

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI**  
**PhD.03/27.09.2024.T.101.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**G‘AFUROV MIRZOHID ORIFOVICH**

**ENERGIYA ISTE’MOLI OBYEKTLARIDA “YASHIL” ENERGETIKANI  
RAG‘BATLANTIRISHNI UMUMLASHGAN ENERGIYA  
SAMARADORLIK KO‘RSATKICHI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH**

**05.05.01 – Energetika tizimlari va majmualari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Buxoro – 2025**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)  
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации  
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**G‘afurov Mirzohid Orifovich**

Energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energetikani rag’batlantirishni umumlashgan energiya samaradorlik ko’rsatkichi asosida takomillashtirish.....	3
--	---

**Гафуров Мирзохид Орифович**

Усовершенствование стимулирования «зеленой» энергетики на объектах энергопотребления на основе обобщенного показателя энергоэффективности.....	23
--	----

**Gafurov Mirzokhid Orifovich**

Improving the stimulation of “green” energy at energy consumption objects based on a generalized energy efficiency indicator .....	43
--	----

**E’lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ

List of published works.....	47
------------------------------	----

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY  
DARAJALAR BERUVCHI**  
**PhD.03/27.09.2024.T.101.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**G‘AFUROV MIRZOHID ORIFOVICH**

**ENERGIYA ISTE’MOLI OBYEKTLARIDA “YASHIL” ENERGETIKANI  
RAG‘BATLANTIRISHNI UMUMLASHGAN ENERGIYA  
SAMARADORLIK KO‘RSATKICHI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH**

**05.05.01 – Energetika tizimlari va majmualari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Buxoro – 2025**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PhD/T5367 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Buxoro davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Sadullayev Nasullo Nematovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Kadirov Kamoliddin Shuxratovich**  
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

**Usmonov Shukrillo Yulbarsovich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Buxoro davlat texnika universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.03/27.09.2024.T.101.05 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «25» 10 soat 10:00 da 106 xonada bo'lib o'tadi. (Manzil: Buxoro viloyati, 200100, Buxoro, ko'chasi Q.Murtazoyev, 15-uy. Tel: 998 (65) 223 28 83; e-mail: [bstu\\_info@edu.uz](mailto:bstu_info@edu.uz)).

Dissertatsiya bilan Buxoro davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (45raqami bilan ro'yxatga olingan) (Manzil: 200100, Buxoro, ko'chasi Q.Murtazoyev, 15-uy. Tel: 998 (65) 223 28 83).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «08» 10 kuni tarqatildi.

(2025 yil «08» 10 dagi 2 raqamli reestr bayonnomasi).



A.I. Qarshibayev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
rezidenti, texnika fanlari doktori, professor.

U.K. Mirxonov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
ilmiy kotibi, texnika fanlari bo'yicha  
falsafa fanlari doktori, dotsent.

K.A. Samiyev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
qoshidagi ilmiy seminar raisi, texnika  
fanlari doktori, professor.

