

MINTAQALARDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI RAQAMLI MONITORING QILISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Qozaqova Munajat Sharifjanovna

Namangan davlat texnika universiteti

Raqamli texnologiyalar kafedrası katta o'qituvchisi
p.f.d., PhD.

ORCID: 0009-0002-0681-9984

E-mail: qozoqova@nstu.uz

Annotatsiya

Maqolada mintaqalarda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligini raqamli monitoring qilish metodologiyasini takomillashtirish masalalari o'rganildi. Aqlli hisoblagichlar, SCADA, narsalar interneti va geoaxborot tizimlariga oid ilmiy yondashuvlarni umumlashtirib, monitoringni ma'lumot manbalari, integratsiya platformasi, ko'rsatkichlar tizimi va boshqaruv qarorlaridan iborat to'rt bosqichli jarayon sifatida asoslangan. Quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti, samaradorlik nisbati, solishtirma ishlab chiqarish, tayyorlik, cheklash ulushi va hududiy iste'moldagi ulushni qamrab olgan ko'rsatkichlar tizimi hamda ularni normallashtirib birlashtiruvchi integral monitoring indeksi taklif etildi. O'zbekistonda qayta tiklanuvchi quvvatlar dinamikasi va uy xo'jaliklari quyosh energetikasini qo'llab-quvvatlash mexanizmi bo'yicha e'lon qilingan ma'lumotlar tahlil qilindi. Mavjud ma'lumotlar asosida hisoblangan hosila ko'rsatkichlar monitoringning axborot bazasini obyekt darajasidagi ma'lumotlar bilan boyitish zarurligini ko'rsatdi. Natijalar asosida hududiy monitoring tizimini rivojlantirish bo'yicha takliflar ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv hududlarni o'zaro taqqoslash va natija qaysi blok hisobiga shakllanganini aniqlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: qayta tiklanuvchi energiya, raqamli monitoring, aqlli hisoblagichlar, SCADA, narsalar interneti, geoaxborot tizimlari, samaradorlik ko'rsatkichlari, integral indeks.

Аннотация

В статье исследованы вопросы совершенствования методологии цифрового мониторинга эффективности использования возобновляемых источников энергии в регионах. Автор обобщил научные подходы к интеллектуальным счетчикам, системам SCADA, интернету вещей и геоинформационным системам и обосновал мониторинг как четырехэтапный процесс, включающий источники данных, интеграционную платформу, систему показателей и управленческие решения. Предложены система показателей, охватывающая коэффициент использования установленной мощности, коэффициент производительности, удельную выработку, готовность, долю ограничений и долю возобновляемой энергии в региональном потреблении, а также интегральный индекс мониторинга, объединяющий нормированные показатели. Проанализированы опубликованные данные о динамике возобновляемых мощностей Узбекистана и механизме поддержки бытовой солнечной энергетики. Рассчитанные

производные показатели показали необходимость дополнения информационной базы мониторинга данными на уровне объектов. По результатам разработаны предложения по развитию регионального мониторинга для органов власти и сетевых компаний. Предложенный подход позволяет сопоставлять регионы и определять, за счет какого блока формируется результат.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, цифровой мониторинг, интеллектуальные счетчики, SCADA, интернет вещей, геоинформационные системы, показатели эффективности, интегральный индекс.

Abstract

The article examined ways to improve the methodology of digital monitoring of the efficiency of renewable energy use in regions. The author synthesised research on smart meters, SCADA, the Internet of Things and GIS and substantiated monitoring as a four-stage process from data sources to management decisions. An indicator system covering capacity factor, performance ratio, specific yield, availability, curtailment share and the share of renewables in regional consumption was proposed, together with an integral monitoring index that aggregates normalised indicators. Published data on renewable capacity in Uzbekistan and on household solar support were analysed. Derived indicators calculated from these data showed that the monitoring information base should be enriched with facility-level data. Proposals for developing regional monitoring were formulated. The proposed approach makes it possible to compare regions and to identify which block shapes the result.

Keywords: renewable energy, digital monitoring, smart meters, SCADA, Internet of Things, geographic information systems, performance indicators, integral index.

KIRISH

Energetika tizimlarini boshqarish nazariyasida so'nggi yigirma yil davomida markazlashgan, bir yo'nalishli energiya oqimiga asoslangan modeldan ko'p tomonlama axborot va energiya almashinuviga tayanuvchi intellektual tarmoq modeliga o'tish kuzatilmoqda. X. Fang va hammualliflari intellektual elektr tarmog'ini infratuzilma, boshqaruv va himoya tizimlarining yaxlit majmui sifatida tavsiflab, uning asosiy farqini ikki tomonlama aloqa, taqsimlangan generatsiya va real vaqt rejimidagi o'lchovlar bilan izohlagan [3]. Ushbu yondashuvda o'lchash va axborot uzatish vositalari yordamchi funksiyadan tizimning boshqaruv yadrosiga aylanadi, chunki qayta tiklanuvchi manbalar generatsiyasining o'zgaruvchanligi tarmoq holatini uzluksiz kuzatishni talab etadi. Natijada energiya manbalaridan foydalanish samaradorligi tushunchasi faqat texnik foydali ish koeffitsiyenti bilan cheklanmay, ishlab chiqarilgan energiyaning tarmoqqa integratsiyalashuvi, iste'molchiga yetkazilishi va hisobga olinishining to'liqligini ham qamrab oluvchi ko'p o'lchovli kategoriyaga aylandi.

