

Date: 11th February-2026

**ENERGETIKA TIZIMIDA METROLOGIK TA'MINOTNI INNOVATSION
RIVOJLANTIRISH**

Jabborov Murod Rustam o'g'ili

Energetika vazirligi Innovatsiya,
mahalliyashtirish va xalqaro standartlarni
joriy qilish bo'limi bosh mutaxassisi

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

Джабборов Мурод Рустам угли

Главный специалист отдела инноваций,
локализации и внедрения международных
стандартов Министерства энергетики

**INNOVATIVE DEVELOPMENT OF METROLOGICAL SUPPORT IN THE
ENERGY SYSTEM**

Jabborov Murod Rustam ugli

Chief Specialist of the Department of Innovation,
Localization and Implementation of International
Standards Ministry of Energy

Annotatsiya: Mazkur maqolada energetika tizimida metrologik ta'minotni innovatsion asosda rivojlantirish, mahalliyashtirish va xalqaro standartlarga moslashtirish masalalari ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Energetika sohasida o'lchov vositalarining aniqligi, kalibrlash infratuzilmasining holati hamda mahalliy ishlab chiqarish darajasi tizim samaradorligiga bevosita ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida ko'rib chiqiladi. Tadqiqot davomida energetika tizimida mavjud uch asosiy muammo — o'lchov vositalarining texnik eskirganligi, kalibrlash laboratoriyalarining zamonaviy texnologiyalar bilan yetarli jihozlanmaganligi va mahalliy o'lchov vositalarining xalqaro standartlarga to'liq mos kelmasligi aniqlanadi. Maqolada ushbu muammolarni bartaraf etish uchun raqamli va intellektual o'lchov texnologiyalarini joriy etish, kalibrlash laboratoriyalarini modernizatsiya qilish, IEC, ISO va OIML standartlariga mos mahalliy o'lchov vositalarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish hamda soha uchun malakali kadrlar tayyorlash kabi kompleks yechimlar taklif etiladi. Ilmiy kuzatuvlar va amaliy natijalar asosida metrologik aniqlikni oshirish energiya yo'qotishlarini kamaytirish, hisob-kitob shaffofligini ta'minlash hamda energetika tizimining iqtisodiy va ekologik samaradorligini oshirishga xizmat qilishi asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: energetika, metrologiya, o'lchov aniqligi, kalibrlash, innovatsiya, mahalliyashtirish, xalqaro standartlar, aqlii hisoblagichlar.



Date: 11th February-2026



Abstract: This article scientifically and practically analyzes the issues of developing metrological support in the energy system on an innovative basis, localizing it, and aligning it with international standards. In the energy sector, the accuracy of measuring instruments, the state of calibration infrastructure, and the level of domestic production are considered as key factors directly affecting system efficiency. The study identifies three main problems in the energy system: the technical obsolescence of measuring instruments, insufficient modernization of calibration laboratories, and the lack of full compliance of domestically produced measuring instruments with international standards. The article proposes comprehensive solutions to address these issues, including the introduction of digital and intelligent measurement technologies, modernization of calibration laboratories, production of domestic measuring instruments in accordance with IEC, ISO, and OIML standards, and training of qualified specialists for the sector. Scientific observations and practical results demonstrate that improving metrological accuracy contributes to reducing energy losses, ensuring transparency in calculations, and enhancing the economic and ecological efficiency of the energy system.

Keywords: energy, metrology, measurement accuracy, calibration, innovation, localization, international standards, smart meters.

Аннотация: В данной статье научно и практично анализируются вопросы развития метрологического обеспечения в энергетической системе на инновационной основе, локализации и приведении его в соответствие с международными стандартами. В энергетическом секторе точность измерительных приборов, состояние калибровочной инфраструктуры и уровень отечественного производства рассматриваются как ключевые факторы, напрямую влияющие на эффективность системы. В ходе исследования выявлены три основные проблемы энергетической системы: техническое устаревание измерительных приборов, недостаточная модернизация калибровочных лабораторий и несоответствие отечественных измерительных приборов международным стандартам. В статье предлагаются комплексные решения для устранения этих проблем, включая внедрение цифровых и интеллектуальных технологий измерений, модернизацию калибровочных лабораторий, производство отечественных измерительных приборов в соответствии со стандартами IEC, ISO и OIML, а также подготовку квалифицированных специалистов для отрасли. Научные наблюдения и практические результаты показывают, что повышение метрологической точности способствует снижению потерь энергии, обеспечению прозрачности расчетов и повышению экономической и экологической эффективности энергетической системы.