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati.** Jahonda yoqilg‘i energetikasiga asoslangan energiya ishlab chiqarishning oshib borishi natijasida 2024 yilda atmosferaga CO<sub>2</sub>equ ajratmalarining chiqarilishi 0,8 foizga oshib, 37,8 giga tonna tashkil etdi<sup>1</sup>. Atmosferaga chiqariladigan ajratma gazlar miqdorini me'yorda ushlab turish yoki kamaytirishning eng tezkor yechimi energiya tejamkor texnologiyalardan foydalanish hamda “yashil” energiya manbalarini keng joriy etish hisoblanadi. Energiya manbalarning diversifikatsiyalanganligini oshirish, energiya ishlab chiqarishdagi isroflarni kamaytirish, ekologik muvozanatni barqarorlashtirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishni rag‘batlantirish orqali jadallashtirish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Jahonda energetika sohasini bozor iqtisodiyoti munosabatlariga zo‘riqishlarsiz o‘tkazish va uning natijadorligini ta’minlash, avvalo, ushbu jarayonda iste’molchilarga rag‘batlantirish yoki jarimalar berish mexanizmlari qay darajada samarador ekanligini aniqlashga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoxda. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanuvchi iste’molchilarni “yashil” energiyadan foydalanish, ekologik, energiya xarajatlarini qisqartirish ko‘rsatkichlari va energiya manbasining diversifikatsiya hamda foydali ish koeffitsiyentlarini yagona tamoyil va mezonlar asosida baholash natijasiga ko‘ra imtiyozlar berish yoki jarimalar joriy qilish dunyo miqqosidagi muhim ahamiyat kasb etadigan dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Respublikada ishlab chiqarish korxonalarining energiyadan foydalanish samaradorligini oshirish maqsadida energiya ta’mnoti tizimida qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan foydalanishni rag‘batlantirishga doir keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 16 fevraldaggi PQ-57-son “2023 yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarorida “...umumiyl quvvati 100 kWgacha bo‘lgan qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini o‘rnatgan va ulardan foydalanuvchi shaxslar, ular foydalanishga topshirilgan kundan e’tiboran uch yil muddatga, soliqlarni to‘lashdan ozod etilishi ...” bo‘yicha vazifalar belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirishda umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichlari asosida imtiyozlar berish yoki jarimalar joriy qilishni rag‘batlantirish mexanizmini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasining 2019 yil 16 apreldagi O‘RQ-539-son “Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risida”gi Qonuni<sup>2</sup>, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 28 apreldagi PQ-3687-son “Qayta tiklanadigan energiya manbalari sohasida investitsiya loyihibalarini amalga oshirishda oid qo‘sishimcha chora tadbirlari to‘g‘risida”gi<sup>3</sup>, 2023 yil 16 fevraldaggi PQ-57-sonli “2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya

<sup>1</sup> <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/co2-emissions>

<sup>2</sup> <https://lex.uz/docs/-4346831>

<sup>3</sup> <https://lex.uz/uz/docs/-3713638>

tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi<sup>4</sup> Qarorlari, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy hujjalarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining 2. «Energetika, energiya tejamkorlik va muqobil energiya manbalari» ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** “Yashil” energetikani rag‘batlantirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar xorijiy olimlardan J.Maly, D.Hulshof, K.Schell, M.Z. Jacobson, P.K.Oniemola, H.Checchi kabi olimlar tomonidan “yashil” energiyaning FiT, subsiyadalar va soliq imtiyozlarini berish, shuningdek, energetika bozoriga investitsion xavf ta’siri tahlillari bo‘yicha, vatandoshlarimizdan N.Avezova, A.Hayitmuhamedov, A.Vohidovlar qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlanadirish dasturlari va istiqbollari tahlili asosida quyosh va shamol energiyasi salohiyatini baholab, mavjud siyosat va rag‘batlantirish choralari haqida tadqiqotlar olib borilgan.

Energiya iste’moli obyektining umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar xorijiy olimlardan E.Worrel, W.König, D.Spreng, M.V.Gluxova, J.Nekrasova, O.G.Drujinina, V.V.Litvak, R.A.Kazakov, V.S.Mokrousov, I.Kozlov, V.S.Bogachev, O.Balandina, I.V.Alenkova, V.I.Stryajev, T.G.Pospelova, T.V.Romankova, M.N.Grinevichlar tomonidan olib borilgan. Bizning mamlakatimizda K.R.Allayev, N.N.Sadullayev, M.B.Bozorov tomonidan umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichlarini aniqlash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan.

Respublikada energiya ta’midotida energiya to‘lovlari ta’riflarini optimallashtirish orqali energiya samaradorlikni oshirish borasida yetakchi olimlarimizdan K.R.Allayev, X.M.Muratov, F.A.Xoshimov, A.D.Taslimov, N.N.Sadullayev, K.Sh.Kadirov va boshqalar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan va ijobiy natijalarga erishilgan.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot rejalarini bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Buxoro muhandislik-texnologiya institutida amalga oshirilayotgan “Sanoat korxonasi “intellektual” elektr tarmog‘ini elektr ta’moti tizimini umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi asosida yaratish nazariyasini rivojlanadirish (2017-2020), mavzusidagi fundamental loyihasi va Buxoro davlat texnika universitetining “Energiya iste’moli obyektlarini “yashil” energetikaga o‘tkazishda samarador rag‘batlantirish tizimini yaratish va joriy qilish” (2025-2026) mavzusidagi amaliy tadqiqot loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqot maqsadi** energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini kompleks baholovchi yagona umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini ishlab chiqish asosida “yashil” energiyadan foydalanishni rag‘batlantirish tizimini takomillashtirish.