Raqamli monitoringning nazariy asoslarini shakllantirishda aqlli hisoblagichlar ma'lumotlarini tahlil qilish bo'yicha tadqiqotlar muhim o'rin tutadi. Y. Vang va hammualliflari aqlli hisoblagichlar ma'lumotlari tahlilini yuklamani prognozlash, iste'molchilarni segmentlash, anomaliyalarni aniqlash va tarmoqni boshqarish kabi yo'nalishlarga ajratib, katta hajmdagi yuqori chastotali o'lchovlar energetika

kompaniyalari uchun mustaqil axborot resursiga aylanganini ko'rsatgan [14]. Sh. Chjou va M. Braun Yevropa mamlakatlarida aqlli hisoblagichlarni joriy etish tajribasini qiyosiy o'rganib, joriy etish sur'ati va natijasi davlat siyosatining tuzilishi, tartibga solish modeli va manfaatdor tomonlar o'rtasidagi majburiyatlar taqsimotiga bog'liq ekanini aniqlagan [16]. Ushbu xulosa raqamli monitoringni texnologik loyiha sifatidagina emas, balki institutsional muhit bilan uzviy bog'liq boshqaruv tizimi sifatida talqin etish zarurligini ko'rsatadi.

Monitoringning axborot qatlamini kengaytirishda narsalar interneti konsepsiyasi alohida ahamiyat kasb etadi. S. S. Reka va T. Dragichevich narsalar interneti va intellektual tarmoq texnologiyalarining uyg'unlashuvini tahlil qilib, sensorlar, aloqa protokollari va bulutli hisoblash platformalari energiya yetkazib berishning barcha bo'g'inlarida ma'lumot to'plash imkonini berishini asoslagan [11]. Biroq ma'lumotlar hajmining oshishi ularning boshqaruv uchun yaroqliligini avtomatik ravishda ta'minlamaydi. R. Vang va D. Strong ma'lumotlar sifatini iste'molchi nuqtai nazaridan ko'rib chiqib, uni aniqlik, to'liqlik, o'z vaqtidalik, izchillik va tushunarlilik kabi ichki, kontekstual, taqdimot va foydalanish imkoniyati toifalariga ajratgan [13]. Ushbu nazariy asos energetika monitoringida ma'lumotlar sifatini samaradorlik ko'rsatkichlari bilan teng ahamiyatga ega mustaqil baholash obyekti sifatida ajratishga imkon beradi.

O'zbekistonda energetika sohasini raqamlashtirish mamlakatni barqaror rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida izchil amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 16-fevral 2026-yil PF-21-son "Mamlakat taraqqiyotining 2030-yilgacha mo'ljallangan ustuvor yo'nalishlari doirasida islohotlarni izchil davom ettirish va yangi bosqichga olib chiqishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmonida qayta tiklanuvchi energiya manbalari quvvatini oshirish bilan birgalikda barcha turdagi energiya resurslari hisobini yuritishni to'liq raqamlashtirish vazifasi belgilangan [18]. Qayta tiklanuvchi quvvatlarning hududlar bo'ylab tez sur'atlarda joylashtirilishi ushbu vazifani mintaqaviy darajada ilmiy asoslangan monitoring metodologiyasi bilan ta'minlashni taqozo etadi. Maqolaning maqsadi mintaqalarda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligini raqamli monitoring qilish metodologiyasini takomillashtirishdan iborat. Maqsadga erishish uchun monitoringning nazariy asoslarini umumlashtirish, samaradorlik ko'rsatkichlari tizimini va integral monitoring indeksini ishlab chiqish, O'zbekistonda mavjud axborot bazasini baholash hamda hududiy monitoring tizimini rivojlantirish yo'nalishlarini asoslash vazifalari qo'yildi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Qayta tiklanuvchi energiya obyektlarini monitoring qilish bo'yicha amaliy tadqiqotlarning katta qismi fotoelektr stansiyalariga bag'ishlangan. S. R. Madeti va S. N. Singh fotoelektr stansiyalarining monitoring tizimlarini tizimlashtirib, ularni ma'lumot yig'ish qurilmalari, aloqa kanallari, ma'lumotlarni saqlash va vizuallashtirish vositalari bo'yicha tasniflagan [7]. Mualliflar monitoringning asosiy vazifasi sifatida ishlab chiqarishni kutilgan qiymat bilan solishtirish orqali yo'qotishlar va nosozliklarni erta aniqlashni ko'rsatgan, samaradorlik nisbati va solishtirma ishlab

chiqarishni esa turli quvvat va joylashuvdagi obyektlarni taqqoslash imkonini beruvchi me'yorlangan ko'rsatkichlar sifatida baholagan. Ushbu tasnif hududiy monitoringda obyekt darajasidagi ko'rsatkichlarni yuqori darajaga agregatsiya qilishning uslubiy asosini yaratadi.

