ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 1

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Асадова Раъно Дилмуратовна***
*Тошкент Давлат техника университети доценти*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.



ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.



ISSN 3030-3907

# SMART GRID ASOSIDA ELEKTR TAQSIMLASH TARMOQLARIDA YUKLAMA PROGNOZINI OPTIMALLASHTIRISH VA ENERGIYA YO‘QOTISHLARINI KAMAYTIRISH

**Shayumova Zamira Mustafayevna**
*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, dotsent*
**E-mail:** *shayumovaz@mail.ru*
**Bibitova Zarnigor Baxtiyorovna**
*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, magistrant*
*E-mail: zarnigorbibitova@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Smart Grid texnologiyasi asosida elektr taqsimlash tarmoqlarida yuklama prognozini optimallashtirish hamda texnik yo‘qotishlarni kamaytirish usullari tahlil qilinadi. Tadqiqotda sun’iy intellekt algoritmlari, real vaqt monitoringi va aqlli hisoblash tizimlari yordamida energiya oqimlarini boshqarish mexanizmlari ishlab chiqildi. Olingan natijalar yuklama prognozi aniqligini oshirish va tarmoqdagi aktiv hamda reaktiv quvvat yo‘qotishlarini kamaytirish imkonini berishini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** Smart Grid, yuklama prognozi, energiya yo‘qotishlari, sun’iy intellekt, taqsimlash tarmoqlari, optimallashtirish.

**Аннотация.** В данной статье анализируются методы оптимизации прогнозирования нагрузки и снижения технических потерь в электрораспределительных сетях на основе технологии «умных сетей». В исследовании разработаны механизмы управления потоками энергии с использованием алгоритмов искусственного интеллекта, мониторинга в реальном времени и интеллектуальных вычислительных систем. Результаты показывают, что это позволяет повысить точность прогнозирования нагрузки и снизить потери активной и реактивной мощности в сети.

**Ключевые слова:** Умные сети, прогнозирование нагрузки, потери энергии, искусственный интеллект, распределительные сети, оптимизация.

**Abstract.** This article analyzes methods for optimizing load forecasting and reducing technical losses in electrical distribution networks based on Smart Grid technology. The study develops energy flow management mechanisms using artificial intelligence algorithms, real-time monitoring, and advanced metering systems. The obtained results demonstrate that the proposed approach improves load forecasting accuracy and enables the reduction of both active and reactive power losses in the network.

**Keywords:** Smart Grid, load forecasting, energy losses, artificial intelligence, distribution networks, optimization.

## KIRISH



*ISSN 3030-3907*

Global energetika tizimlari oxirgi o‘n yilliklarda keskin o‘zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortishi, qayta tiklanuvchi manbalarning keng joriy etilishi va energiya samaradorligiga qo‘yilayotgan talablar ishlab chiqarish hamda tarqatish tizimlarini modernizatsiya qilishni taqozo etmoqda.

Raqamli transformatsiya – bu energetika infratuzilmasini axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida optimallashtirish, real vaqt monitoringi, avtomatlashtirilgan boshqaruv va ma’lumotlarga asoslangan qaror qabul qilish tizimlarini joriy etish jarayonidir.

So‘nggi yillarda energetika tizimlarining barqarorligi, ishonchliligi va yuqori samaradorligini ta’minlash masalasi global darajada ustuvor yo‘nalishga aylandi. Shu nuqtai nazardan, elektr tarmoqlarini raqamlashtirish asosida shakllanayotgan Smart Grid (aqlli tarmoq) texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etadi. Aqlli tarmoqlar real vaqt rejimida ma’lumot almashish, yuklamani samarali boshqarish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish imkonini beradi.

