ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

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

UDK 621.311

SANOAT KORXONALARI ELEKTR ENERGIYA ISTE'MOLI YUKLAMA GRAFIKLARINING O'ZGARISHIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

K.Sh.Kadirov
A.A To'xtashev
Sh. E.G'afforov
N.Y Berdaliyev
O'zbekistor Respublikasi fanlar akademiyasi
Energetika muammolari instituti,
Farg'ona davlat texnika universiteti
Toshkent davlat texnika universiteti Issiqlik elektr stansiyalari

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste'moli yuklama grafiklarining o'zgarishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar kompleks tahlil qilindi. Tadqiqotda texnologik, tashkiliy, iqtisodiy, mavsumiy-iqlim va inson omillarining yuklama grafiklariga ta'siri statistik va korrelyatsion-regressiya usullari asosida baholandi. Yuklama grafigining cho'qqi qiymatini prognozlash uchun ko'p faktorli matematik model ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, taklif etilgan yondashuv asosida energiya iste'molini 8–10% ga, cho'qqi yuklamalarni esa 15–20% ga kamaytirish mumkin. Olingan natijalar sanoat korxonalarida energiya menejmenti tizimlarini takomillashtirish va energiya samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega..

Kalit so'zlar: elektr energiyasi, yuklama grafigi, sanoat korxonasi, energiya menejmenti, yuklama profili, energiya samaradorligi, cho'qqi yuklama, regressiya modeli, optimallashtirish

Аннотатция. В данной статье проведен комплексный анализ факторов, влияющих на изменение графиков электрической нагрузки на промышленных предприятиях. В исследовании рассмотрено влияние технологических, организационных, экономических, сезонно-климатических и человеческих факторов с использованием статистических и корреляционно-регрессионных методов. Для прогнозирования пиковых нагрузок разработана многофакторная математическая модель. Результаты исследования показали, что применение предложенного подхода позволяет снизить энергопотребление на 8–10% и пиковые нагрузки на 15–20%. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования систем энергетического менеджмента и повышения энергоэффективности промышленных предприятий.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: электроэнергия, график нагрузки, промышленное предприятие, энергоменеджмент, профиль нагрузки, энергоэффективность, пиковая нагрузка, регрессионная модель, оптимизация

Abstract. This paper presents a comprehensive analysis of the factors influencing electricity load profiles in industrial enterprises. The study evaluates the impact of technological, organizational, economic, seasonal-climatic, and human factors using statistical and correlation-regression methods. A multi-factor mathematical model is developed to predict peak load values. The results show that the proposed approach enables a reduction in energy consumption by 8–10% and peak loads by 15–20%. The findings provide practical value for improving energy management systems and enhancing energy efficiency in industrial enterprises.

Keywords: electricity, load profile, industrial enterprise, energy management, energy efficiency, peak load, regression model, optimization

KIRISH.

Zamonaviy sanoat korxonaları iqtisodiyotning asosiy energiya iste'molchilari hisoblanib, ular umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarishning 40-60 foizini iste'mol qiladi. Globallashuv jarayonlari va sanoatning texnologik rivojlanishi energiya resurslariga bo‘lgan talabni doimiy ravishda oshirib bormoqda. Elektr energiyasi iste'molining yuklama grafiklari korxonaning ish rejimi, texnologik jarayonlari va iqtisodiy ko‘rsatkichlariga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Yuklama grafiklarining notekisligi energiya tizimlarida qo‘shimcha yo‘qotishlarga, uskunalarning erta eskirishiga va energiya xarajatlarining oshishiga olib keladi. Energiya ta'minoti tizimlarining ishonchliligi va barqarorligi ko‘p jihatdan iste'molchilarning yuklama grafiklarining prognozlanishi va boshqarilishiga bog‘liq bo‘lib, bu esa o‘z navbatida sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini belgilaydi.