Monitoring ma'lumotlaridan nosozliklarni tashxislashda foydalanish masalasini A. Livera va hammualliflari chuqur tahlil qilgan [6]. Tadqiqotda elektr parametrlari va samaradorlik ko'rsatkichlariga asoslangan tashxislash usullari statistik, sun'iy intellekt va gibril yondashuvlarga ajratilgan hamda ularning aniqligi ma'lumotlarning chastotasi va to'liqligiga bog'liq ekanini qayd etilgan. A. Mellit va hammualliflari narsalar interneti va mashinali o'qitish algoritmlarini birlashtirgan o'rnatilgan tizimni ishlab chiqib, fotoelektr massivlarini masofadan kuzatish va nosozliklarni real vaqt rejimida tasniflash mumkinligini eksperimental tarzda ko'rsatgan [8]. Ushbu ishlar raqamli monitoring kichik quvvatli taqsimlangan qurilmalar uchun ham texnik va iqtisodiy jihatdan maqbul bo'lib borayotganini tasdiqlaydi.

Tizim darajasidagi samaradorlikni baholashda ishlab chiqarishni cheklash ko'rsatkichi muhim o'rin tutadi. L. Bird va hammualliflari turli mamlakatlarda shamol va quyosh energiyasini cheklash tajribasini umumlashtirib, cheklash sabablarini tarmoq o'tkazish qobiliyatining yetishmasligi, tizimning moslashuvchanligi va bozor qoidalari bilan bog'langan hamda cheklash hajmlarini tizimli hisobga olish va oshkor etish qayta tiklanuvchi manbalarni integratsiyalash siyosatini baholashning zaruriy sharti ekanini ta'kidlagan [2]. Hududiy o'lchovni hisobga olishda B. Resh va hammualliflarining geoaxborot tizimlariga asoslangan rejalashtirish bo'yicha ishi e'tiborga molik bo'lib, unda energiya ma'lumotlarini fazoviy ma'lumotlar bilan integratsiyalash, ma'lumotlar formatlarining mos kelmasligi va real vaqt rejimidagi fazoviy tahlil zarurati asosiy muammolar sifatida ajratilgan [12].

Ko'p sonli ko'rsatkichlarni yagona baholashga birlashtirishning uslubiy asosi OECD va Yevropa Komissiyasi Qo'shma tadqiqot markazi tomonidan ishlab chiqilgan kompozit indikatorlar qo'llanmasida bayon etilgan [9]. Qo'llanmada nazariy asos, ko'rsatkichlarni tanlash, yetishmayotgan ma'lumotlarni to'ldirish, normallashtirish, vaznlash, agregatsiya va sezgirlik tahlilidan iborat bosqichlar ketma-ketligi taklif etilgan. Adabiyotlar tahlili ikki xulosaga olib keldi. Birinchidan, obyekt darajasidagi monitoring uslublari yetarlicha ishlab chiqilgan bo'lsa-da, ularni hududiy boshqaruv darajasida birlashtiruvchi yaxlit metodologiya kam o'rganilgan. Ikkinchidan, mavjud ishlarda texnik samaradorlik, tizimga integratsiya va ma'lumotlar sifati alohida ko'rib chiqilib, ularning yagona indeksda uyg'unlashuvi yetarlicha asoslanmagan. Ushbu bo'shliq maqolaning metodologik yondashuvini belgilab berdi.

METODOLOGIYA

Tadqiqotda tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, kompozit indikatorlar usuli va konseptual modellashtirishdan foydalanildi. Raqamli monitoring to'rt bosqichli jarayon sifatida qaraldi: birinchi bosqichda aqlli hisoblagichlar, stansiyalarning SCADA tizimlari va narsalar interneti qurilmalaridan ma'lumotlar yig'iladi; ikkinchi bosqichda ular hududiy platformada tekshiriladi va geoaxborot qatlami bilan bog'lanadi; uchinchi bosqichda samaradorlik ko'rsatkichlari hisoblanadi; to'rtinchi

bosqichda integral baho boshqaruv qarorlari uchun taqdim etiladi. Ko'rsatkichlar uchta blokka ajratildi: texnik samaradorlik, energiya tizimiga integratsiya va ma'lumotlar sifati. Har xil o'lchov birligiga ega ko'rsatkichlarni taqqoslash uchun ular min-maks usulida normallashtiriladi:

$$z_{rj} = \frac{x_{rj} - \min_r(x_j)}{\max_r(x_j) - \min_r(x_j)} \quad (1)$$

bu yerda z_{rj} - r -hududda j -ko'rsatkichning normallashtirilgan qiymati; x_{rj} - uning haqiqiy qiymati; $\min_r(x_j)$ va $\max_r(x_j)$ - ko'rsatkichning hududlar bo'yicha eng kichik va eng katta qiymatlari. Qiymatining oshishi samaradorlikning pasayishini bildiruvchi ko'rsatkichlar, masalan, cheklash ulushi uchun normallashtirilgan qiymat birdan ayirib olinadi. Normallashtirish natijasida barcha ko'rsatkichlar 0 dan 1 gacha oraliqda ifodalanadi va bir yo'nalishga keltiriladi. Min-maks usuli sodda va shaffof bo'lib, hududlarning nisbiy holatini to'g'ridan-to'g'ri talqin qilish imkonini beradi, ammo keskin chetlanuvchi qiymatlarga sezgir. Shu tufayli hisob-kitobdan oldin ma'lumotlar sifati bloki doirasida chetlanuvchi qiymatlarni aniqlash va ularning texnik sababini tekshirish nazarda tutiladi. Normallashtirilgan ko'rsatkichlar bloklar ichida va bloklar o'rtasida ikki bosqichli vaznlash orqali integral monitoring indeksiga birlashtiriladi:

$$IMI_r = \sum_{k=1}^3 W_k \cdot \sum_{j=1}^{m_k} w_{kj} \cdot z_{rkj} \quad (2)$$

bu yerda IMI_r - r -hududning integral monitoring indeksi; W_k - k -blokning vazni; w_{kj} - k -blok ichidagi j -ko'rsatkichning vazni; m_k - k -blokdagi ko'rsatkichlar soni; z_{rkj} - normallashtirilgan ko'rsatkich. Har bir daraja vaznlari yig'indisi birga teng deb qabul qilinadi. Boshlang'ich bosqichda bloklarga teng vazn berilishi, keyinchalik esa vaznlar ekspert baholash va sezgirlik tahlili yordamida aniqlashtirilishi tavsiya etiladi [9]. Indeksning ikki bosqichli tuzilishi hudud natijasining qaysi blok hisobiga shakllanganini ajratib ko'rsatadi: past qiymat texnik samaradorlik yetishmasligi, tarmoqqa integratsiya cheklovlari yoki ma'lumotlar sifatining pastligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Empirik qismda IRENA statistikasi, Energetika vazirligi va Soliq qo'mitasining ommaviy axborot vositalarida e'lon qilingan ma'lumotlari, xalqaro moliya institutlari loyihalari hujjatlari va normativ-huquqiy hujjatlardan foydalanildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Metodologiya birinchi amaliy natijasi sifatida hududiy monitoring uchun samaradorlik ko'rsatkichlari tizimi shakllantirildi. Ko'rsatkichlarni tanlashda ular obyekt darajasidagi o'lchovlardan hisoblanishi, turli quvvatdagi obyektlar va hududlar o'rtasida taqqoslanishi hamda mavjud raqamli vositalar yordamida avtomatik yangilanishi mumkinligi mezon qilib olindi.

1-jadvalda keltirilgan tizim monitoringning uchta o'zaro bog'liq qatlamini qamrab oladi. Texnik samaradorlik bloki obyektning o'rnatilgan quvvatdan qay darajada foydalanayotganini ko'rsatadi. Samaradorlik nisbati va solishtirma ishlab chiqarish quyosh radiatsiyasi va quvvat farqlarini me'yorlash orqali turli hududlardagi obyektlarni teng sharoitda taqqoslash imkonini beradi. Integratsiya bloki ishlab chiqarilgan energiyadan tizim darajasida qanchalik to'liq foydalanilganini aks ettiradi:

yuqori texnik ko'rsatkichlarga ega obyekt ham tarmoq cheklovlari tufayli salohiyatini to'liq namoyon eta olmasligi mumkin. Ma'lumotlar sifati bloki qolgan ko'rsatkichlarning ishonchliligini ta'minlovchi shart vazifasini bajaradi, chunki to'liq bo'lmagan o'lchovlar asosida hisoblangan samaradorlik nisbati real holatni noto'g'ri aks ettiradi. Jadvaldagi har bir ko'rsatkich uchun aniq raqamli manba belgilangani monitoringni qo'lda tayyorlanadigan hisobotlardan avtomatik hisoblanadigan tizimga o'tkazish imkoniyatini yaratadi.

1-jadval

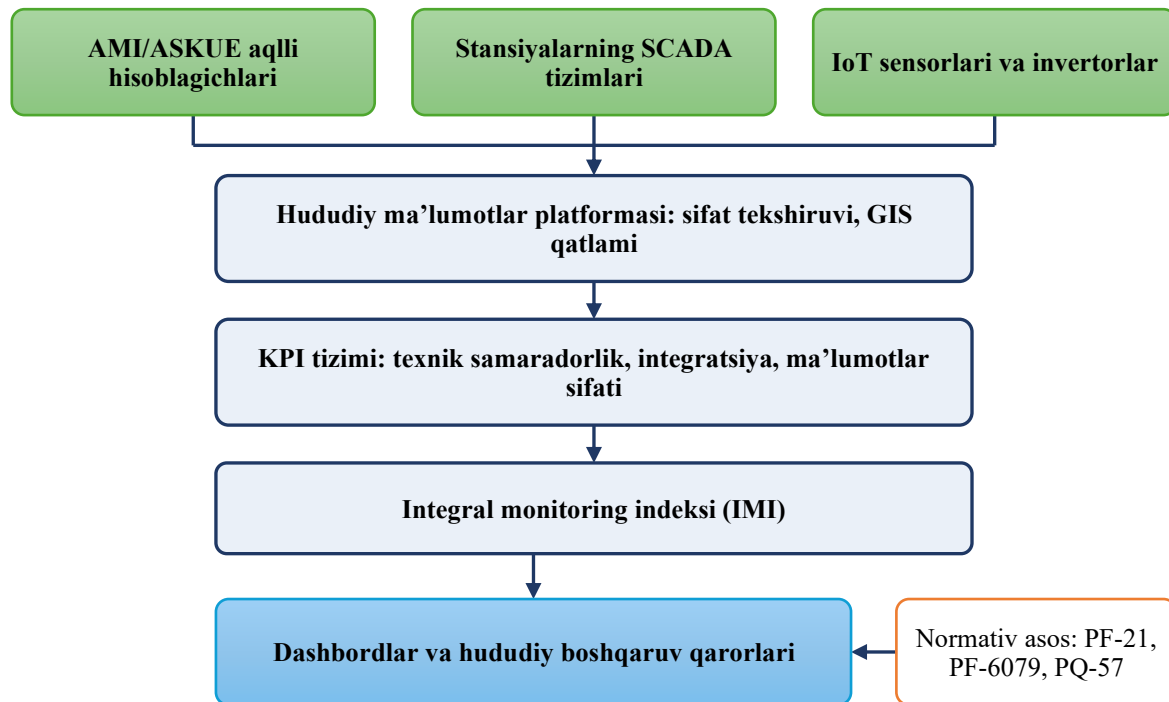
Qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanish samaradorligini hududiy monitoring qilish ko'rsatkichlari tizimi¹