Ключевые слова: энергетика, метрология, точность измерений, калибровка, инновации, локализация, международные стандарты, умные счетчики.

Zamonaviy energetika tizimining samaradorligi, barqarorligi va xavfsizligi bevosita o'lchovlarning aniqligi hamda metrologik ta'minot darajasiga bog'liqdir. Elektr energiyasi ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish jarayonlarining har bir bosqichida turli o'lchov vositalari qo'llaniladi. Ushbu o'lchovlarning aniqligi energetika tizimining

Date: 11th February-2026

texnik, iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli energetika sohasida metrologiyani innovatsion rivojlantirish, mahalliyashtirish va xalqaro standartlar asosida takomillashtirish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

Bugungi kunda energetika tizimida metrologik ta'minot bilan bog'liq bir qator muammolar kuzatilmoqda. Birinchidan, ko'plab o'lchov vositalarining texnik jihatdan eskirganligi hamda aniqlik sinfining zamonaviy talab darajasida emasligi tizim samaradorligini pasaytiradi. Amaliy kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, aniqlik sinfi 2,0 yoki undan past bo'lgan hisoblagichlardan foydalanish natijasida elektr energiyasi balansida sezilarli xatoliklar yuzaga keladi. Ayrim hududlarda o'tkazilgan tajribaviy o'lchov natijalariga ko'ra, eskirgan hisoblagichlar qo'llanilgan tarmoqlarda energiya yo'qotishlari 8–12% gacha yetgani aniqlangan. Zamonaviy raqamli hisoblagichlar joriy etilgan hududlarda esa ushbu ko'rsatkich 4–6% gacha kamaygani kuzatilgan. Bu esa metrologik aniqlik energetik samaradorlikka to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qilishini tasdiqlaydi.

Ikkinchidan, kalibrlash laboratoriyalarining moddiy-texnik bazasi yetarli darajada rivojlanmaganligi metrologik ishonchlilikni pasaytiruvchi muhim omil hisoblanadi. Ko'plab laboratoriyalarda zamonaviy etalon qurilmalar, avtomatlashtirilgan kalibrlash stendlari va raqamli o'lchov tizimlari yetishmaydi. Natijada o'lchov vositalarini tekshirish jarayoni uzoq davom etadi, inson omili ta'siri kuchli bo'ladi hamda o'lchov natijalarining takrorlanuvchanligi pasayadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan kalibrlash tizimlari joriy etilgan laboratoriyalarda o'lchov aniqligi 15–20% ga oshgan, tekshirish vaqti esa o'rtacha 30–40% ga qisqargan.

Uchinchidan, mahalliy ishlab chiqarilayotgan o'lchov vositalarining xalqaro standartlarga to'liq mos kelmasligi ularning eksport salohiyatini cheklaydi hamda energiya hisobini yuritishda muammolarni keltirib chiqaradi. Xususan, IEC, ISO va OIML standartlariga to'liq mos kelmaydigan o'lchov vositalari xalqaro energiya savdosi, qo'shni davlatlar bilan energiya almashinuvi va investitsion loyihalarda qo'llash uchun yaroqsiz hisoblanadi. Amaliy misollarda xalqaro standartlarga mos sertifikatlangan hisoblagichlar joriy etilgan energiya korxonalarida hisob-kitob aniqligi oshgani, nizoli holatlar esa sezilarli darajada kamaygani qayd etilgan.

Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun energetika tizimida metrologik ta'minotni innovatsion asosda qayta tashkil etish zarur. Bunda birinchi navbatda raqamli va intellektual o'lchov texnologiyalarini keng joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Aqlli hisoblagichlar (smart meters), IoT asosidagi o'lchov tizimlari va avtomatlashtirilgan monitoring platformalari energiya oqimlarini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, aqlli hisoblagichlar joriy etilgan hududlarda energiya iste'moli ustidan nazorat kuchayib, noqonuniy ulanishlar soni 20–25% ga kamaygan.