Zamonaviy elektr energetika tizimlarida energiya iste’molining ortishi va qayta tiklanuvchi manbalar ulushining ko‘payishi taqsimlash tarmoqlarida yuklama boshqaruvini murakkablashtirmoqda. An’anaviy prognozlash usullari statistik o‘rtacha qiymatlarga asoslanib, real vaqt o‘zgarishlarini yetarli darajada hisobga olmaydi. Shu sababli aqlli tarmoqlar konsepsiyasi asosida yuklama prognozini optimallashtirish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI:** Jahon energetika tizimi sanoat konsepsiyasi asosida tubdan o‘zgarish jarayonini boshdan kechirmoqda. Energiya iste’molining o‘sishi, qayta tiklanuvchi manbalar ulushining ortishi va tizim barqarorligiga qo‘yilayotgan talablarning kuchayishi elektr tarmoqlarini raqamlashtirishni zaruratga aylantirdi. An’anaviy markazlashgan boshqaruv tizimlari real vaqt monitoringi va tezkor moslashuv imkoniyatlari jihatidan cheklangan. Shu sababli zamonaviy energetika infratuzilmasi intellektual boshqaruv, katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlariga tayanadi.

Dunyoning yetakchi davlatlari aqlli tarmoq texnologiyalarini jadal sur’atlarda joriy etib, energiya boshqaruvi samaradorligini sezilarli darajada oshirishga erishmoqda. AQSH, Germaniya, Yaponiya, Xitoy kabi mamlakatlar smart grid texnologiyalarini faol joriy etib, energiya ta’minotida sezilarli yutuqlarga erishgan. Masalan: AQSHda “Smart Grid Investment Grant Program” orqali 200 dan ortiq loyiha amalga oshirilgan. Germaniyada “E-Energy” dasturi doirasida aqlli tarmoqlar orqali energiya samaradorligi 20% ga oshgan. Xitoy esa



ISSN 3030-3907

2030 yilga borib butun mamlakatni aqlli tarmoqlar bilan qamrab olishni rejalashtirmoqda. Bu tajribalar smart grid texnologiyalarining global miqyosda qanday ijobiy natijalar berayotganini ko‘rsatadi. Mazkur tajribalar shuni ko‘rsatadiki, Smart Grid texnologiyalari nafaqat energiya ta’minoti sifatini oshiradi, balki iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ham ta’minlaydi. [3]

Taqsimlash tarmoqlarida (6–10–35 kV va 0.4 kV) yuklamaning notekisligi, iste’molchilarning ko‘payishi, qayta tiklanuvchi manbalar ulushining ortishi va reaktiv quvvat oqimlarining oshishi texnik yo‘qotishlar hamda sifat ko‘rsatkichlari (kuchlanish og‘ishi, chastota barqarorligi) bilan bog‘liq muammolarni kuchaytiradi. An’anaviy rejalashtirishda yuklama prognozi ko‘pincha “o‘rtacha” yondashuvda bo‘ladi. Smart Grid esa real vaqt ma’lumotlari asosida prognozni aniqlashtiradi va boshqaruvni avtomatlashtiradi. [1]

Smart Grid texnologiyalarining mohiyati an’anaviy elektr energetika tizimining zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan integratsiyalashgan yangi avlod modelidir. Ushbu tizimning asosiy maqsadi elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste’mol qilish jarayonlarini raqamli boshqaruv asosida optimallashtirishdan iborat. Smart Grid konsepsiyasi elektr tarmog‘ini “passiv” energiya uzatuvchi tizimdan “faol” va intellektual boshqariladigan tizimga aylantiradi. Bunda real vaqt rejimida ma’lumot almashinuvi, avtomatlashtirilgan nazorat va tezkor boshqaruv mexanizmlari asosiy o‘rin tutadi. Smart Grid tizimi quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topadi (1-rasm):

- **Aqlli hisoblagichlar (Smart meters)** – elektr energiyasi iste’molini real vaqt rejimida qayd etadi, ma’lumotlarni markaziy boshqaruv tizimiga uzatadi va iste’mol monitoringini ta’minlaydi.
- **Ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish tizimlari** – katta hajmdagi ma’lumotlarni (Big Data) qayta ishlash orqali yuklama prognozi va samarali boshqaruv qarorlarini shakllantiradi.
- **Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (SCADA/DMS)** – energiya oqimini nazorat qiladi, avariya holatlarini aniqlaydi va tezkor choralar ko‘radi.
- **Ikki tomonlama aloqa tizimi** – iste’molchi va energiya yetkazib beruvchi o‘rtasida o‘zaro axborot almashinuvini ta’minlaydi, bu esa tarif siyosati va yuklama boshqaruvini optimallashtirish imkonini beradi.