Blok	Ko'rsatkich	Hisoblash tartibi	Axborot manbai
Texnik samaradorlik	Quvvatdan foydalanish koeffitsiyenti	Davr ichida ishlab chiqarilgan energiyaning o'rnatilgan quvvat va davr soatlari ko'paytmasiga nisbati	SCADA, inverter ma'lumotlari
	Samaradorlik nisbati	Haqiqiy solishtirma ishlab chiqarishning quyosh radiatsiyasi bo'yicha hisoblangan nazariy qiymatga nisbati	IoT sensorlari, meteo ma'lumotlar
	Solishtirma ishlab chiqarish	Ishlab chiqarilgan energiyaning o'rnatilgan quvvatning bir kilovattiga nisbati	Aqlli hisoblagichlar
	Tayyorlik koeffitsiyenti	Obyekt ishga yaroqli bo'lgan vaqtning jami vaqtga nisbati	SCADA, texnik xizmat jurnali
Tizimga integratsiya	Cheklash ulushi	Tarmoq cheklovlari sababli ishlab chiqarilmagan energiyaning mumkin bo'lgan ishlab chiqarishga nisbati	Dispatcherlik ma'lumotlari
	Hududiy iste'moldagi ulush	Hududda qayta tiklanuvchi manbalardan olingan energiyaning jami iste'molga nisbati	AMI/ASKUE, billing tizimi
Ma'lumotlar sifati	To'liqlik va o'z vaqtidalik	Belgilangan muddatda kelib tushgan yaroqli o'lchovlarning kutilgan o'lchovlar soniga nisbati	Platforma jurnali

Ko'rsatkichlar tizimining amalda ishlashi hisobga olish infratuzilmasining qamrov darajasiga bog'liq. O'zbekistonda bu borada izchil ishlar amalga oshirilgan. Osiyo taraqqiyot banki ishtirokidagi ilg'or elektr energiyasini hisobga olish loyihasi 2011-2021-yillarda Samarqand, Buxoro va Jizzax viloyatlarida amalga oshirilib, uning doirasida 150 mln AQSh dollari miqdoridagi kredit hisobiga qariyb bir million maishiy va tijorat iste'molchisi ilg'or hisobga olish infratuzilmasi bilan ta'minlangan [1]. Jahon banki 2025-yilda tasdiqlagan 100 mln AQSh dollarlik loyiha taqsimlash tarmoqlarini modernizatsiya qilish doirasida 150 ming aqlli hisoblagich va 4 ming konsentrator o'rnatishni nazarda tutadi, unda Qoraqalpog'iston Respublikasi va Surxondaryo viloyati ustuvor hududlar sifatida belgilangan, tarmoqning qayta tiklanuvchi

¹ Manba: S. R. Madeti va S. N. Singh [7], L. Bird va hammualliflari [2] hamda R. Vang va D. Strong [13] yondashuvlari asosida muallif ishlanmasi.

energiyani integratsiyalash imkoniyatini 50 MVt ga oshirish mo'ljallangan [15]. Hisobga olish va monitoring infratuzilmasini bosqichma-bosqich kengaytirish 1-rasmda umumlashtirildi.



1-rasm. Qayta tiklanuvchi energiyani raqamli monitoring qilish modeli¹

Izoh: AMI - ilg'or hisobga olish infratuzilmasi; ASKUE - elektr energiyasini hisobga olish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimi; GIS - geoaxborot tizimi; KPI - samaradorlik ko'rsatkichlari; IMI - (2) formula bo'yicha hisoblanadigan integral monitoring indeksi.

1-rasmdagi model raqamli monitoringning ma'lumot oqimini yuqoridan pastga qarab tasvirlaydi. Birinchi qatlamda uchta mustaqil ma'lumot manbai ajratilgan: iste'mol va tarmoqqa uzatilgan energiyani qayd etuvchi aqlli hisoblagichlar, yirik stansiyalarning SCADA tizimlari va kichik qurilmalardagi sensorlar hamda inverterlar. Ikkinchi qatlam hududiy ma'lumotlar platformasi bo'lib, unda turli formatdagi ma'lumotlar yagona standartga keltiriladi, sifat tekshiruvidan o'tkaziladi va geoaxborot qatlami orqali aniq hudud, tuman va tarmoq uchastkasiga bog'lanadi. Uchinchi qatlamda 1-jadvaldagi ko'rsatkichlar avtomatik hisoblanadi, to'rtinchi qatlamda ular (2) formula bo'yicha integral indeksga birlashtiriladi. Modelning yakuniy bo'g'ini hududiy hokimliklar va tarmoq kompaniyalari uchun dashbordlar va boshqaruv qarorlaridan iborat. Normativ asos alohida ajratilgan, chunki monitoring vazifalari va ma'lumot almashinuvi tartibi davlat dasturlari bilan belgilanadi.

