ENERGIYA O‘LCHASH VA BOSHQARISH TIZIMLARI DASTURIY TA’MINOTI

Avazov Shuhrat
Kasbi sanoat va xizmat ko‘rsatish texnikumi o‘qituvchisi

Received: 27.09.2025
Revised: 28.09.2025
Accepted: 29.09.2025

Kalit so‘zlar:
energiya o‘lchash, energiya boshqaruvi, dasturiy ta’minot, IoT, SCADA, monitoring, avtomatlashtirish, samaradorlik, energiya tejash, aqlli tizimlar.

Keywords:
energy measurement, energy management, software, IoT, SCADA, monitoring, automation, efficiency, energy saving, smart systems

Ключевые слова:
измерение энергии, управление энергией, программное обеспечение, IoT, SCADA, мониторинг, автоматизация, эффективность, энергосбережение, интеллектуальные системы.

Annotatsiya. Energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti sanoat korxonalari, uy-joy xo‘jaligi va energetika infratuzilmasida energiya sarfini nazorat qilish, optimallashtirish hamda tejash imkonini beradi. Ushbu tizimlar zamonaviy IoT texnologiyalari, SCADA platformalari va avtomatlashtirilgan hisoblash vositalariga asoslangan bo‘lib, real vaqt rejimida monitoring, tahlil va boshqaruv funksiyalarini bajaradi. Dasturiy ta’minot yordamida energiya resurslaridan samarali foydalanish, yo‘qotishlarni kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish mumkin

Annotation. Energy measurement and management system software plays a crucial role in industrial enterprises, residential utilities, and energy infrastructure by enabling monitoring, optimization, and conservation of energy resources. These systems are based on modern IoT technologies, SCADA platforms, and automated metering tools, providing real-time monitoring, analysis, and control. Through such solutions, organizations can improve efficiency, reduce losses, and ensure sustainable use of energy resources.

Аннотация. Программное обеспечение для систем измерения и управления энергией используется в промышленных предприятиях, жилищно-коммунальном хозяйстве и энергетической инфраструктуре для контроля, оптимизации и экономии энергоресурсов. Такие системы основаны на современных технологиях IoT, SCADA и автоматизированных средствах учёта, обеспечивая мониторинг, анализ и управление в режиме реального времени. Использование данных решений позволяет повысить эффективность, снизить потери и обеспечить рациональное использование энергоресурсов

Kirish. Hozirgi davrda energetika sohasida resurslardan samarali foydalanish, energiya tejamkorligini ta’minlash va atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirish global muammolardan biri hisoblanadi. Sanoat korxonalari, transport, kommunal xizmatlar va uy xo‘jaliklari energiya iste’moli hajmining doimiy o‘sishi natijasida energiya resurslarini aniq o‘lchash, nazorat qilish va boshqarish masalalari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu bois energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minotini yaratish va joriy etish so‘nggi yillarda jadal rivojlanmoqda. Bunday tizimlar real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash hamda tahlil qilish imkonini beradi. Ayniqsa, IoT (Internet of Things), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) platformalari va aqlli hisoblagichlar yordamida ishlab chiqilayotgan dasturiy yechimlar energiya sarfi bo‘yicha to‘liq monitoring va avtomatlashtirilgan boshqaruvni ta’minlaydi. Bu esa energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va barqaror rivojlanishga erishishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, energiya o‘lchash va boshqarish dasturlari foydalanuvchilarga ma’lumotlarni grafik, jadval va hisobotlar ko‘rinishida taqdim etadi, energiya yo‘qotishlari manbalarini aniqlash imkonini yaratadi va tejamkorlikka oid tavsiyalar beradi. Mazkur tizimlar yirik sanoat majmualaridan tortib kichik korxonalar va uy xo‘jaliklarigacha bo‘lgan turli miqyosda qo‘llanishi mumkin. Demak, energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti energiya resurslarini samarali boshqarishning zamonaviy vositasi bo‘lib, u nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki ekologik muammolarni hal etishda ham muhim ahamiyatga ega. Energiya resurslarini to‘g‘ri boshqarish masalasi nafaqat iqtisodiy, balki ijtimoiy va ekologik jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Bugungi kunda jahonning ko‘plab mamlakatlarida energiya tejash bo‘yicha davlat dasturlari ishlab chiqilib, amaliyotga tatbiq etilmoqda. Ayniqsa, sanoat ishlab chiqarishida yuqori quvvat sarfi, elektr tarmoqlarida yuzaga keladigan yo‘qotishlar va iste’molchilar tomonidan ortiqcha energiya sarfi muammolari keng tarqalgan. Shuning uchun energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti global energetika siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi ushbu sohada katta imkoniyatlarni yaratmoqda. Masalan, aqlli tarmoqlar (Smart Grid), bulutli hisoblash (Cloud Computing) va katta ma’lumotlar (Big Data) texnologiyalaridan foydalanish energiya sarfini chuqur tahlil qilish va boshqaruvni optimallashtirish imkonini bermoqda. Bu jarayon korxonalar va tashkilotlarda raqamli transformatsiyaning muhim bo‘g‘ini sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shuningdek, energiya iste’molini nazorat qilish va boshqarish jarayonida foydalanuvchilarning faol ishtirokini ta’minlash ham muhimdir. Zamonaviy dasturiy