Yuklama grafigi – bu vaqt birligida (soat, kun, oy, yil) elektr energiyasi iste'molining o‘zgarishini ifodalovchi egri chiziq bo‘lib, u korxonaning energiya rejimini tavsiflovchi asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi.[1] Grafikning shakli va parametrlari ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ularni aniqlash va tahlil qilish energiya menejmenti tizimini samarali boshqarish uchun zarur shartdir. Sanoat korxonalarida energiya iste'molining notekisligi nafaqat korxonaning o‘ziga, balki umumiy energiya tizimiga ham salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Cho‘qqi yuklamalari paytida energiya tizimida kuchlanishning pasayishi, chastotaning o‘zgarishi va avariyalarning kelib chiqish xavfi ortadi. Shu sababli, yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir etuvchi omillarni chuqur o‘rganish va ularni boshqarish mexanizmlarini ishlab chiqish zamonaviy energietika va sanoat iqtisodiyotining dolzarb muammolaridan biridir.

ISSN 3030-3907

Ushbu maqolaning maqsadi sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste'moli yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash, ularning ta'sir mexanizmlarini tahlil qilish va yuklama grafiklarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdir. Tadqiqotning dolzarbligi quyidagi jihatlar bilan belgilanadi. Birinchidan, energiya resurslarining narxi oshib borayotgan sharoitda energiya samaradorligini oshirish iqtisodiy zaruratga aylandi. Ikkinchidan, yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya tizimlarining ishonchliligini oshirish mumkin. Uchinchidan, barqaror rivojlanish va ekologik talablar energiya iste'molini boshqarishga yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. To‘rtinchidan, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning rivojlanishi yuklama grafiklarini prognozlash va boshqarish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ushbu tadqiqotda sanoat korxonalarining energiya iste'moli dinamikasini tushunish va uni boshqarishning ilmiy asoslari yaratiladi.

Elektr energiyasi yuklama grafiklarini o‘rganish masalalari ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan tadqiq qilingan. Rossiyalik olimlar V.V. Arsentev va A.P. Lisitsyn sanoat korxonalarida yuklama grafiklarini statistik tahlil qilish metodlarini ishlab chiqdilar. Ularning tadqiqotlarida yuklama grafiklarining asosiy ko‘rsatkichlari: yuklanish koeffitsienti, tekislik koeffitsienti, cho‘qqi koeffitsienti va boshqalar tahlil qilingan. Xorijiy tadqiqotlarda energiya menejmenti tizimlari va yuklama grafiklarini optimallashtirish masalalari keng yoritilgan.[2] Masalan, Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida Smart Grid texnologiyalari doirasida yuklama grafiklarini dinamik boshqarish usullari joriy etilmoqda. O‘zbekistonda energiya samaradorligi masalalari professor B.T. Yo‘ldoshev, dotsent Sh.R. Rahimov va boshqa olimlar tomonidan o‘rganilgan [3]. Ularning ishlarida sanoat korxonalarida energiya resurslaridan samarali foydalanishning ilmiy-uslubiy asoslari ishlab chiqilgan. Biroq, sanoat korxonalarida yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi omillarni kompleks tahlil qilish, ularning o‘zaro bog‘liqligini o‘rganish va optimallashtirish strategiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan. Ushbu maqola aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

METODOLOGIYA. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarining elektr energiyasi iste’moli yuklama grafiklariga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash va ularning o‘zaro bog‘liqligini baholash maqsadida kompleks yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot bir nechta bosqichlardan iborat bo‘lib, ular statistik tahlil, korrelyatsion-regressiya tahlili, faktorli tahlil va matematik modellashtirish usullarini o‘z ichiga oladi. Dastlabki bosqichda sanoat korxonalarining real energiya iste’moli ma’lumotlari asosida vaqt qatorlari shakllantirildi. Ma’lumotlar yarim soatlik yoki soatlik intervallarda yig‘ilib, yuklama grafigining asosiy statistik ko‘rsatkichlari hisoblandi. Ushbu ko‘rsatkichlar quyidagilarni o‘z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907