<sup>4</sup> <https://lex.uz/docs/-6385716>

## **Tadqiqot vazifalari:**

rivojlangan davlatlarda “yashil” energiyadan foydalanishda erishilgan yutuqlar tahlili asosida O‘zbekistonda “yashil” energiyadan foydalanish istiqbollari va imkoniyatlarini aniqlash;

energiyadan foydalanishni umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichini yaratish bo‘yicha tadqiqotlar tahlili asosida uning samaradorligini belgilovchi yagona ko‘rsatkichni tashkil etuvchilarini aniqlash;

energiya iste’moli obyektining “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini kompleks baholash imkonini beruvchi gibridda energiya manbali avtonom mikrotarmoq modelini ishlab chiqish;

“yashil” energiya manbalarining quvvatga bog‘liqligi asosida umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi tashkil etuvchilarining soni, sarflanish tartibi va vazn koeffitsiyenti ko‘rsatkichlarini ishlab chiqish;

energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energiyadan foydalanishni umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi asosida rag‘batlantirish tizimini joriy etishni ilmiy asoslash va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini aniqlash.

**Tadqiqotning obyekti** “yashil” energiya manbalari o‘rnataladigan energiya iste’moli obyektlari va “yashil” energiyadan foydalanishni rag‘batlantirishning me’yoriy huquqiy hujjatlari.

**Tadqiqotning predmeti** “yashil” energiyadan foydalanishning samaradorlik ko‘rsatkichlari, ularni oshirish va rag‘batlantirish tizimini takomillashtirish.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida energiya samaradorlik nazariyasining zamonaviy usullari, ma’lumotlarni qayta ishlash va saqlash, matematik statistika, matematik modellashtirish, mahsulotni energiya samaradorligi va sig‘imdorligini aniqlash, ishlab chiqilgan matematik modellarda olingan natijalarini statistik va analitik hisoblash usullaridan foydalanilgan, korrelyatsion tahlil, nisbiy me’yorlash, ko‘rsatkichlarni navbatlanish tartibini Fishbern usullaridan foydalanilgan.

## **Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energiyadan foydalanishda energiya manbalarini hisobga olgan holda gibridda energiya manbali avtonom mikro tarmoq modeli ishlab chiqilgan;

gibridda energiya manbasini atrof-muhitga ta’sirini hisobga olgan holda baholash imkonini beruvchi umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi ishlab chiqilgan;

zamonaviy energiya ta’minoti tizimiga qo‘yiladigan talablar asosida “yashil” energiyadan foydalanish afzalliklarini tavsiflovchi energiya manbasining foydali ish va energiya xarajatlarini qisqartirish koeffisientlari hamda yashil energiyadan foydalanish, ekologik samaradorlik ko‘rsatkichlari ishlab chiqilgan;

umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi tashkil etuvchilarining soni, saflanish tartibi va vazn koeffisientlari qiymati ushbu ko‘rsatkichlarni “yashil” energiya manbai quvvatiga chiziqli bog‘liqligi darajasiga ko‘ra ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi asosida energiya iste’moli obektlarida “yashil” energiyadan foydalanganda iqtisodiy samaradorlikni

ta'minlovchi takomillashtirilgan rag'batlantirish imkonini beruvchi matematik model ishlab chiqilgan.

### **Tadqiqotning amaliy natijasi** quyidagilardan iborat:

“yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini to‘larq va aniqroq belgilovchi umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi ishlab chiqilgan;

energiya iste’moli obyektlarini “yashil” energiyadan foydalanishga o‘tishning samaraliroq rag’batlantirish tizimi ishlab chiqilgan;

energiya iste’moli obyektlariga imtiyoz va jarimalar ularning energiyadan foydalanish samaradorligi ko‘rsatkichlariga mutanosib belgilashni ta’minlovchi matematik ifodalar tavsiya etilgan;

joriy etilgan rag’batlantirish tizimi energiyaga to‘lovlarni qo‘sishma qisqartirish va “yashil” energiya manbalariga sarflangan xarajatlarni tezroq qoplash imkonini berishi asoslangan;