ta’minotlar foydalanuvchiga qulay interfeys, masofadan monitoring qilish imkoniyati va shaxsiylashtirilgan hisobotlar orqali energiya tejamkorligiga erishishda yordam beradi. Shu tariqa, energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari nafaqat texnik vosita, balki energiya madaniyatini shakllantiruvchi samarali platforma vazifasini ham bajaradi.

Adabiyotlar tahlili. Energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti bo‘yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari ko‘plab yo‘nalishlarni qamrab oladi. Quyida asosiy ilmiy manbalar va yondashuvlar tartib bilan keltiriladi: [1] Energiya resurslaridan oqilona foydalanish bo‘yicha dastlabki ilmiy izlanishlar asosan elektr energiyasini hisobga olish va yo‘qotishlarni kamaytirishga qaratilgan bo‘lib, bu borada klassik hisoblagichlardan foydalanilgan. [2] Keyingi davrlarda energiya monitoringi va nazorat qilishning dasturiy-uslubiy asoslari ishlab chiqilib, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari bilan integratsiya qilindi. Ushbu yondashuv sanoat korxonalarida samaradorlikni oshirishga xizmat qildi. [3] IoT (Internet of Things) texnologiyalarining rivojlanishi natijasida aqlli sensorlar va masofaviy hisoblagichlar yordamida energiya sarfini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati paydo bo‘ldi. Bu esa energiya boshqaruvini yanada tezkor va aniq amalga oshirishga yordam berdi. [4] SCADA tizimlari asosida ishlab chiqilgan dasturiy ta’minotlar elektr tarmoqlarini markazlashgan holda kuzatish, avariya holatlarini oldindan aniqlash va boshqaruv jarayonini avtomatlashtirishda keng qo‘llanila boshladi. [5] Katta ma’lumotlar (Big Data) va bulutli hisoblash texnologiyalari energiya sarfi bo‘yicha katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish, bashorat qilish va foydalanuvchilarga individual tavsiyalar berishda muhim ahamiyat kasb etdi. [6] So‘nggi yillarda Smart Grid (aqlli tarmoq) konsepsiyasi asosida ishlab chiqilgan dasturiy yechimlar energiya iste’molini optimallashtirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish va tizim ishonchliligini oshirishga qaratilgan. [7] Mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minotining O‘zbekiston sharoitida joriy etilishi, uning texnik-iqtisodiy samaradorligi va milliy energetika siyosatidagi o‘rni keng yoritilgan. [8] Xorijiy tajriba shuni ko‘rsatadiki, energiya boshqaruvining zamonaviy dasturlari nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki ekologik barqarorlikni ta’minlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli ko‘plab mamlakatlarda energiya tejash dasturlari davlat siyosatining ajralmas qismiga aylangan.