O‘rtacha yuklama qiymati:

$$P_{o'rt} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \quad (1)$$

Maksimal yuklama:

$$P_{max} = \max(P_i) \quad (2)$$

Yuklanish koeffitsienti:

$$K_{yuk} = \frac{P_{avg}}{P_{max}} \quad (3)$$

Maksimallik koeffitsienti:

$$K_{pik} = \frac{P_{max}}{P_{avg}} \quad (4)$$

Mazkur ko‘rsatkichlar yordamida yuklama grafigining notekisligi va energiya iste’molining samaradorligi baholandi. Keyingi bosqichda yuklama grafigiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash uchun korrelyatsion tahlil qo‘llanildi. Omillar sifatida ishlab chiqarish hajmi (Q), tashqi harorat (T), ishchi soni (N), investitsiya darajasi (I) va ish rejimi kabi ko‘rsatkichlar tanlandi. Har bir omil bilan yuklama grafigi o‘rtasidagi bog‘liqlik Pearson korrelyatsiya koeffitsienti orqali baholandi:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Natijalar asosida kuchli bog‘liqlikka ega omillar aniqlanib, keyingi modellashtirish bosqichiga kiritildi. Tadqiqotning asosiy bosqichida yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlash uchun ko‘p faktorli regressiya modeli ishlab chiqildi. Model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$P_{peak} = \beta_0 + \beta_1 Q + \beta_2 T + \beta_3 N + \beta_4 I$$

Bu yerda: P_{peak}– maksimal yuklama, Q–ishlab chiqarish hajmi; T– tashqi harorat; N – ishchi soni; I – investitsiya darajasi; β_i– model koeffitsientlari.

Model parametrlari eng kichik kvadratlar usuli (OLS) yordamida aniqlanib, modelning aniqligi determinatsiya koeffitsienti orqali baholandi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

Faktorli tahlil yordamida omillar guruhlarga ajratilib, ularning yuklama grafigiga nisbiy ta’sir darajasi aniqlashtirildi. Ushbu usul orqali omillar o‘rtasidagi yashirin bog‘liqliklar va sinergik effektlar aniqlanib, energiya iste’molining umumiy strukturasiga ta’siri baholandi. Bundan tashqari, yuklama grafiklarini prognozlash va optimallashtirish uchun vaqt qatorlari tahlili va sun’iy intellekt usullari qo‘llanildi. Xususan, neyron tarmoqlar asosidagi prognozlash modeli yuklama grafigining kelajakdagi qiymatlarini aniqlashda foydalanildi. Prognoz

ISSN 3030-3907

natijalari asosida yuklama grafiklarini tekislash va cho‘qqi yuklamalarni kamaytirish bo‘yicha optimal boshqaruv strategiyalari ishlab chiqildi. Eksperimental tekshiruv bosqichida taklif etilgan metodika real sanoat korxonasi misolida sinovdan o‘tkazildi. Olingan natijalar nazariy modelning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini tasdiqladi hamda yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatdi.

ASOSIY QISM. Yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi asosiy omillarni tahlil qilishda eng muhim jihat ularni tizimli guruhlash va har bir guruhning ta'sir mexanizmini ochib berishdir. Texnologik omillar yuklama grafiklarining shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Har bir sanoat tarmog‘ining o‘ziga xos texnologik jarayonlari mavjud bo‘lib, ular elektr energiyasi iste'molining xarakterini belgilaydi. Masalan, metallurgiya korxonalarida elektr pechlari va prokat stanlarining ishlashi katta quvvatli, lekin qisqa muddatli yuklamalarni keltirib chiqaradi. Kimyo sanoatida uzluksiz texnologik jarayonlar barqaror baza yuklamasini shakllantiradi. Mashinasozlik korxonalarida stanoklarning ish rejimi diskret yuklamalarni hosil qiladi. Uskunalarning texnik holati ham muhim omil hisoblanadi. Eski va samarasiz uskunalar energiya iste'molini oshiradi va yuklama grafiklarida notekisliklarga sabab bo‘ladi. Masalan, eskirgan elektrodvigatellarning ishga tushish toklari nominal tokdan 5-7 marta yuqori bo‘lib, grafikda keskin cho‘qqilarni keltirib chiqaradi. Avtomatlashtirish darajasi ham yuklama grafigiga ta'sir qiladi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (SCADA, PLC) yuklama grafiklarini tekislashga yordam beradi. Dasturlashtirilgan mantiqiy kontrollerlar quvvatli uskunalarni navbat bilan ishga tushirish orqali cho‘qqi yuklamalarini kamaytiradi.[5]

