuchlanish ko'rinishidagi chiqish signalga o'zgartirishda tok o'zgartkich qurilmasining soni ulanish guruhi, ko'ndalang kesim yuzasi, mis yoki alyuminiy metallardan tayyorlanganligi, statik, tavsifining chiziqli, dinamik tavsifi qisqa vaqt orasida turg'un rejimga o'tishi va metrologik tavsifi masofadan o'lchash va nazorati qurilmalari talabiga ko'ra, aniqlik klassi yuqori ixcham shakl,

iqtisodiy arzon ekanligi eng asosiy ko'rsatkichlaridan hisoblandi [4].

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmalarining xatoliklari mutloq, nisbiy va keltirilgan turlar ko'rinishida tatqiq etildi [3, 5, 6].

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarining statik xarakteristikasini chiziqli qilishda va faqat $U_k = \pm \Delta U_0$ xatolikni birinchi tashkil etuvchisi o'lchanayotgan kattalikning qiymatiga bog'liq bo'lmaydigan (additiv) xatolik tashkil qiluvchisi bo'lganida $\Delta_0 = \pm \frac{\Delta U_0}{U_k}$ nisbiy xatolik hisoblanadi. Faqatgina xatolikning ikkinchi tashkil etuvchisi o'lchanayotgan kattalikka bog'liq bo'lgan (multiplikativ) xatolik tashkil etuvchisi hisoblanadi, mutloq xatolikning joriy qiymati $\Delta_a = \Delta_{nx}$ hamda nisbiy xatolikning qiymati $\Delta_a = \Delta_x$ bo'ladi, bu yerda: $\Delta_n = I_o T$ texnologiyali neytrali izolyatsiyalangan uch fazali tok o'zgartkich qurilmasining sezgirliги o'zgarishining nisbiy xatoligi [2, 9].

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmalaridan keladigan ma'lumotga boshlang'ich xatoligini dastlab belgilash uchun xatolikning nominallangan kattaligidan foydalanildi. Xatolikning nominallangan kattaligi deb berilgan o'lchash qurilmasiga tegishli bo'lgan xatolikni bilamiz. Yakka tartibda olingan o'lchash qurilmasining xatoligi bir xil emas, muntazam va tasodifiy xatoliklarining taqsimoti esa har xil bo'lishi mumkin. Ammo, umumiy qilib qaraganda o'lchash qurilmasining umumiy xatoligi nominallangan kattalikdan oshib ketmasligi kerak. Har bitta o'lchash qurilmasining xatoliklarini chegarasi va ta'sir etuvchi koeffitsientlar haqidagi axborotlarni o'lchash qurilmasining ma'lumotnomasida keltiriladi.

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmalarining aniqlik sinfi – bu o'zgartkich qurilmasining umumlashgan xarakteristikasi bo'lib, uning aniqlik darajasini aks ettirib, asosiy va qo'shimcha xatoliklarining chegarasi bo'yicha hamda o'lchash vositasining aniqligiga ta'sir etuvchi boshqa xususiyatlari bo'yicha aniqlandi [3, 9, 11].

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarda standart bo'yicha quyidagi aniqliklar ishlatiladi:

$$\delta_{a.k} \in \{0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4\}$$

Ko'p hollarda, qurilmaning aniqlik sinflari vositaning shkalasida beriladi va ularning vujudga keltirgan xatoligini anglatib, quyidagicha bog'lanadi.

$$\delta_{a.k} = \beta_{k.x.max} \geq \beta_k; \quad \delta_{a.k} = \beta_{k.x.max} \geq \beta_k = \Delta/a_{x.max} \quad (1)$$

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmalarining aniqlik sinflari vositaning shkalasida beriladi va ularning vujudga keltirgan xatoligini anglatib, quyidagicha bog'lanadi.

$$\delta_{a.k} = \beta_{k.x.max} \geq \beta_k; \quad \delta_{a.k} = \beta_{k.x.max} \geq \beta_k = \Delta/a_{x.max} \quad (2)$$

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati

qurilmalarining shkalasidagi aniqlik sinfi aylana bilan chegaralangan bo'lsa, sezish xatoligi $\pm \dots$ % ga teng bo'ladi.

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarining aniqlik sinfi chiziqli bo'lmasa, u holatda aniqlik sinfi raqami ko'rsatilgan xatolik kattaligini ko'satdi [10].