ishlab chiqilgan rag’batlantirish tizimini joriy etish energiya resursslarni tejash, atrof–muhitni ifloslanishini kamaytirish va energiya samaradorlik ko‘rsatkichlarini oshirish imkoniyatini berishi isbotlangan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalari ishonchliligi matematik modellashtirish, statik ma'lumotlarni matematik qayta ishslash, eksperimental ma'lumotlarni qayta ishslashning statistik usullarni joriy etish bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarning ilmiy ahamiyati iqtisodiyotda umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini qo‘llash turli sohalardagi ishlab chiqarish korxonalarini “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini kompleks va aniqroq belgilash hamda samaraliroq rag’batlantirish tizimini ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Bu korxona energiya ta’moti tizimini modernizatsiyalash bo‘yicha aniqroq tavsiyalar ishlab chiqish bilan izohlanadi.

Olingan natijalarning amaliy ahamiyati elektr iste’moli rejimlarini umumlashgan ko‘rsatkichlar asosida tavsiya qilingan rag’batlantirish mexanizmlari “yashil energetika”ga o‘tish jarayonlarini jadallashtiradi hamda elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini ekspress kompleks baholash imkonini berishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energetikani rag’batlantirishni umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichi asosida takomillashtirish bo‘yicha amalgalash oshirilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari asosida:

“Yashil” energiyadan foydalanayotgan korxonalarda umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichi aniqlash imkonini beradigan matematik model va universal algoritm asosida elektron hisoblash mashinasi uchun yaratilgan dastur “Bukhara Azteks” MChJ da joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligining 2025 yil 21 maydagi 04-13-2757-sodan ma'lumotnomasi). Natijada taklif etilayotgan “yashil” energiyani rag’batlantirish metodikasi joriy etilib, “Bukhara Azteks” MChJ korxonasi 56234700 (ellik olti million ikki yuz o‘ttiz to‘rt ming etti yuz) so‘m imtiyozga ega bo‘lgan;

“Bukhara Azteks” MChJ va “Posco International Textile” xorijiy korxonasida bug‘ va isitish qozonlarining tutun gazlar tarkibi Testo 320 gaz analizatori yordamida tahlil qilinib, mazkur korxonalarda ekologik ko‘rsatkichning taklif etilgan uslubiyoti joriy etildi (O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligining 2025 yil 21 maydagi 04-13-2757-son ma’lumotnomasi). Natijada tutun gazlar tarkibidagi kislorod miqdori optimallashtirildi va mos ravishda yillik  $5204\text{ m}^3$  va  $2642\text{ m}^3$  tabiiy gaz tejashga erishilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 11 ta xalqaro ilmiy–texnik konferensiyalarda, jumladan 8 ta xalqaro, 3 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda ma’ruza qilingan va muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 30 ta ilmiy ish chop etilgan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestasiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan jurnallarda 8 ta ilmiy maqolalar, jumladan 6 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda chop ettirilgan, shuningdek O‘zR Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi tomonidan yaratilgan EHM darsturiga 3 guvohnoma olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 116 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Dissertatsiyaning kirish qismida** o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zaruriyati assoslangan, olib borilgan tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekti va predmetlari tavsiflangan, O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar taraqqiyotining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan.

Dissertatsiyaning **“Energiya samaradorlik ko‘rsatkichlarini yagona ko‘rsatkichga umumlashtirish tadqiqotlari tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida energiya samaradorligini oshirishda, energiya resurslaridan foydalanishni va energiya ishlab chiqarishning atrof-muhitga ta’sirini kamaytirishning xorijiy rivojlangan davlatlar kesimidagi “yashil” energiyani rivojlantirish borasida olib borilgan tadqiqotlarning hozirgi holati tahlil qilingan.