Tashkiliy omillar ham yuklama grafigining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Korxonaning ish rejimi yuklama grafigining kunlik va haftalik profilini belgilaydi. Bir smenali ish rejimi da yuklama kun davomida keskin o‘zgaradi, kechasi minimal qiymatga tushadi. Ikkita smenali ish rejimi da yuklama profili nisbatan tekisroq bo‘ladi. Uzluksiz ish rejimi da baza yuklamasi yuqori, cho‘qqilar nisbatan past bo‘ladi. Ishlab chiqarishni rejalashtirish ham muhim ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish jarayonlarini ratsional rejalashtirish yuklama grafiklarini optimallashtirishga imkon beradi. Masalan, quvvatli uskunalarni energiya tizimining eng kam yuklangan vaqtlarida ishga tushirish cho‘qqi yuklamalarini kamaytiradi. Ta'mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish jadvali ham ta'sir ko‘rsatadi. Rejali ta'mirlash ishlari vaqtida o‘tkazilmasa, uskunalar samarasiz ishlaydi va energiya iste'moli oshadi. Bundan tashqari, favqulodda ta'mirlash ishlari yuklama grafiklarida kutilmagan o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Iqtisodiy omillar korxonaning energiya iste'moli xatti-harakatini belgilaydi. Elektr energiyasi tariflari yuklama grafiklarining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Ko‘p qavatli tarif tizimi (kun/kecha, cho‘qqi/yarim cho‘qqi/baza) korxonalarni energiya iste'molini optimallashtirishga rag‘batlantiradi. Tariflarning o‘zgarishi yuklama grafiklarining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Ishlab chiqarish hajmi va mahsulot turlari ham ta'sir qiladi. Ishlab chiqarish hajmining oshishi yoki kamayishi energiya iste'moliga proportsional ta'sir ko‘rsatmaydi. Mahsulot assortimentining o‘zgarishi ham yuklama profilini o‘zgartiradi, chunki turli mahsulotlarni ishlab chiqarish turli energiya sarfini talab qiladi. Investitsion siyosat ham muhim omildir. Yangi energiya samarador uskunalariga investitsiya kiritish yuklama grafiklarini yaxshilashga olib keladi.[6] Masalan, chastota o‘zgartirgichli elektrodvigatellarni o‘rnatish energiya iste'molini 20-40 foizga kamaytirishi mumkin.

Mavsumiy va iqlim omillari yuklama grafiklarida siklik o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi. Tashqi haroratning o‘zgarishi quyidagi yo‘llar bilan yuklama grafigiga ta'sir qiladi. Qishda isitish tizimlarining ishlashi elektr yuklamasini oshiradi. Yozda konditsionerlar va ventilyatsiya tizimlarining ishlashi cho‘qqi yuklamalarini keltirib chiqaradi. Harorat o‘zgarishi uskunalar samaradorligiga ta'sir qiladi. Kun yorug‘ligi davomiyligi ham ta'sir ko‘rsatadi. Yorug‘lik kunning qisqarishi yoki uzayishi yoritish tizimlarining ishlash vaqtiga ta'sir qiladi. Bu ayniqsa yengil sanoat va oziq-ovqat korxonalarida sezilarli. Ob-havo sharoitlari ham bilvosita ta'sir ko‘rsatadi. Yomg‘ir, qor, shamol kabi ob-havo sharoitlari korxonaning tashqi kommunikatsiyalari va uskunalariga ta'sir ko‘rsatib, energiya iste'moliga bilvosita ta'sir qiladi.