Tadqiqotlar asosida ETTTning reaktiv quvvati uch fazali birlamchi toklari va elektromagnit tok o'zgartkichining aniqlik sinifini aniqlash algoritimi ishlab chiqilgan va Intelktual mulk agentligi tomonidan (№DGU15288) dasturiy ta'minotga guvohnoma olingan.

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmasining sezgirligi ikkilamchi signalining birlamchi tokga nisbatidan aniqlanadi:

$$S = \frac{dU}{dI} \quad (3)$$

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarining o'lchash xatoligi - xatolik sifatida nisbiy xatolik, keltirilgan xatolik yoki mutloq xatolik beriladi [4, 7].

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorati qurilmalarining o'lchash diapazoni - bu asosan bir nechta diapazonli qurilmalarga tegishli bo'lishi aniqlandi.

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmasining statik tavsiflari nochiziqli xatolikni paydo qiladi, uning maksimal qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadigan chiziq bo'lmaganlik qiymatiga mos keladi [4, 5, 9].

$$U_{noch} = 0,5 \frac{U_{ch\ noch} - U_{ch\ chiz}}{U_{ch\ max} - U_{ch\ min}} \quad (4)$$

bu yerda: $U_{ch\ noch}$ va $U_{ch\ chiz}$ - nazariy hisoblangan chiqish kuchlanishining amaliy o'lchangan hamda chiziqli bo'lmagan holatdagi qiymati va chiziqli bo'lgandagi kattaligi.

Elektr ta'minoti tizimining uch faza va neytrali zaminlangan hamda izolyatsiyalangan uch fazali tarmoqlarining reaktiv quvvat toklarini o'lchash va masofadan nazorat qurilmalarining chiqish signal k o'rinishidagi kuchlanishining chiziqli emasligini pasaytirish uchun foydalaniladigan eng asosiy manbalariga pastdagilarni kiritish mumkin:

- T- o'zgarmas holatda ishlashda foydalanish;
- O'lchash oralig'ini chegaralash;
- O'lchash oralig'ining boshlanish fazasini o'zgartirilishi;
- elektromagnit maydonlar ta'sirini kamaytirish.

ETTT reaktiv quvvat manbalarining uch fazali toklari qurilmasining kirish o'zgartirish bo'laklaridagi xatoliklar manbalari qatoriga turli omillar - harorat, namlik, tashqi magnit maydonlar va boshqa omillarning ta'sirida I - uch fazali toklar, f - elektr toki chastotasi, $W[I, F_{\mu}]$ turli tabiatli o'zgartirish bo'laklarining aloqa koeffitsientlarining, shuningdek tok o'tkazgichlar va qo'zg'atish cho'lg'amlari materiallarining fizik xususiyatlari ta'sir ko'rsatadi [3].

ETTT reaktiv quvvat manbalarining uch fazali toklari qurilmasining yig'ilgan xatoligini baholash uchun birlamchi tok (I) larni magnit o'zgartirish bo'lagi kattaligi bo'lgan m.yu.k (F_μ) larga o'zgartirish, ya'ni $I \rightarrow F_\mu$ o'zgartirish xatoliklari, ya'ni $\delta_1 = 0,15$ - (ushbu o'zgartirish bo'lagida elektr va magnit kattaliklarning birlamchi nominal qiymatdan $\pm 0,15\%$ chegaraviy miqdorlarda chetlanishi) [3, 8].

F_μ - magnit yurituvchi kuchlarning tarqoq parametrlri o'zgartirish elementlarida Φ_μ - o'zgartirish bo'lakchalari magnit oqimlarini hosil qilishlarini- ya'ni $F_\mu \rightarrow \Phi_\mu$ - o'zgartirish xatoliklarini, ya'ni $\delta_2=0,1$ - (ushbu o'zgartirish bo'lagida magnit kattaliklari parametrlarning tarqoqligi asosida nominal qiymatdan $\pm 0,1\%$ me'yoriy chetlanishi va Φ_μ o'zgartirish bo'lakchalari magnit oqimlarini U_{chiq} - chiqish elektr kuchlanishlariga o'zgartirish, ya'ni $\Phi_\mu \rightarrow U_{chiq}$, - o'zgartirish xatoliklari, ya'ni $\delta_3=0,1$ va $\delta_4=0,1$ bo'lgan kichik miqdorlari asosida aniqlanadi [2, 9]:

Uch fazali reaktiv quvvat toklarini kuchlanishga o'zgartirishlarning yig'indisining o'rtacha kvadratik xatoligi quyida keltirilgan ifoda asosida aniqlanadi:

$$\delta_\Sigma = \pm \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2} = \pm \sqrt{0,15^2 + 0,1^2 + 0,1^2 + 0,1^2} = \pm 0,22, \quad (5)$$

bu yerda δ_1 - o'zgartirish qurilmaning birlamchi chulg'ami o'rtacha kvadratik xatoligi; δ_2 - o'zgartirish qurilmaning magnit o'zgartirish tizim, magnit o'zak o'rta kvadratik xatoligi; δ_3 , - o'zgartirish qurilmaning yassi o'lchov chulg'amlarning o'rta kvadratik xatoligi, δ_4 - sezgir elementdagi signallarni uzatish kabelining o'rta kvadratik xatoligi. Yassi (yoki oddiy) o'lchov chulg'amli uch fazali reaktiv quvvat tok o'zgartirish qurilma birlamchi tokni kuchlanishga o'zgartirish uchun quyidagi ifoda asosida entropiya og'ish qiymati hisoblanadi:

$$\Delta = k_e \delta_\Sigma, \quad (6)$$

bu yerda: δ_Σ - yig'indi o'rta kvadratik xatoligi, xatolik og'ish qiymatlari yig'indisi, k_e - entropiya koeffitsienti (normal taqsimlanish qonuni uchun $k_e = 2,07$) [3].

$$\Delta = k_e \delta_\Sigma = 2,07 * 0,22 = 0,474$$

Hisoblash natijalariga ko'ra, yassi (oddiy) o'lchov chulg'amli, uch fazali birlamchi reaktiv quvvat toklarning kuchlanishga elektromagnit o'zgartirgichlarning entropiya xatoligi: $\Delta = 0,474$.

O'zgartirish qurilma aniqligining normallashtiriladigan kattaligini esa standart qoidalarda belgilangan ma'lumotlardan tanlab olish mumkin. Amaliy tadqiqotlarda natijalariga ko'ra bu xatolik $\Delta = 0,5$ ya'ni $\pm 0,5\%$ ni tashkil etadi [8].

ETTTning reaktiv quvvati toklarini o'lchash va masofadan nazorat qilishning elektron hisoblash qurilmalarni bir necha bor foydalanishi natijasida o'zgartirish qurilmalar va elektron ma'lumotlarni qayta ishlash vositalariga me'yorlangan kuchlanish (5 V) va tok (0,1 A) yetkazib berish va ularning aniqligini ta'minlash dolzarb hisoblanadi [4, 6, 8].

I_A , U_a^1 , U_a^2 kattaliklarning miqdorlari asosida statik xarakteristikalarining nuqtalariga mos keluvchi tok o'zgartirish qurilmaning ETTT reaktiv quvvat uch fazali toklarining uch faza va neytral simli tok o'zgartirish qurilmasining o'zgartirish aniqliklarining ko'rsatkichlari hisoblanadi:

$$I_A = 131.5 \text{ A}; \quad U_a^1 = 5 \text{ B}; \quad U_a^2 = 4,92 \text{ B};$$

$$\Delta_{2.5} = \frac{(U_a^1 - U_a^2)}{U_a^1} * 100\% = \frac{(5 - 4,92)}{5} * 100\% = 1,6 \%. \quad (7)$$

$$I_A = 65.7 \text{ A}; \quad U_a^1 = 2,5 \text{ B}; \quad U_a^2 = 2,461 \text{ B};$$

$$\Delta_5 = \frac{(U_a^1 - U_a^2)}{U_a^1} * 100\% = \frac{(2,5 - 2,461)}{2,5} * 100\% = 1,56\% . \quad (8)$$

Hisoblangan ma'lumotlar asosida xulosa qilish mumkinki, tok o'zgartkich qurilmali ETTT reaktiv quvvati toklari tarmoqlarining uch faza va neytral simli birlamchi toklarining qurilmalarini tarqalgan parametrli graf modeli asosida shakllantirilgan analitik ifoda va ulardan olingan grafik tavsiflar qurilmaning tuzilmasi tadqiqotlari natijalariga adekvat bo'lib, chiziqli chiqish tavsifini chiziqliligini ta'minlagan holda o'zgartirish aniqligini 1,6 % ga oshirish imkonini berdi.