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqot ishida energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minotining samaradorligini o‘rganish uchun turli materiallar, texnik vositalar va ilmiy-uslubiy yondashuvlardan foydalanildi. Tadqiqotning

maqsadi energiya sarfini aniq o‘lchash, ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va boshqarish jarayonlarini tahlil qilish hamda ularning amaliyotdagi qo‘llanilish samaradorligini baholashdan iborat bo‘ldi. Birinchi bosqichda tadqiqot uchun zarur bo‘lgan materiallar to‘plandi. Bunga energiya hisoblagichlari, aqlli sensorlar, SCADA platformalari, IoT qurilmalari va server tizimlari kiritildi. Shuningdek, dasturiy vositalardan Python, MATLAB, va maxsus energiya monitoringi dasturlari (Energy Management Systems – EMS) foydalanildi. Ushbu materiallar yordamida real vaqt rejimida energiya sarfi bo‘yicha ma’lumotlar yig‘ildi va saqlab borildi. Ikkinchi bosqichda tadqiqotning usullari qo‘llanildi. Avvalo, tajribaviy kuzatuv va monitoring usuli asosida obyektlarda energiya iste’moli ko‘rsatkichlari qayd etildi. Keyinchalik, statistik tahlil va matematik modellashtirish usullari yordamida yig‘ilgan ma’lumotlar qayta ishlanib, ularning asosiy tendensiyalari va samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlab chiqildi. Uchinchi bosqichda esa taqqoslash va solishtirma tahlil usuli asosida an’anaviy hisoblash tizimlari bilan zamonaviy dasturiy boshqaruv tizimlari samaradorligi solishtirildi. Bunda energiya sarfi, vaqt tejalishi, inson omili ta’siri va xarajatlar darajasi kabi ko‘rsatkichlar alohida e’tiborga olindi. Shuningdek, eksperimental tadqiqot metodidan foydalanilib, turli turdagi ob’ektlarda (sanoat korxonalari, ta’lim muassasalari va maishiy iste’molchilar) dasturiy ta’minot joriy etilishi va natijalari kuzatildi. Ushbu yondashuv dasturiy ta’minotning turli sharoitlarda qo‘llanish imkoniyatlarini baholashga yordam berdi. Natijada, materiallar va usullar majmuasi energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minotining ilmiy va amaliy jihatdan qanchalik samarali ekanini aniqlashga, ularning texnik-iqtisodiy afzalliklarini asoslashga imkon berdi. Tadqiqot davomida energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti joriy etilgan va an’anaviy usullar qo‘llanilgan obyektlarda taqqoslash o‘tkazildi. Ma’lumotlar tahlili quyidagi jadval va ko‘rsatkichlar orqali ifodalanadi.

1-jadval. An’anaviy va dasturiy ta’minot asosidagi energiya boshqaruvi samaradorlik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	An’anaviy tizim	Dasturiy ta’minot asosida	Farqi (%)
O‘lchash aniqligi (%)	85	97	+12
Inson omili ta’siri	Yuqori	Past	-
Energiya sarfi nazorati	Cheklangan	Real vaqt rejimida	-

Ko‘rsatkichlar	An’anaviy tizim	Dasturiy ta’minot asosida	Farqi (%)
Yo‘qotishlarni kamaytirish (%)	5	18	+13
Hisobot tayyorlash tezligi	Qo‘lda, sekin	Avtomatik, tezkor	-

Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, dasturiy ta’minot asosidagi tizimlar energiya sarfini aniqlik bilan hisoblash va nazorat qilishda samaraliroqdir. Ayniqsa, yo‘qotishlarni kamaytirish va tezkor hisobot shakllantirishda sezilarli ustunlik kuzatildi.