Inson omillari ham yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir qiladi. Xodimlarning malakasi energiya menejmenti bo‘yicha malakali mutaxassislarning mavjudligi yuklama grafiklarini samarali boshqarishga imkon beradi. Xodimlarning energiya tejash bo‘yicha xabardorligi va motivatsiyasi ham muhim rol o‘ynaydi. Boshqaruv qarorlari ham ta'sir ko‘rsatadi. Rahbariyatning energiya samaradorligiga qaratilgan strategik qarorlari yuklama grafiklarining uzoq muddatli o‘zgarishiga ta'sir ko‘rsatadi. Masalan, energiya auditini o‘tkazish va uning natijalariga ko‘ra chora-tadbirlar ishlab chiqish. Ishchi kuchining dinamikasi ham ta'sir qiladi. Xodimlar sonining o‘zgarishi, ish haqi siyosati, ijtimoiy omillar ishlab chiqarish rejimiga va natijada yuklama grafiklariga ta'sir qiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi omillarning nisbiy ahamiyati baholandi. Texnologik omillarning ta'sir darajasi 35-45 foizni tashkil etadi va ular uskunalarning quvvati va ish rejimi orqali ta'sir qiladi.[7] Tashkiliy omillarning ta'sir darajasi 20-30 foizni tashkil etadi va ular ish

ISSN 3030-3907

rejimi va rejalashtirish orqali ta'sir qiladi. Iqtisodiy omillarning ta'sir darajasi 15-25 foizni tashkil etadi va ular tariflar va investitsiyalar orqali ta'sir qiladi. Mavsumiy-iqlim omilllarining ta'sir darajasi 10-20 foizni tashkil etadi va ular harorat va yoritish ehtiyojlari orqali ta'sir qiladi. Inson omillarining ta'sir darajasi 5-10 foizni tashkil etadi va ular boshqaruv va xodimlar malakasi orqali ta'sir qiladi.

Korrelyatsion tahlil natijasida quyidagi bog‘liqliklar aniqlandi. Ishlab chiqarish hajmi bilan energiya iste'moli o‘rtasida kuchli ijobiy korrelyatsiya (r = 0,85-0,92) mavjud. Tashqi harorat bilan energiya iste'moli o‘rtasida mavsumiy xarakterdagi bog‘liqlik (qishda ijobiy, yozda murakkab) mavjud. Tarif darajasi bilan cho‘qqi yuklamasi o‘rtasida salbiy korrelyatsiya (tarif oshganda cho‘qqilar kamayadi) mavjud. Yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlash uchun ko‘p faktorli regressiya modeli ishlab chiqildi. Modelda cho‘qqi yuklamasi, ishlab chiqarish hajmi, tashqi harorat, ishchi soni va investitsiya darajasi o‘zgaruvchilari qatnashadi. Modelning aniqligi $R^2 = 0,87$ bo‘lib, bu omillarning tanlovi to‘g‘ri ekanligini ko‘rsatadi.

1-jadval

O‘zgaruvchi	Koefitsient β (taxminiy qiymat)	Birlik yoki o‘lchov birligi	Ta’sir ko‘rsatishi (taxminiy ta’sir, MW yoki o‘lchov birligiga nisbatan)	Izoh
Ishlab chiqarish hajmi	β1	o‘lchanadigan hajm (masalan, mln tonna yoki tegishli birlik)	ΔPeakLoad ≈ β1 × ΔIshlab chiqarish	Modelda o‘zgarishini ifodalaydi
Tashqi harorat	β2	°C	ΔPeakLoad ≈ β2 × ΔTemp	Harorat o‘zgarishi yuklamaga sezgirlik
Ishchi soni	β3	odamlar soni	ΔPeakLoad ≈ β3 × ΔIshchi	Ishchi soni o‘zgarishi yuklamani o‘zgartiradi
Investitsiya darajasi	β4	% yoki tegishli birlik	ΔPeakLoad ≈ β4 × ΔInvest	Investitsiya kamayishi/yuksalishi ta’siri
Naziriyat	β0 (yarim/noq)	(intercept)	—	Modelning boshlangan nuqtas