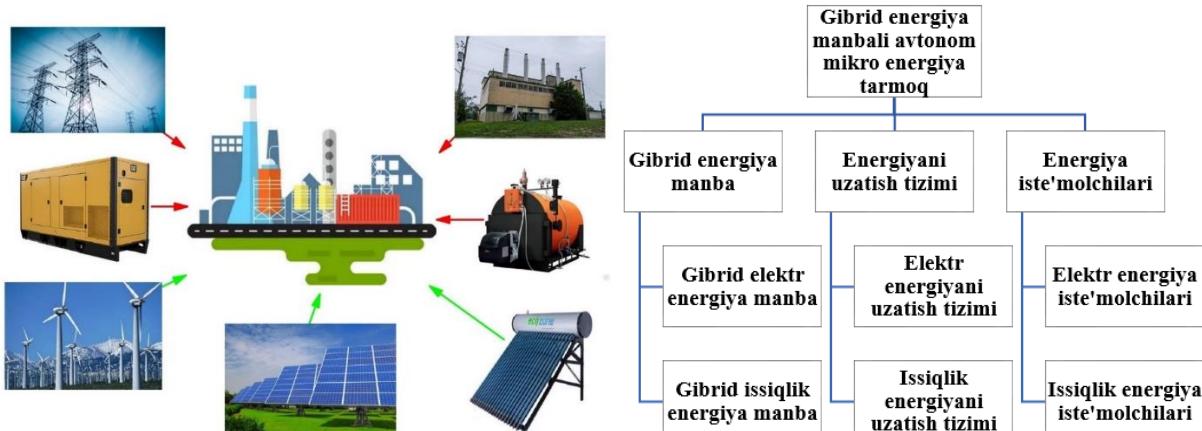
Bu tadqiqotlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki qo‘llanishga qulay, o‘lchash imkoniyati bor ko‘rsatkichlardan tashkil topgan, umumlashtirish metodikasi izchil va aniq hamda barcha sohalarda qo‘llash imkoniyati bo‘lgan yagona umumlashtirilgan samaradorlik ko‘rsatkichiga zaruriyat mavjud. Ushbu ko‘rsatkich asosida turli korxonalarni va sohalarni energiya samaradorlik ko‘rsatkichi bo‘yicha tasniflash mumkin va ushbu tasniflash natijalari bo‘yicha korxonalarga imtiyozlar yoki jarimalar berib energiya tejamkorlikni rag‘batlantirish mumkin.

O‘rganilgan tadqiqot ishlari, olib borilgan ilmiy va amaliy ishlar tahlili asosida tadqiqotning maqsadi va vazifalari aniqlangan.

Dissertatsiyaning **“Xorijiy davlatlar tajribasi asosida “yashil” energiyani**

**rivojlantirish tamoyillarini va matematik asoslarini ishlab chiqish**” deb nomlangan ikkinchi bobida rivojlangan xorijiy davlatlarda “yashil” energiyani rivojlantirish va ularning eng yaxshi ko‘rsatkichlarini integratsiyalash bo‘yicha erishilgan natijalar tahlili asosida “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini kompleks tahlil qiluvchi va baholovchi umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichining tashkil etuvchi koeffitsiyentlari aniqlangan hamda ularni umumlashtirish uchun bir o‘lchov birlikka keltirilgan.

“Yashil” energiyadan foydalanishning asosiy ko‘rsatkichlaridan biri energiya iste’moli obyektining (EIO) atrof-muhitga yetkazgan zararni tavsiflovchi ko‘rsatkich bo‘lib, ko‘pincha energiya manbalari EIO dan tashqari markazlashgan tarmoqqa joylashgani uchun ushbu ko‘rsatkichni hisoblash ancha qiyinchiliklar tug‘diradi. Shuning uchun tadqiqot ishida umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlashda energiya iste’moli obyektlaridagi barcha energiya (elektr, issiqlik, QTEM va boshqa) manbalarini o‘z hududida mujassamlashtirgan gibridda energiya manbasiga keltirilgan holda o‘rganiladi va obyekt energiya ta’minoti tizimini avtonom mikro energiya tarmog‘i sifatida qarash va shu asosda uning samaradorligini aniqlash g‘oyasini ilgari surilgan. Ushbu g‘oya natijasida energiya iste’moli obyektining yagona energiya samaradorlik ko‘rsatkichini hisoblash uchun uning gibridda energiya manbali avtonom mikro tarmoq ko‘rinishidagi modeli taklif etilgan va uni texnik parametrlarini aniqlash tartibi ishlab chiqilgan. 1 va 2 – rasmlardada esa ushbu tarmoqning tuzilmaviy sxemasi aks ettirilgan.