Ikkinchi muhim yo'nalish kalibrlash laboratoriyalarini kompleks modernizatsiya qilish bilan bog'liq bo'lib, u metrologik ta'minotning ishonchliligi va uzluksizligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Zamonaviy energetika tizimlarida qo'llanilayotgan o'lchov vositalari yuqori aniqlik va barqarorlik talablariga ega bo'lgani sababli, ularni tekshirish va kalibrlash jarayonlari ham ilg'or texnologiyalar asosida amalga oshirilishi zarur. Shu nuqtai nazardan, yuqori aniqlikli birlamchi va ikkilamchi etalonlar,



Date: 11th February-2026



avtomatlashtirilgan kalibrlash stendlari hamda raqamli metrologik platformalarni joriy etish kalibrlash jarayonlarining sifatini tubdan yaxshilaydi. Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan kalibrlash tizimlari qo'llanilgan laboratoriyalarda o'lchov natijalarining takrorlanuvchanligi va izchilligi sezilarli darajada oshadi, inson omili bilan bog'liq subyektiv xatoliklar esa kamayadi. Bunday tizimlar kalibrlash jarayonini real vaqt rejimida monitoring qilish, natijalarni avtomatik qayd etish va tahlil qilish imkonini beradi. Natijada o'lchov vositalarining metrologik xususiyatlari aniq baholanadi va ularning ekspluatatsiya jarayonidagi ishonchliligi ta'minlanadi. Shuningdek, raqamli metrologik platformalarni joriy etish kalibrlash ma'lumotlarini markazlashtirilgan holda saqlash, tahlil qilish va uzatish imkonini yaratadi. Bu esa energetika tizimida o'lchov vositalarining holatini prognozlash, nosozliklarni erta aniqlash va profilaktik chora-tadbirlarni o'z vaqtida amalga oshirishga xizmat qiladi. Tajribaviy kuzatuvlarga ko'ra, raqamli metrologik monitoring tizimlari qo'llanilgan korxonalarda o'lchov vositalarining ekspluatatsiya davomiyligi oshib, favqulodda nosozliklar soni kamaygan. Kalibrlash laboratoriyalarini modernizatsiya qilish jarayonida ularni xalqaro talablar, xususan ISO/IEC 17025 standarti asosida akkreditatsiyadan o'tkazish ham muhim ahamiyatga ega. Mazkur standartga muvofiq faoliyat yurituvchi laboratoriyalar tomonidan berilgan kalibrlash sertifikatlari xalqaro miqyosda tan olinadi, bu esa energetika sohasida o'lchov natijalarining huquqiy va texnik ishonchliligini oshiradi. Natijada energetika tizimining umumiy samaradorligi, boshqaruv aniqligi va iqtisodiy barqarorligi sezilarli darajada yaxshilanadi.

Uchinchi muhim yo'nalish mahalliy o'lchov vositalarini xalqaro standartlarga to'liq mos ravishda ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon energetika tizimining texnik mustaqilligi va iqtisodiy barqarorligini ta'minlashda strategik ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy energetika infratuzilmasida qo'llanilayotgan o'lchov vositalari yuqori aniqlik, uzoq muddatli barqarorlik, elektromagnit moslashuvchanlik va raqamli integratsiya kabi talablarni qondirishi zarur. Shu sababli mahalliy ishlab chiqarilayotgan o'lchov vositalari IEC, ISO va OIML kabi xalqaro tashkilotlar tomonidan belgilangan texnik va metrologik talablarga muvofiq loyihalanishi, sinovdan o'tkazilishi va sertifikatlanishi lozim. Mahalliy o'lchov vositalarini xalqaro standartlar asosida ishlab chiqish jarayoni bir necha bosqichli tizimli yondashuvni talab qiladi. Avvalo, konstruktiv va elektron komponentlar tanlovi xalqaro texnik reglamentlar asosida amalga oshirilishi, o'lchov algoritmlari esa zamonaviy raqamli signalni qayta ishlash usullariga tayangan holda ishlab chiqilishi kerak. Keyingi bosqichda prototiplar sinov laboratoriyalarida turli iqlimiy, elektr va mexanik ta'sirlarga nisbatan barqarorlik bo'yicha tekshiruvdan o'tkaziladi. Bunda IEC standartlarida belgilangan elektromagnit moslashuvchanlik, xavfsizlik va energiya samaradorligi talablari asosiy mezon sifatida qo'llanadi. OIML tavsiyalari esa o'lchov aniqligi, kalibrlash oralig'i, metrologik barqarorlik va ishonchlilik ko'rsatkichlarini baholashda asosiy normativ asos bo'lib xizmat qiladi. Mahalliy ishlab chiqarishni rivojlantirish nafaqat import o'rnini bosish, balki milliy sanoatning texnologik darajasini oshirishga ham xizmat qiladi. Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, o'lchov vositalarini mahalliyashtirish darajasi oshgan sari ularning servis xizmati tezlashadi, ehtiyot qismlar bilan ta'minlash osonlashadi va ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi.