2-jadval. Turli obyektlarda dasturiy ta’minot joriy etilishi natijalari

Obyekt turi	Energiya tejalishi (%)	Xarajatlarning kamayishi (%)	Samaradorlik bahosi
Sanoat korxonalari	22	15	Yuqori
Ta’lim muassasalari	18	12	O‘rtacha-yuqori
Uy xo‘jaliklari	12	8	O‘rtacha

Tadqiqot natijalaridan ko‘rinib turibdiki, dasturiy ta’minot sanoat korxonalarida eng yuqori samaradorlikni namoyon etmoqda. Ta’lim muassasalari va uy xo‘jaliklarida ham ijobiy natijalar qayd etilgan bo‘lib, bu sohalarda ham energiya boshqaruv tizimlarini kengroq joriy etish maqsadga muvofiqdir. Umuman olganda, dasturiy ta’minot asosidagi energiya boshqaruvi nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki ekologik barqarorlikka ham hissa qo‘shadi.

Tadqiqot muhokamasi. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti an’anaviy usullar bilan solishtirganda sezilarli afzalliklarga ega. Birinchi navbatda, o‘lchash aniqligining ortishi hamda inson omilining kamayishi samarali boshqaruv jarayonlarini shakllantirishga imkon berdi. Bu esa energetik resurslarni to‘g‘ri hisoblash, ortiqcha sarf va yo‘qotishlarni aniqlash imkoniyatlarini kengaytirdi. Muhokama jarayonida alohida e’tibor qaratilgan jihatlardan biri energiya tejash samaradorligidir. 1-jadval natijalariga ko‘ra, dasturiy ta’minot asosida yo‘qotishlarni kamaytirish darajasi 18 % gacha yetgani kuzatildi. Bu raqam an’anaviy tizimlardagidan uch baravar

yuqoriroqdir. Demak, aqlli hisoblagichlar, sensorlar va monitoring tizimlari integratsiyasi energiya tejamkorligini oshirishda hal qiluvchi omil bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, 2-jadval ma’lumotlari turli obyektlarda dasturiy ta’minot qo‘llanilishining farqini yaqqol namoyon etdi. Sanoat korxonalarida energiya tejalishi va xarajatlarning kamayishi eng yuqori ko‘rsatkichlarni qayd etdi. Bu, bir tomondan, ishlab chiqarish jarayonlarining yuqori quvvat talab qilishi bilan izohlanadi. Ikkinchi tomondan, dasturiy ta’minot sanoat sharoitlarida ko‘proq imkoniyatlarga ega bo‘lib, ishlab chiqarishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan uyg‘un ishlaydi. Ta’lim muassasalari va uy xo‘jaliklarida ham dasturiy ta’minotning samarali ekanligi qayd etildi. Bu obyektlarda energiya sarfining mutlaq hajmi sanoatga nisbatan kamroq bo‘lsa-da, energiya tejash bo‘yicha sezilarli natijalarga erishildi. Shunday qilib, ushbu tizimlarni keng joriy etish aholining umumiy energiya madaniyatini oshirishga ham xizmat qiladi. Muhokamaning yana bir muhim jihati ekologik omillarga taalluqlidir. Energiya sarfi va yo‘qotishlarning kamayishi atmosferaga chiqariladigan chiqindilar hajmini qisqartirishga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu ma’noda, dasturiy ta’minot nafaqat iqtisodiy, balki ekologik barqarorlikni ham ta’minlaydi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti energetika sohasida samaradorlikni oshirishning muhim omillaridan biri ekanini tasdiqladi. Bu esa ushbu tizimlarni keng miqyosda tatbiq etish va ilmiy-amaliy tadqiqotlarni yanada chuqurlashtirish zarurligini ko‘rsatadi. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti (EOBTDT) energiya sarfini samarali boshqarish, resurslardan oqilona foydalanish va iqtisodiy tejamkorlikni ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Birinchidan, EOBTDT yordamida energiya iste’molini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati yaratildi. Bu esa an’anaviy o‘lchash usullariga qaraganda tezkorroq va ishonchliroq ma’lumot olish imkonini berdi. Natijada, energiya yo‘qotishlari aniqlanib, ularni kamaytirish bo‘yicha amaliy chora-tadbirlar ishlab chiqildi. Ikkinchidan, dasturiy ta’minot orqali ishlab chiqilgan algoritmlar yordamida yuklamalarni optimallashtirish samarali natija berdi. 1-jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, dasturiy ta’minot asosida boshqaruv qo‘llanilganda energiya sarfi o‘rtacha 15–18 % ga qisqardi. Bu natija sanoat korxonalarida eng yuqori darajada qayd etilgan. Uchinchidan, 2-jadval tahlili turli obyektlar kesimida samaradorlikni solishtirish imkonini berdi. Jumladan, ta’lim muassasalarida energiya sarfi 12 % ga, uy xo‘jaliklarida esa 10 % ga kamaygani kuzatildi. Bu shuni anglatadiki, dasturiy ta’minot nafaqat yirik sanoat korxonalarida, balki oddiy maishiy sharoitlarda ham yuqori natija berishi mumkin. Muhokama jarayonida ekologik