Modelning normativ asosi mamlakatda qabul qilingan strategik hujjatlarda mustahkam o'rin egallagan. "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi raqamli infratuzilma, raqamli hukumat va raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishni ustuvor yo'nalishlar sifatida belgilab, Qoraqalpog'iston Respublikasi, viloyatlar va Toshkent

¹ Manba: S. S. Reka va T. Dragichevich [11] hamda B. Resh va hammualliflari [12] yondashuvlari asosida muallif ishlanmasi.

shahrini raqamli transformatsiya qilish dasturlarini ishlab chiqishni nazarda tutgan [17]. “Yashil” iqtisodiyotga o'tish bo'yicha qarorda 2030-yilgacha qayta tiklanuvchi energiya manbalari quvvatini 15 GVt ga oshirish va ularning elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi ulushini 30 foizdan ko'proqqa yetkazish belgilangan [19]. Belgilangan maqsadlarga erishish sur'atini kuzatish monitoring tizimining makro darajadagi vazifasi hisoblanadi. IRENA ma'lumotlari [4] bo'yicha tegishli ko'rsatkichlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

O'zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya quvvatlarining tarkibiy o'zgarishi, MVt¹

Yil	Jami quvvat	Gidro-energetika	Boshqa manbalar	Boshqa manbalar ulushi, foizda	Yillik o'sish, MVt
2021	2056	2052	4	0,2	-
2022	2429	2225	204	8,4	373
2023	3250	2382	868	26,7	821
2024	6079	2391	3688	60,7	2829
2025	10027	2441	7586	75,7	3948

2-jadval ma'lumotlari qayta tiklanuvchi energetika tarkibida sifat jihatidan yangi bosqich boshlanganini ko'rsatadi. 2021-yilda jami quvvat deyarli to'liq gidroenergetikaga to'g'ri kelgan bo'lsa, 2025-yilga kelib gidroenergetikadan tashqari manbalarning ulushi 75,7 foizga yetdi. Jami quvvat to'rt yil ichida 4,9 barobar oshib, 2025-yilda strategik maqsad sifatida belgilangan 25 ming MVt ning 40,1 foizini tashkil etdi. Yillik o'sish hajmi 2022-yildagi 373 MVt dan 2025-yilda 3948 MVt gacha oshgani quvvatlarni ishga tushirish sur'ati izchil jadallashayotganidan dalolat beradi. Monitoring metodologiyasi nuqtai nazaridan ushbu o'zgarishning ahamiyati shundaki, gidroelektr stansiyalari nisbatan kam sonli yirik obyektlardan iborat bo'lib, an'anaviy dispetcherlik hisobotlari orqali kuzatiladi. Quyosh va shamol quvvatlari esa ko'p sonli, hududlar bo'ylab tarqoq va generatsiyasi ob-havoga bog'liq obyektlardan tashkil topadi. Bunday tuzilma 1-jadvaldagi ko'rsatkichlarni obyekt darajasida avtomatik hisoblashni zaruriyatga aylantiradi.

Taqsimlangan generatsiyaning eng tez kengayayotgan qismi uy xo'jaliklari va tadbirkorlik subyektlaridagi kichik quyosh qurilmalaridir. 2023-yilda qabul qilingan qarorga muvofiq “Quyoshli xonadon” dasturi doirasida 37 ming aholi xonadonida kichik quvvatli qurilmalar o'rnatish rejalashtirilgan, jismoniy shaxslar tomonidan yagona elektr energetika tizimiga uzatilgan har bir kilovatt-soat uchun 1000 so'mdan subsidiya belgilangan hamda uzatilgan va iste'mol qilingan energiya o'rtasidagi farqni billing tizimi orqali oylik hisobga olish tartibi joriy etilgan [20]. Ushbu tartib aqlli hisoblagichlar va billing ma'lumotlarini uy xo'jaliklari quyosh energetikasini monitoring qilishning asosiy manbaiga aylantirdi. Mexanizm bo'yicha e'lon qilingan ko'rsatkichlar va ular asosida hisoblangan hosila ko'rsatkichlar 3-jadvalda keltirilgan.

¹ Manba: IRENA ma'lumotlari [4] asosida; boshqa manbalar quvvati, ulush va yillik o'sish muallif tomonidan hisoblangan.