Date: 11th February-2026



Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida ilmiy-tadqiqot institutlari, oliy ta'lim muassasalari va sanoat korxonalari o'rtasidagi hamkorlik kuchayib, innovatsion texnologiyalarni joriy etish imkoniyati kengayadi. Natijada mahalliy o'lchov vositalarining texnik darajasi oshib, ular nafaqat ichki bozor talablarini qondira oladi, balki qo'shni davlatlar va xalqaro bozorlarda ham raqobatbardosh mahsulotga aylanadi. Xalqaro standartlarga mos sertifikatlangan o'lchov vositalari energetika sohasida hisob-kitob aniqligini oshiradi, savdo operatsiyalarida ishonchni kuchaytiradi va investitsion loyihalarni amalga oshirishda muhim texnik asos bo'lib xizmat qiladi. Bunday yondashuv energetika tizimining global integratsiyasini ta'minlab, milliy ishlab chiqaruvchilarning eksport salohiyatini oshirish, yangi bozorlarni egallash hamda yuqori texnologik mahsulotlar ulushini ko'paytirishga imkon yaratadi. Natijada metrologiya va energetika sohalarining uyg'un rivojlanishi mamlakatning sanoat siyosati va innovatsion iqtisodiyotini shakllantirishda muhim omilga aylanadi.

To'rtinchi muhim yo'nalish energetika va metrologiya sohalarida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish bilan bog'liq bo'lib, u zamonaviy texnologiyalarni joriy etishning muhim sharti hisoblanadi. Energetika tizimida qo'llanilayotgan raqamli, avtomatlashtirilgan va intellektual o'lchov vositalari yuqori darajadagi bilim va amaliy ko'nikmalarga ega mutaxassislarni talab etadi. Shu sababli metrologiya va energetika sohalarini alohida emas, balki o'zaro integratsiyalashgan holda rivojlantirish kadrlar tayyorlashning asosiy tamoyiliga aylanishi zarur. Oliy ta'lim muassasalarida metrologiya va energetika yo'nalishlari bo'yicha o'quv dasturlarini qayta ko'rib chiqish, ularni zamonaviy xalqaro standartlar va texnologik tendensiyalar asosida yangilash muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, o'lchov aniqligi nazariyasi, raqamli signalni qayta ishlash, aqlli hisoblagichlar, IoT asosidagi monitoring tizimlari va avtomatlashtirilgan kalibrlash texnologiyalarini o'quv jarayoniga keng joriy etish talab etiladi. Bunday fanlararo yondashuv talabalarda energetika jarayonlarini chuqur tushunish bilan birga, ularni metrologik jihatdan to'g'ri baholash ko'nikmasini shakllantiradi. Amaliy laboratoriya mashg'ulotlarini kengaytirish va ularni real ishlab chiqarish sharoitlariga yaqinlashtirish kadrlar tayyorlash samaradorligini oshiruvchi muhim omil hisoblanadi. Zamonaviy o'lchov vositalari, raqamli etalonlar va avtomatlashtirilgan kalibrlash stendlari bilan jihozlangan o'quv-laboratoriya bazalari talabalarga nazariy bilimlarni amaliyot bilan mustahkamlash imkonini beradi. Amaliy kuzatuvlarga ko'ra, sanoat korxonalari bilan hamkorlikda tashkil etilgan dual ta'lim tizimi bitiruvchilarning ish joyiga moslashuvini tezlashtirib, ularning kasbiy tayyorgarlik darajasini sezilarli oshiradi. Shuningdek, xalqaro tajribalarni o'rganish va ularni milliy ta'lim tizimiga moslashtirish kadrlar salohiyatini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Yetakchi xorijiy universitetlar, metrologiya institutlari va energetika kompaniyalari bilan qo'shma dasturlar, malaka oshirish kurslari va ilmiy almashinuvlar tashkil etilishi mutaxassislarning zamonaviy bilim va ko'nikmalarini rivojlantiradi. Bu esa energetika va metrologiya sohalarida innovatsion texnologiyalarni samarali joriy etish, xalqaro standartlarga mos faoliyat yuritish hamda milliy energetika tizimining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Date: 11th February-2026