omillar ham alohida o‘rin tutdi. Tadqiqotlar ko‘rsatdiki, energiya sarfining kamayishi atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid (CO_2) hajmining qisqarishiga bevosita olib keladi. Bu esa barqaror rivojlanish tamoyillariga mos ravishda ekologik muhitni himoya qilishga xizmat qiladi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minoti an’anaviy usullarga nisbatan samaraliroq ekanligi aniqlandi. Tadqiqot davomida o‘lchash aniqligi oshgani, inson omili ta’siri sezilarli darajada kamaygani va energiya sarfini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyatlari kengaygani isbotlandi. Aniqlandi-ki, dasturiy ta’minot asosida energiya boshqaruvi yo‘qotishlarni kamaytirish, energiya tejamkorligini oshirish va tezkor hisobot shakllantirish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Ayniqsa, sanoat korxonalarida dasturiy boshqaruv tizimlari eng yuqori samaradorlikni ko‘rsatdi. Ta’lim muassasalari va uy xo‘jaliklarida ham sezilarli natijalar qayd etilib, ushbu tizimlarni keng miqyosda joriy etish maqsadga muvofiqligi tasdiqlandi. Shuningdek, energiya sarfi va yo‘qotishlarning kamayishi iqtisodiy samaradorlik bilan bir qatorda ekologik barqarorlikni ta’minlashga ham xizmat qiladi. Shu bois, energiya o‘lchash va boshqarish tizimlari dasturiy ta’minotini rivojlantirish va keng tatbiq etish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralishi lozim. Umuman olganda, mazkur tadqiqot energiya resurslaridan oqilona foydalanishni ta’minlash, zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy qilish va barqaror rivojlanishga erishishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hasanov, A. (2021). Energiya tejamkorligi va samarador boshqaruv tizimlari. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
2. Karimova, M., & Rahmonov, I. (2022). Axborot texnologiyalari asosida energiya monitoringi. Samarqand: SamDU nashriyoti.
3. International Energy Agency (IEA). (2023). Digitalization and Energy Systems. Paris: OECD/IEA Publishing.
4. Smith, J., & Brown, L. (2020). Smart Grid Technologies and Applications. New York: Springer.
5. World Bank. (2022). Energy Efficiency in Emerging Markets: Challenges and Opportunities. Washington, DC: World Bank Publications.
6. Qodirov, B. (2019). Energiya resurslaridan oqilona foydalanishning ilmiy asoslari. Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti.
7. IEEE Power & Energy Society. (2021). Standards for Smart Energy Management Systems. IEEE Standards Association.
8. United Nations Development Programme (UNDP). (2021). Sustainable Energy for All: Progress Report. New York: UNDP.