3-jadval

Kichik quyosh qurilmalari va subsidiya mexanizmi bo'yicha monitoring ko'rsatkichlari, 2025-yil¹

Ko'rsatkich	Qiymati	Turi
I chorakda o'rnatilgan kichik quyosh qurilmalari quvvati, MVt	197,9	e'lon qilingan
shu jumladan uy xo'jaliklarida, MVt	56	e'lon qilingan
Uy xo'jaliklarining yangi quvvatdagi ulushi, foizda	28,3	hisoblangan
O'rnatish obyektlari soni, birlik	10117	e'lon qilingan
Bir obyektga o'rtacha quvvat, kVt	19,6	hisoblangan
I chorakda to'langan subsidiya, mlrd so'm	8,147	e'lon qilingan
Subsidiya olgan fuqarolar soni, nafar	12746	e'lon qilingan
Bir fuqaroga o'rtacha subsidiya, ming so'm	639	hisoblangan
Yanvar-sentabrda to'langan subsidiya, mlrd so'm	153	e'lon qilingan
Subsidiyaga mos uzatilgan energiya, mln kVt·soat	153	hisoblangan

3-jadval natijalari taqsimlangan quyosh energetikasining monitoring obyekti sifatidagi o'ziga xos xususiyatlarini ochib beradi. 2025-yilning birinchi choragida o'rnatilgan kichik quvvatlarning 28,3 foizi uy xo'jaliklariga to'g'ri kelgan, bir obyektga o'rtacha quvvat 19,6 kVt ni tashkil etgan. Bu kichik quvvatli, ammo ko'p sonli obyektlarni alohida kuzatish zaruratini tasdiqlaydi. Yanvar-sentabr oylarida to'langan 153 mlrd so'm subsidiya 1000 so'mlik stavka bo'yicha qariyb 153 mln kVt·soat energiyaning tarmoqqa uzatilganiga mos keladi. Manbada qayd etilishicha, subsidiya olgan uy xo'jaliklari soni 35 mingdan oshib, 2024-yildagi 10826 ishtirokchiga nisbatan uch barobardan ko'proq ko'paygan [10]. Ushbu hosila ko'rsatkichlar subsidiya to'lovlari ma'lumotlari tarmoqqa uzatilgan energiya hajmini baholashning ishonchli bilvosita manbai bo'la olishini ko'rsatadi.

Hisob-kitoblar monitoringning axborot bazasini takomillashtirish yo'nalishlarini ham aniqlashtirdi. Birinchi chorakda yangi o'rnatilgan qurilmalar 60 mln kVt·soatdan ortiq elektr energiyasi ishlab chiqargani qayd etilgan [5], biroq qurilmalar chorak davomida turli sanalarda ishga tushirilgani sababli agregatlangan ma'lumotlar bo'yicha solishtirma ishlab chiqarish yoki quvvatdan foydalanish koeffitsiyentini to'g'ri hisoblab bo'lmaydi. Bu ko'rsatkichlarni aniqlash uchun har bir obyektning ishga tushirilgan sanasi, o'rnatilgan quvvati va aqlli hisoblagich ko'rsatkichlari yagona platformada bog'lanishi talab etiladi. Jahon banki ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yilda taqsimlash tarmoqlaridagi texnik yo'qotishlar qariyb 13 foiz darajasida baholangan [15], demak ishlab chiqarilgan energiyadan foydalanish samaradorligi tarmoq yo'qotishlarini ham hisobga olgan holda kuzatilishi lozim. (2) formuladagi ma'lumotlar sifati blokining ajratilishi aynan shu ehtiyojga javob beradi va integral indeks natijalarining ishonchliligini ta'minlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan tadqiqot mintaqalarda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligini raqamli monitoring qilish ma'lumot manbalari, hududiy

¹ Manba: I chorak ma'lumotlari [5], yanvar-sentabr ma'lumotlari [10] asosida; hosila ko'rsatkichlar subsidiya stavkasi [20] bo'yicha muallif tomonidan hisoblangan.

integratsiya platformasi, ko'rsatkichlar tizimi va boshqaruv qarorlarini birlashtiruvchi yaxlit jarayon sifatida tashkil etilishi lozimligini ko'rsatdi. Taklif etilgan ko'rsatkichlar tizimi texnik samaradorlik, energiya tizimiga integratsiya va ma'lumotlar sifati bloklarini qamrab oladi, integral monitoring indeksi esa ularni hududlarni taqqoslash va natijaning shakllanish manbalarini aniqlash imkonini beruvchi yagona bahoga birlashtiradi. O'zbekistonda qayta tiklanuvchi quvvatlar 2021-2025-yillarda qariyb besh barobar oshgani va ularning tarkibida quyosh hamda shamol manbalari ustunlik kasb etgani monitoringni obyekt darajasidagi avtomatik o'lchovlarga tayanadigan tizimga o'tkazishni zaruriyatga aylantirdi. Uy xo'jaliklari quyosh energetikasini qo'llab-quvvatlash mexanizmi esa billing va subsidiya ma'lumotlarini monitoringning samarali manbaiga aylantirdi.

Olingan natijalar asosida quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

1. Viloyatlar va Qoraqalpog'iston Respublikasi kesimida 1-jadvaldagi ko'rsatkichlar va integral monitoring indeksini choraklik asosda hisoblab boruvchi hududiy qayta tiklanuvchi energiya monitoring platformasini Energetika vazirligi axborot tizimlari tarkibida tashkil etish maqsadga muvofiq.

2. Kichik quyosh qurilmalarini ro'yxatga olishda obyektning ishga tushirilgan sanasi, quvvati, geografik koordinatalari va aqlli hisoblagich identifikatorini yagona reyestrda kiritish solishtirma ishlab chiqarish va samaradorlik nisbatini aniq hisoblash imkonini beradi.