**1-rasm. Energiya iste’moli obyektining gibridda energiya manbasi tarkibiy energetik qurilmalari**

Gibridda elektr va issiqlik energiyasi manbasi 2 turdagи energiya manbalardan: qayta tiklanmaydigan va qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan tashkil topgan. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalariga korxona hududiga keltirilgan (hisobiy) tarmoq elektr (issiqlik) stansiyasi, korxonaning xususiy elektr (issiqlik) stansiyasi, dizel generatorlar va boshqalar kiradi. Korxona hududiga keltirilgan elektr yoki issiqlik manbaining ko‘rsatkichlari iste’mol qilingan elektr yoki issiqlik energiyasi orqali aniqlanadi. Ya’ni, ushbu energiya manbasining yillik ishlab chiqargan energiyasi korxona iste’mol qilgan yillik energiyasiga teng bo‘ladi. Korxona energiya iste’molini atrof-muhitga ta’sirini aniqlashda faqat energiya resurslardan foydalanuvchi energiya manbalari ishlab chiqargan energiya hisobga

olinadi.

EIO da iste'mol bo'lgan elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi yoqilg'i sarfi 1 kW·h elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdori-  $R_o$  bilan quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_o = \frac{R_{es}}{E} \quad (1)$$

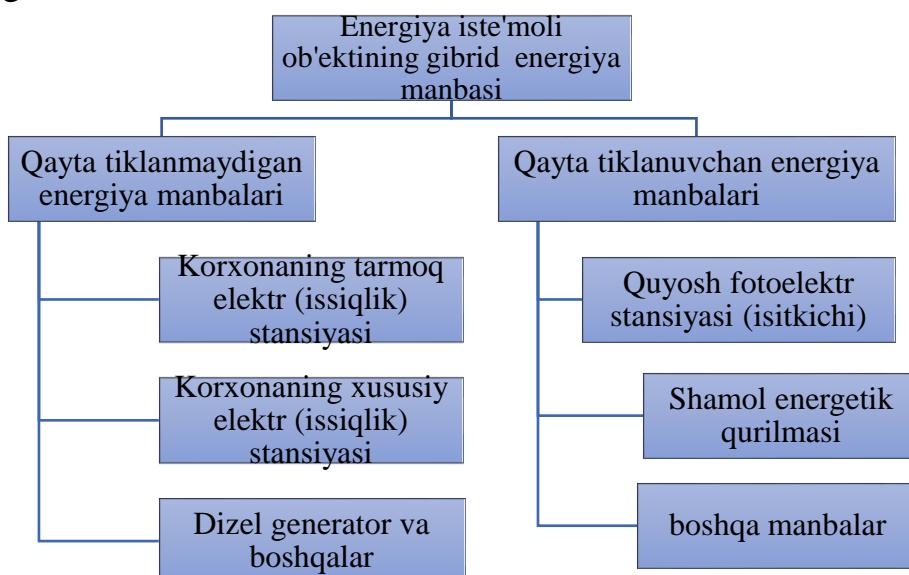
bu yerda:  $R_{es}$  – elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun umumiyoqilg'i sarfi (masalan, GJ yoki kg shartli yoqilg'i),  $E$  – ishlab chiqarilgan yoki iste'mol qilingan elektr energiyasi (kW·h).  $R_o$  – birlik miqdordagi elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdori.

Agar korxonada boshqa turdag'i qayta tiklanmaydigan energiya resurslardan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarilsa shu tartibda sarflangan yoqilg'i miqdori aniqlanadi. Aniqlangan yoqilg'i turlariga qarab atrof-muhitga chiqarilgan zararli chiqindilar hisoblanadi.

Korxona tashqaridan markazlashgan issiqlik tarmog'idan issiqlik energiyasi olsa u ham elektr energiya kabi korxona hududidagi qozonxonada ishlab chiqarilgan deb qabul qilinadi. Ushbu qozonxonadagi yoqilg'i sarfi 1 kJl issiqlik energiyasi ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdoriga qarab quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$R_{is} = T_{ie} \cdot R_o \quad (2)$$

bu yerda:  $T_{ie}$  – korxonaning yillik iste'mol qilgan issiqlik energiyasi, kJl;  $R_o$  – birlik miqdordagi issiqlik energiyasini ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdori, gr/kJl.