Natijada Smart Grid an’anaviy elektr tarmoqlariga nisbatan yuqori darajadagi moslashuvchanlik, tejamkorlik va ishonchlilikni ta’minlaydi.

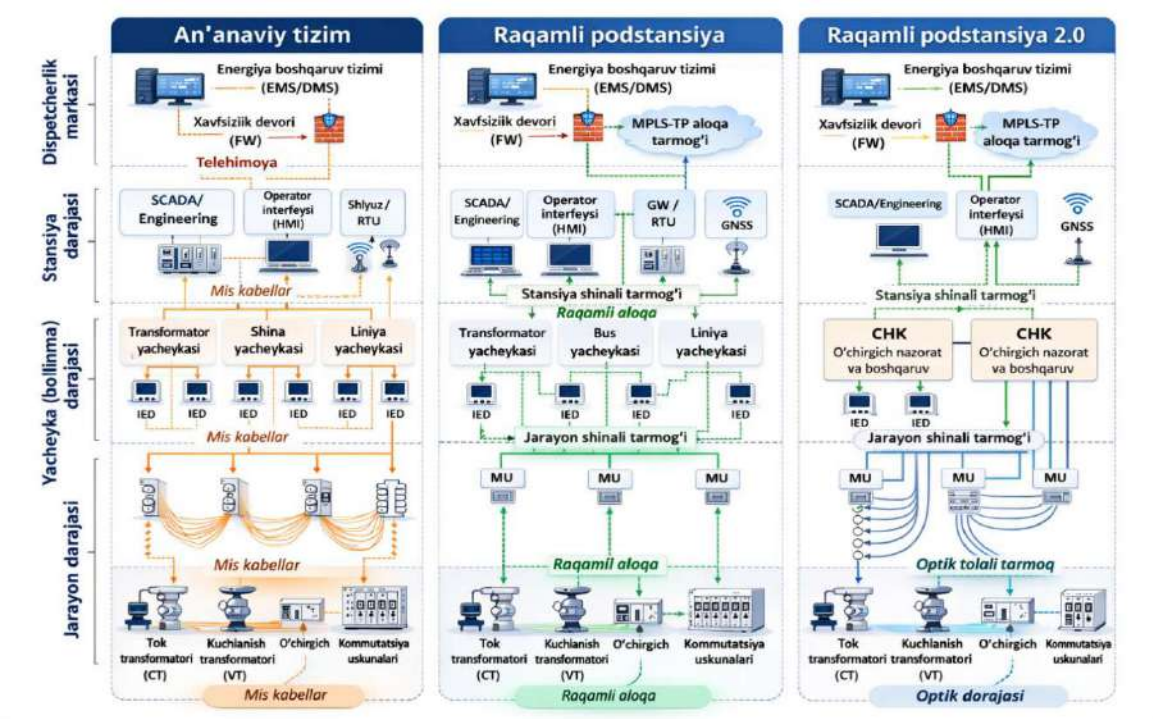
Bugungi kunda ko‘plab davlatlar elektr ta’minoti infratuzilmasining eskirishi va energiya resurslaridan samarasiz foydalanish muammosiga duch kelmoqda. An’anaviy elektr tarmoqlari markazlashgan boshqaruvga asoslangan



ISSN 3030-3907

bo‘lib, real vaqt monitoringi va tezkor moslashuv imkoniyatlari cheklangan. Smart Grid texnologiyalarini joriy etishni zarur qiluvchi asosiy omillar quyidagilardan iborat:

- **Energiya yo‘qotishlarini kamaytirish** – yuklama va talab o‘rtasidagi nomutanosiblik tarmoqda texnik yo‘qotishlarga olib keladi. Raqamli boshqaruv bu muammoni sezilarli darajada kamaytiradi.