3. Yirik quyosh va shamol stansiyalarining SCADA tizimlaridan ishlab chiqarish, tayyorlik va cheklash hajmlari to'g'risidagi ma'lumotlarni hududiy platformaga standart formatda avtomatik uzatish tartibini joriy etish tavsiya etiladi.

4. Monitoring ma'lumotlarini geoaxborot tizimi bilan bog'lash tarmoq o'tkazish qobiliyati cheklangan uchastkalarni aniqlash va yangi quvvatlarni joylashtirishni rejalashtirishda qo'llanilishi lozim.

5. Hududiy hokimliklar uchun integral indeks va uning bloklari bo'yicha ochiq dashboardlarni joriy etish monitoring natijalarining shaffofligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Asian Development Bank. (n.d.). Uzbekistan: Advanced Electricity Metering Project (Project 41340-013). <https://www.adb.org/projects/41340-013/main>

2. Bird, L., Lew, D., Milligan, M., Carlini, E. M., Estanqueiro, A., Flynn, D., Gomez-Lazaro, E., Holttinen, H., Menemenlis, N., Orths, A., Eriksen, P. B., Smith, J. C., Soder, L., Sorensen, P., Altiparmakis, A., Yasuda, Y., & Miller, J. (2016). Wind and solar energy curtailment: A review of international experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 577-586. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.082>

3. Fang, X., Misra, S., Xue, G., & Yang, D. (2012). Smart grid - The new and improved power grid: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 14(4), 944-980. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087>

4. IRENA. (2026). Renewable Capacity Statistics 2026. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2026/Mar/IRENA_DAT_RE_capacity_statistics_2026.pdf

5. Kun.uz. (2025, May 2). Uzbekistan sees surge in household solar energy production and earnings. <https://kun.uz/en/news/2025/05/02/uzbekistan-sees-surge-in-household-solar-energy-production-and-earnings>
6. Livera, A., Theristis, M., Makrides, G., & Georghiou, G. E. (2019). Recent advances in failure diagnosis techniques based on performance data analysis for grid-connected photovoltaic systems. *Renewable Energy*, 133, 126-143. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.09.101>
7. Madeti, S. R., & Singh, S. N. (2017). Monitoring system for photovoltaic plants: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1180-1207. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.088>
8. Mellit, A., Benghanem, M., Kalogirou, S., & Massi Pavan, A. (2023). An embedded system for remote monitoring and fault diagnosis of photovoltaic arrays using machine learning and the internet of things. *Renewable Energy*, 208, 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.03.096>
9. OECD, European Union, & Joint Research Centre - European Commission. (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
10. pv magazine. (2025, November 5). Uzbekistan expands solar home subsidy uptake to over 35,000 households. <https://www.pv-magazine.com/2025/11/05/uzbekistan-expands-solar-home-subsidy-uptake-to-over-35000-households/>
11. Reka, S. S., & Dragicevic, T. (2018). Future effectual role of energy delivery: A comprehensive review of Internet of Things and smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 90-108. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.089>
12. Resch, B., Sagl, G., Törnros, T., Bachmaier, A., Eggers, J.-B., Herkel, S., Narmsara, S., & Gündra, H. (2014). GIS-based planning and modeling for renewable energy: Challenges and future research avenues. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(2), 662-692. <https://doi.org/10.3390/ijgi3020662>
13. Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 5-33. <https://doi.org/10.1080/07421222.1996.11518099>
14. Wang, Y., Chen, Q., Hong, T., & Kang, C. (2019). Review of smart meter data analytics: Applications, methodologies, and challenges. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(3), 3125-3148. <https://doi.org/10.1109/TSG.2018.2818167>
15. World Bank. (2025, May 15). Uzbekistan to invest in modernizing electricity distribution networks with World Bank support [Press release]. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/05/15/uzbekistan-to-invest-in-modernizing-electricity-distribution-networks-with-world-bank-support>
16. Zhou, S., & Brown, M. A. (2017). Smart meter deployment in Europe: A comparative case study on the impacts of national policy schemes. *Journal of Cleaner Production*, 144, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.031>

17. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabr PF-6079-son "«Raqamli O'zbekiston - 2030» strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni. <https://lex.uz/docs/5030957>

18. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 16-fevral 2026-yil PF-21-son "Mamlakat taraqqiyotining 2030-yilgacha mo'ljallangan ustuvor yo'nalishlari doirasida islohotlarni izchil davom ettirish va yangi bosqichga olib chiqishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni <https://lex.uz/ru/docs/-8050769>

19. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabr PQ-436-son "2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-6303230>

20. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevral PQ-57-son "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-6385716>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:
Ingliz tili muharriri:
Rus tili muharriri:
Musahhih:
Sahifalovchi va dizaynerlar:

Turobova Hulkar Rustamovna
Oripov Mahmud Ashurovich
Xidirova Gavxar Rustamovna
Qudratov Aziz Dehqonboyevich
Sadikov Shoxrux Shuxratovich
Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-YIL, 24-25-SENTABR, MAXSUS-SON, V-VI-SEKSIYALAR

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta: info@marketingjournal.uz
Bot: [@marketinjournalbot](https://t.me/@marketinjournalbot)
Tel.: +99890 5125464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 362/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 "Seriya nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlaro standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**