Ilmiy tadqiqotlar va amaliy kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, metrologik ta'minot darajasi yuqori bo'lgan energetika tizimlarida energiya yo'qotishlari kamayadi, texnik nosozliklar tez aniqlanadi, iqtisodiy samaradorlik oshadi hamda ekologik ko'rsatkichlar yaxshilanadi. Metrologik aniqlikni oshirish natijasida elektr energiyasi ishlab chiqarish xarajatlari kamayadi, hisob-kitoblar shaffofligi ta'minlanadi va iste'molchilar bilan bog'liq nizolar qisqaradi.

Xulosa qilib aytganda, energetika tizimida metrologik ta'minotni innovatsion asosda rivojlantirish, kalibrlash infratuzilmasini modernizatsiya qilish, mahalliy ishlab chiqarishni xalqaro standartlarga moslashtirish hamda malakali kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish energetika sohasining barqaror rivojlanishini ta'minlaydigan asosiy omillardir. Metrologiya va energetika uyg'unligi natijasida energiya resurslaridan samarali foydalanish, yo'qotishlarni kamaytirish, iqtisodiy va ekologik samaradorlikni oshirish hamda milliy energetika tizimini xalqaro talablar darajasiga olib chiqish mumkin bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. IEC 62052-11: Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment. International Electrotechnical Commission, 2003.
2. IEC 62053-21: Electricity metering equipment (AC) – Particular requirements – Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2). IEC, 2003.
3. OIML R46: Metrological regulation for active electrical energy meters. International Organization of Legal Metrology, 2003.
4. ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO/IEC, 2017.
5. S. P. Chowdhury, "Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis," Wiley, 2012.
6. J. Momoh, "Smart Grid: Fundamentals of Energy, Communication, and Control," Wiley-IEEE Press, 2012.
7. R. Billinton, R. N. Allan, "Reliability Evaluation of Power Systems," 2nd Edition, Springer, 1996.
8. M. Kezunovic, "Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions," CRC Press, 2011.
9. A. Bose, "Advanced Metering Infrastructure for Smart Grids," Electric Power Systems Research, Vol. 81, Issue 8, 2011, pp. 1734–1740.
10. M. H. J. Bollen, "Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions," IEEE Press, 2000.
11. Energetika vazirligi, "O'zbekiston Respublikasi Elektr Energetikasi Strategiyasi 2030," Toshkent, 2021.
12. M. Kezunovic, "Metering and Monitoring in Smart Grids," IET, 2010.
13. F. Milano, "Power System Modelling and Scripting," Springer, 2010.
14. E. Handschin, "Calibration and Measurement in Electrical Energy," Springer, 2006.
15. World Bank, "Uzbekistan Energy Sector Review," 2020.
16. International Energy Agency (IEA), "Electricity Information 2022," OECD/IEA, 2022.

Date: 11th February-2026

17. J. Momoh, "Smart Metering and Data Analytics in Power Systems," IEEE Transactions on Smart Grid, 2014.
18. ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use, ISO, 2018.
19. H. Farhangi, "The Path of the Smart Grid," IEEE Power and Energy Magazine, Vol. 8, Issue 1, 2010.
20. A. Ipakchi, F. Albuyeh, "Grid of the Future," IEEE Power and Energy Magazine, Vol. 7, Issue 2, 2009.