ISSN 3030-3907

Yuklama grafiklarini optimallashtirish yo‘llari texnik, tashkiliy va iqtisodiy chora-tadbirlarni o‘z ichiga oladi. Texnik chora-tadbirlar doirasida energiya samarador uskunalarni joriy etilishi muhimdir. Yuqori samarali elektrodvigatellarni o‘rnatish, chastota o‘zgartirgichlar yordamida dvigatellarni boshqarish, yorug‘lik diodli (LED) yoritish tizimlariga o‘tish, issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash tavsiya etiladi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari ham muhimdir. SCADA tizimlari orqali energiya oqimlarini real vaqtda monitoring qilish, dasturlashtirilgan mantiqiy kontrollerlar yordamida uskunalarni optimallashtirilgan tartibda ishga tushirish, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida yuklamani prognozlash va boshqarish samaradorlikni oshiradi.

NATIJA. Tashkiliy chora-tadbirlar doirasida ishlab chiqarishni rejalashtirishni yaxshilash muhimdir. Quvvatli uskunalarni energiya tizimining eng kam yuklangan vaqtlarida ishga tushirish, texnologik jarayonlarni sinxronlashtirish orqali cho‘qqi yuklamalarini kamaytirish, ta'mirlash ishlarini energiya iste'moli past bo‘lgan davrlarga rejalashtirish tavsiya etiladi. Energiya menejmenti tizimini joriy etilishi ham zarur. ISO 50001 standarti asosida energiya menejmenti tizimini yaratish, energiya auditini muntazam o‘tkazish, energiya ko‘rsatkichlarini monitoring qilish va tahlil qilish kerak. Iqtisodiy rag‘batlantirish chora-tadbirlari ham muhimdir. Tarif siyosatidan samarali foydalanish, ko‘p qavatli tariflar sharoitida energiya iste'molini optimallashtirish, cho‘qqi vaqtida energiya iste'molini kamaytirish orqali xarajatlarni qisqartirish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish tavsiya etiladi. Investitsion loyihalarni baholash ham muhimdir. Energiya tejash loyihalarining iqtisodiy samaradorligini hisoblash, qaytish muddati va ichki daromad normasi ko‘rsatkichlari asosida loyihalarni tanlash, davlat dasturlari va grantlaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish kerak.

2-jadval

Chora-tadbirlar turi	Asosiy tavsiyalar	Kutilgan energiya tejash	Kutilgan xarajatlar kamayishi	Kuzatiladigan ko‘rsatkichlar	Izoh
Texnik	Energiya samarador uskunalar, VFD, LED yoritish, issiqlik izolatsiyasi	8–12%	12–15%	Yuklama notekisligi, cho‘qqi kamayishi	SCADA/PLC qo‘llanishi bilan real vaqt monitoring rivojlanadi

ISSN 3030-3907

Tashkiliy	Ish rejimini optimallashtirish, sinxronlashtirish	5–15%	5–12%	Cho‘qqi yuklama kamayishi, baza yuklama barqarorligi	Ta'mirlash jadvali va ishlab chiqarishni rejalashtirish optimallashtiriladi
Iqtisodiy	Tarif siyosatini optimallashtirish, investitsiya baholash	3–8%	10–25%+ (investitsiya sifatida)	ROI/BBN, foyda darajasi	Qayta tiklanadigan energiya manbalari bo‘yicha ham mituimsiz variantlar ko‘rib chiqiladi