Xulosalar

1. Reaktiv quvvat uch fazali toklarini kuchlanish ko'rinishdagi signalga aylantirish elektromagnit o'zgartkich qurilmalarining entropiya xatoligi $\pm 0,474$ % bo'lishi hisoblanildi, shu orqali qurilma aniqlik klassining me'yorlashtiriladigan kattaligini standartda aytilgan normal aniqlik klassi 0,5 dan kam bo'lishi ta'minlandi.

ETTT reaktiv quvvat manbalarining uch fazali birlamchi reaktiv quvvat toklari qurilmalarining tarqoq parametrli graf modeli va model asosida shakllantirilgan matematik modellari, qurilmalarining real chiziqli chiqish tavsiflariga adekvatligi isbotlandi, uch faza va neytral simli tarmoq birlamchi toklarini o'zgartirish qurilmasining o'zgartirish aniqligini yig'ilgan parametrli graf modelga nisbatan 1,6 % ga, klassik tok transformatoriga nisbatan 11,2 % ga yaxshilandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. I.Kh.Siddikov, P.D.Chelyshkov, A.B.Abubakirov, N.M.Nazhimatdinov, R.Zh.Tanatarov. Structure of control sensors of multi-phase reactive power currents in power supply systems // Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies» IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 839 (5), 052045. pp. 1-9. doi:10.1088/1755-1315/839/5/052045. (AGRITECH-V - 2021). Publication Year: 2021. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/839/5/052045/pdf>
2. A. Djalilov, O. Matchonov, A. Abubakirov, J. Abdunabiev, A. Saidov. System for measuring and analysis of vibration in electric motors of irrigation facilities // Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 868, International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions (AEGIS 2021) 12th-14th May 2021, Tashkent, Uzbekistan. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/868/1/012032>
3. A.Abubakirov, Zh.Sadikov, Kh. Ramazonov, B. Allanazarov, M.Bekimbetov, and N.Embergenova. Errors of sensors for conversion of multi- phase currents into voltage in power supply systems // E3S Web of Conferences 383, 01025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338301025> TT21C-2023.
4. I.Siddikov, A.B.Abubakirov, R.Seytimbetov, Sh.Kuatova, Yu.Lezhnina. Analysis of current conversion primary sensors dynamic characteristics of a reactive power source with renewable energy sources into secondary voltage // Part 1. E3S Web of Conferences 281, 09028. CATPID-2021. Publication Year: 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128109028>
5. Сидди́ков И.Х., Абу́бакиров А.Б. Cloud computing мониторинг нессиметричных величин и параметров электрических сетей // Вестник Каракалпакского отделения

Академии наук Республики Узбекистан, ISSN- 2091-508X, Нукус, 2022. № (3) 268. –С. 22-29.

6. Azizjan Abubakirov, Timur Kurbaniyazov and Muratbay Bekimbetov. Analysis of three-phase asymmetrical currents in the secondary voltage of signal change sensors in the power supply system using graph models // E3S Web of Conferences 525, 03013 (2024), GEOTECH-2024, -T. №1.

7. Azizjan Abubakirov, Naurizbek Eshmuratov, Gulayim Esemuratova, and Muzaffar Nazarov. Electromagnetic converter of reactive power and monitoring of high-voltage induction motors // E3S Web of Conferences 525, 03016 (2024), GEOTECH-2024, -T. №1.

8. Yuliya Lijina, Azizjan Abubakirov, Isa Gaipov, Naurizbek Eshmuratov. Monitoring of asymmetric values and parameters of electric networks // E3S Web of Conferences 371, 03068 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337103068>, AFE-2022.

9. Abubakirov A.B. «Research of the electromagnetic transducers for control of current of three phases nets» // European science review, Scientific journal № 5–6 Vienna, Austria. 2018.- pp. 269-273.

10. Siddikov I.KH., Abubakirov A.B., Yo'ldashov A.A., Babaxova G.Z., Xontoraev I.M., Mirzoev N.N. «Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power» // European science review, Scientific journal № 1–2 Vienna, Austria. 2018.- pp. 248-251.

11. А.Б.Абубакиров, Ш.Бегмуратова. Исследование графовой модели преобразователя первичного тока в напряжение систем мониторинга и управления // International journal of formal education, Volume: 3 Issue: 5 | May–2024, ISSN: 2720-6874 с.

INNOVATIVE
ACADEMY