**1-rasm. Smart Grid tizimining taqqoslash diagrammasi**

- **Barqaror va uzluksiz ta’minot** – tabiiy ofatlar yoki texnik nosozliklar yuzaga kelganda tizimning tezkor tiklanishi muhim ahamiyatga ega.
- **Qayta tiklanuvchi energiya manbalari integratsiyasi** – quyosh va shamol energetikasini tizimga qo‘shish uchun moslashuvchan va intellektual boshqaruv zarur.

Elektr tarmoqlarini raqamlashtirish zarurati energetika tizimining barqaror rivojlanishi uchun strategik yo‘nalish hisoblanadi. Smart Grid texnologiyalarining afzalliklari:

a) Energetik samaradorlikni oshirish – aqlli boshqaruv tizimlari elektr energiyasining ishlab chiqarish va iste’mol balansini aniq tahlil qilib, optimal rejimni shakllantiradi. Bu esa energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va quvvatdan samarali foydalanishni ta’minlaydi.

b) Iste’molchilar uchun qulaylik – iste’molchilar energiya iste’moli va tariflar to‘g‘risida to‘liq ma’lumotga ega bo‘ladi, bu esa energiyani ongli ravishda tejashga yordam beradi.


ISSN 3030-3907

c) Ekologik barqarorlik – qayta tiklanuvchi energiya manbalarining samarali integratsiyasi orqali atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdori kamayadi.

Mazkur yondashuv energiyadan ongli va oqilona foydalanish madaniyatini shakllantiradi. Natijada eng yuqori yuklama soatlarida iste'molni kamaytirish, energiya tejash rejimlarini qo'llash va shaxsiy energiya samaradorligini oshirish imkoniyati paydo bo'ladi. Interaktiv boshqaruv modeli talabni boshqarish mexanizmlarini amaliy joriy etish uchun asos yaratadi. [2]

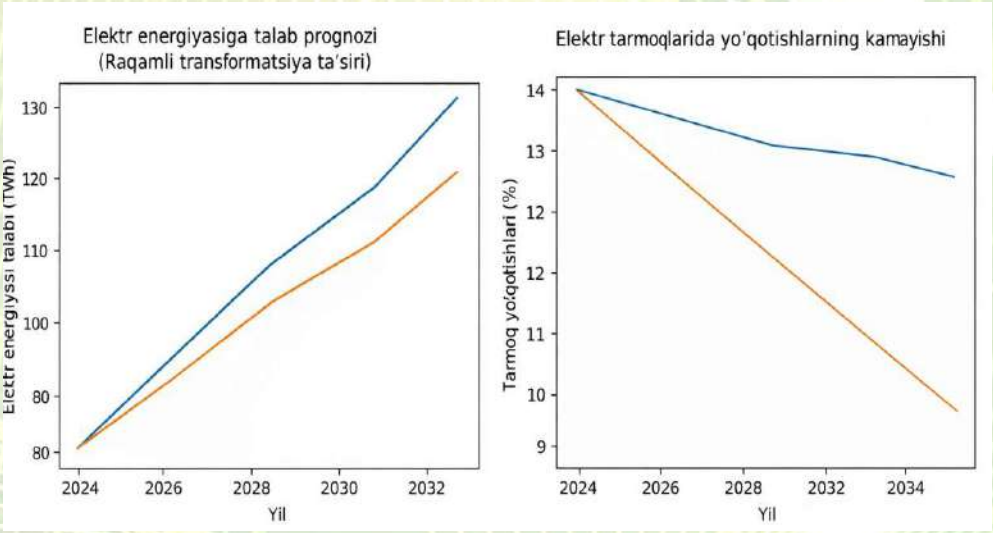
d) Ekologik barqarorlik va ijtimoiy samaradorlik – energiya samaradorligining ortishi va yo'qotishlarning kamayishi natijasida issiqxona gazlari emissiyasi qisqaradi. Shuningdek, qayta tiklanuvchi manbalar integratsiyasi orqali uglerod izini kamaytirish mumkin bo'ladi. Natijada nafaqat texnik – iqtisodiy, balki ekologik xavfsizlik darajasi ham oshadi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI:** Yuklama prognozini optimallashtirish modeli quyidagi omillarga bog'liq: kun vaqti, ob-havo harorati, sanoat yuklamasi, aholi iste'moli, qayta tiklanuvchi manbalar ishlab chiqarishi kabi parametrlarni o'z ichiga oladi. Prognozlash modeli quyidagi umumiy ko'rinishda ifodalanadi:

$$P(t) = f(T, H, D, S, R)$$

bu yerda: T – vaqt omili, H – ob-havo sharoiti, D – iste'mol darajasi, S – mavsumiylik, R – qayta tiklanuvchi energiya ulushi.

Sun'iy intellekt asosida regressiya va neyron tarmoq modellari qo'llanilib, prognoz aniqligi 92–96% gacha oshirilishi mumkin (2-rasm).




**2-rasm. Elektr energiyasiga bo'lgan talab va yo'qotishlarni kamayishi prognozi.**

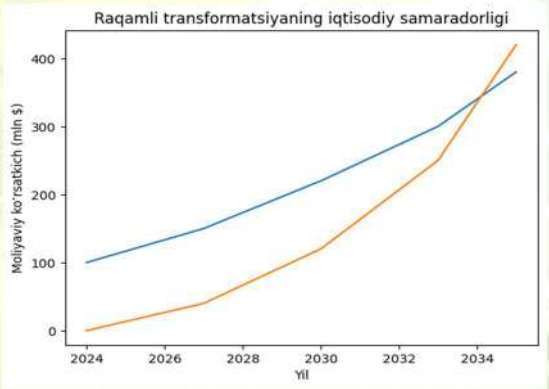
Sun'iy intellekt asosida optimallashtirish quyidagi algoritmlar qo'llaniladi: regressiya modellari, neyron tarmoqlar, Random Forest va Gradient Boosting, vaqt qatorlari tahlili. Sun'iy intellekt algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta



ISSN 3030-3907

ishlash orqali prognoz aniqligini 90–96% gacha oshirishi mumkin. Optimallashtirish jarayoni quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: ma’lumotlarni yig‘ish, tozalash va normalizatsiya, modelni o‘qitish, validatsiya va aniqlikni baholash, real vaqt rejimida qo‘llash.

Prognoz va tarmoq boshqaruvining integratsiyasi yuklama prognozi natijalari quyidagilar uchun ishlatiladi: bu elektr taqsimlash tarmoqlarida **kuchlanish (Volt)** va **reaktiv quvvat (VAR)** ni optimal boshqarish orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish, kuchlanish sifatini yaxshilash va tarmoq samaradorligini oshirish jarayonida boshqaruvni, pik yuklamani kamaytirish, energiya oqimini optimal taqsimlashtirish (3-rasm). Prognoz va boshqaruv integratsiyasi texnik yo‘qotishlar kamaytirishga, tarmoq barqarorligi oshirishga, elektr energiyasi sifatini yaxshilashga imkon beradi. Natijasida Smart Grid asosida prognozlashni joriy etishda yuklama prognozi aniqligi 15–20% yaxshilanadi, avariya holatlari kamayadi, energiya yo‘qotishlari 10–18% qisqaradi va operatsion xarajatlar kamayadi.




**3-rasm. Raqamli transformatsiyaning iqtisodiy samaradorligini prognozlash.**

O‘zbekistonda Smart Grid texnologiyalarini joriy etish istiqbollariga kelsak, energetika sohasini modernizatsiya qilish jarayoni bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Elektr ta’minoti tizimini takomillashtirish va raqamli boshqaruv elementlarini joriy etish maqsadida qator islohotlar olib borilmoqda. Xususan, a**qlli hisoblagichlar joriy etilishi** – ayrim hududlarda tajriba loyihalari asosida o‘rnatilib, iste’mol monitoringi va hisob-kitob shaffofligini oshirishga xizmat qilmoqda, **AKT infratuzilmasini rivojlantirish** – zamonaviy dispecherlik va monitoring markazlari tashkil etilmoqda, q**ayta tiklanuvchi energiya manbalarini ulash** – quyosh va shamol elektr stansiyalarini yagona energetika tizimiga integratsiya qilish jarayoni jadallashmoqda.