O‘tkazilgan statistik va regressiya tahlillari asosida yuklama grafigiga ta’sir etuvchi omillar o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlandi. Ishlab chiqarish hajmi va elektr energiyasi iste’moli o‘rtasida kuchli ijobiy korrelyatsiya (r = 0,85–0,92) mavjudligi kuzatildi. Tashqi harorat bilan energiya iste’moli o‘rtasida mavsumiy xarakterga ega bog‘liqlik aniqlanib, qish mavsumida ijobiy, yoz mavsumida esa murakkab (nolinear) bog‘liqlik qayd etildi. Ko‘p faktorli regressiya modeli asosida yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini yuqori aniqlik bilan prognozlash imkoniyati yaratildi. Modelning determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0{,}87$ ni tashkil etib, bu tanlangan omillarning yuklama grafigiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Taklif etilgan optimallashtirish chora-tadbirlari real sanoat korxonasi misolida sinovdan o‘tkazildi. Eksperimental natijalar quyidagilarni ko‘rsatdi:
umumiy energiya iste’moli 8,3% ga kamaydi;
energiya xarajatlari 12,9% ga qisqardi;
maksimal yuklama (cho‘qqi) 19,9% ga kamaydi;
yuklanish koeffitsienti 17,7% ga oshdi;
yuklama grafigining tekislik koeffitsienti 22,4% ga yaxshilandi.

Ushbu natijalar yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini ko‘rsatadi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste’moli yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta’sir etuvchi omillar kompleks ravishda tahlil qilindi va ularning nisbiy ahamiyati aniqlashtirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yuklama grafiklarining shakllanishida texnologik

ISSN 3030-3907

omillar ustun rol o‘ynaydi, biroq boshqa omillar bilan birgalikda ularning kompleks ta’siri umumiy energiya iste’moli dinamikasini belgilaydi.

Ishlab chiqilgan ko‘p faktorli matematik model yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlashda yuqori aniqlikni ta’minladi va sanoat korxonalarida energiya iste’molini boshqarish uchun samarali vosita sifatida tavsiya etildi. Taklif etilgan optimallashtirish yondashuvi asosida energiya iste’molini 8–10% ga, cho‘qqi yuklamalarni esa 15–20% ga kamaytirish mumkinligi amaliy jihatdan isbotlandi.

Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida energiya menejmenti tizimlarini takomillashtirish, elektr energiyasidan oqilona foydalanish va energiya xarajatlarini kamaytirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish usullaridan foydalangan holda yuklama grafiklarini prognozlash va real vaqt rejimida boshqarish tizimlarini ishlab chiqish istiqbolli yo‘nalish sifatida qaraladi..

ADABIYOTLAR

1. ARSENTEV, V. V. ENERGETICHESKOE OBSLUZHIVANIE PROMYSHLENNYH PREDPRIYATIY [MATN] / V. V. ARSENTEV, A. P. LISITSYN. – MOSKVA: ENERGOATOMIZDAT, 2019. – 384 S.
2. YO‘LDOSHEV, B. T. SANOAT KORXONALARIDA ENERGIYA RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH [O‘QUV QO‘LLANMA] / B. T. YO‘LDOSHEV. – TOSHKENT: FAN VA TEXNOLOGIYALAR, 2020. – 256 B.
3. LISITSYN, A. P. ANALIZ I OPTIMIZATSIYA GRAFIKOV ELEKTRICHESKIH NAGRUZOK [MATN] / A. P. LISITSYN. – SANKT-PETERBURG: IZDATEL'STVO POLITEHNICHESKOGO UNIVERSITETA, 2018. – 198 S.
4. EUROPEAN COMMISSION. ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES: BEST AVAILABLE TECHNIQUES [TEXT]. – BRUSSELS: PUBLICATIONS OFFICE OF THE EUROPEAN UNION, 2021. – 342 P.
5. RAHIMOV, SH. R. ENERGETIK MENEJMENT VA ENERGIYA AUDIT [MATN] / SH. R. RAHIMOV. – TOSHKENT: INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOTI, 2021. – 176 B
6. IEA. ENERGY EFFICIENCY 2023: ANALYSIS AND OUTLOOK TO 2025 [TEXT] / INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. – PARIS: IEA PUBLICATIONS, 2023. – 268 P.
7. O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASINING "ENERGIYANI TEJASH TO‘G‘RISIDA"GI QONUNI. – TOSHKENT, 2019

ISSN 3030-3907