Shunga qaramay, mamlakat energetika sohasini modernizatsiya qilish va raqamli transformatsiyani jadallashtirish masalasiga davlat siyosati darajasida alohida e’tibor qaratilmoqda. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasining 2020–2030 yillarga mo‘ljallangan energetika rivojlanish strategiyasida elektr tarmoqlarini



ISSN 3030-3907

raqamlashtirish, aqlli boshqaruv tizimlarini joriy etish va zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng qo‘llash ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan. [4]

Smart Grid texnologiyalarini keng miqyosda joriy etish jarayoni muayyan iqtisodiy va tashkiliy qiyinchiliklar bilan bog‘liq. Ularni tizimli ravishda tahlil qilish va maqbul yechimlar ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

a) Moliyaviy resurslar masalasi: bunda aqlli tarmoqlarni yaratish dastlabki bosqichda katta hajmdagi investitsiyalarni talab qiladi. Raqamli uskunalar, sensorlar, aqlli hisoblagichlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va ma’lumotlarni qayta ishlash infratuzilmasini barpo etish sezilarli moliyaviy mablag‘larni talab etadi. Mazkur muammoni hal etish uchun davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini kengaytirish, xalqaro moliyaviy institutlar hamda rivojlanish banklari bilan hamkorlikni kuchaytirish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, bosqichma-bosqich joriy etish modeli investitsiya yuklamasini optimallashtirish imkonini beradi.

b) Kadrlar salohiyati va ilmiy-ta’lim bazasi: raqamli energetika yuqori malakali mutaxassislarni talab etadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, sun’iy intellekt, kiberxavfsizlik va energetika tizimlari integratsiyasini biladigan muhandislar yetishtirish dolzarb vazifadir. Buning uchun oliy ta’lim muassasalarida maxsus o‘quv dasturlarini ishlab chiqish, amaliy laboratoriyalar tashkil etish hamda xalqaro tajriba almashuvini kengaytirish zarur. Ilmiy-tadqiqot institutlari va sanoat korxonalari o‘rtasidagi hamkorlikni mustahkamlash ham muhim omil hisoblanadi.

**XULOSA.** Aqlli tarmoq texnologiyalari zamonaviy energetika tizimining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ular elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish, tarmoq barqarorligini mustahkamlash va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi. O‘zbekiston uchun Smart Grid konsepsiyasini joriy etish strategik ahamiyatga ega bo‘lib, mamlakatning energetik mustaqilligini kuchaytirish, “yashil iqtisodiyot” tamoyillarini amaliyotga tatbiq etish hamda global energetika bozorida raqobatbardoshlikni oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida raqamli transformatsiyani izchil davom ettirish, texnik infratuzilmani modernizatsiya qilish va malakali kadrlar tayyorlash orqali milliy energetika tizimining barqaror va innovatsion rivojlanishini ta’minlash mumkin. Smart Grid texnologiyasi elektr taqsimlash tarmoqlarida yuklama prognozini optimallashtirishning samarali vositasi hisoblanadi. Sun’iy intellekt va real vaqt monitoringi asosida ishlab chiqilgan boshqaruv tizimlari energiya samaradorligini oshirish, yo‘qotishlarni kamaytirish va tizim ishonchliligini ta’minlash imkonini beradi. Kelgusida prognozlash modellarini yanada takomillashtirish va ularni



ISSN 3030-3907

energiya boshqaruv tizimlari bilan chuqur integratsiya qilish energetika sohasining barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. IEA (International Energy Agency), “Smart Grid Technology Overview”, 2022.
2. O‘zbekenergo rasmiy veb-sayti – www.uzbekenergo.uz
3. Xalqaro tajriba: “Smart Grid Projects in the U.S. and Europe”, IEEE Journals, 2021.
4. “O‘zbekiston Respublikasi energetika strategiyasi 2020–2030”, rasmiy hujjat.



ISSN 3030-3907