**2-rasm. Gibriddi energiya manbasining tarkibiy energetika qurilmalari.**

Korxona hududiga yetkazib berilgan tarmoq issiqlik manbasining yoqilg'i sarfi, undan olingan issiqlik energiyasini ishlab chiqarish jarayonida sarflangan yoqilg'i miqdori asosida aniqlanadi.

Keyingi bosqichda elektr energiyasini ishlab chiqarishda atrof-muhitga chiqarilgan zararli moddalar miqdori aniqlanadi. Bu miqdor birlik miqdordagi

yoqilg‘i yonganda ajralib chiqadigan zararli moddalar miqdori bilan quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$CO_2 = R_{es} \cdot m_{CO_2} \quad (3)$$

bu yerda:  $R_{es}$  – korxonaning yillik elektr energiyasiga to‘g‘ri keladigan yoqilg‘i-resurs miqdori, t.sh.yo;  $m_{CO_2}$  – birlik miqdordagi yoqilg‘i yonganda ajralib chiqadigan zararli moddalar miqdori.

Ishlab chiqilgan energiya iste’moli obyektining avtonom mikro tarmoq modeli nafaqat mavjud obyektlarni energiya samaradorligini to‘laqonli baholash va tasniflash imkoniyatini beradi, balki zamonaviy energiya ta’minoti tarmoqlarini belgilangan energiya samaradorlik ko‘rsatkichlari doirasida loyihalashni amalgaloshirishni ham ta’minlaydi. Barcha sanoat korxonalarini ushbu modelga keltirish va yagona uslubiyot asosida energiya samaradorlik ko‘rsatkichlarini hisoblash va natijalar asosida iqtisodiyot sohalarni energiya samaradorligi bo‘yicha tasniflash imkonini beradi. Ushbu umumlashgan ko‘rsatkichlarni energetik tadqiqotlarida ham korxonaning energiya samaradorligini oshirish imkoniyalarini har tomonlama o‘rganish va aniqlash uchun ham qo‘llash mumkin.

Hozirgi kunda ishlab chiqarish korxonalarida asosiy energiya samaradorlik ko‘rsatkichi sifatida mahsulotning energiya sig‘imi qiymati olinadi va u quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E_o = \frac{W_{EE,y} + W_{IE,y} + W_{yoq,y}}{P_y} \quad (4)$$

bu yerda:  $W_{EE,y}$ ,  $W_{IE,y}$  va  $W_{yoq,y}$  – muvofiq ravishda shartli yoqilg‘i birligiga keltirilgan yillik iste’mol qilingan elektr va issiqlik energiyasi hamda boshqa turdag'i (benzin, ko‘mir va h.k.) yillik iste’mol qilingan yoqilg‘i miqdori.

Ushbu ko‘rsatkich energiya manbasi turiga, ishlab chiqarish jarayonida yaratilgan qo‘srimcha qiymatga bog‘liq bo‘lmagan tufayli atrof-muhitni ko‘p ifloslantiruvchi arzon mahsulotlar keng ishlab chiqarilmoqda. Tadqiqot ishida energiya samaradorlikni barcha ko‘rsatkichlarini qamrab olgan umumlashgan ko‘rsatkichdan (USK) foydalanish afzalliklari asoslangan.

Avtonom mikrotarmoq tarkibiga kiruvchi energiyani ishlab chiqaruvchi, uzatuvchi va iste’mol qiluvchi elementlarning ish samaradorligini tavsiflovchi kattaliklar aniqlangan va umumlashtirish uchun qulay ko‘rinishga (nisbiy birliklarga) keltirilgan. Barcha ko‘rsatkichlar EIO ni “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, ular zamonaviy energiya ta’minoti tizimiga qo‘ylgan talablar asosida aniqlangan.

Dissertatsiyaning **“Energiya iste’moli obyektini umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlash”** deb nomlangan uchinchi bobida, energiya iste’moli obyektining umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichlarini shakllantirishda zamonaviy energetika tizimiga qo‘yladigan quyidagi talablar e’tiborga olingan, ya’ni

- Energiya ishlab chiqarishda yoqilg‘i energiya resurslardan foydalanish salmog‘ini kamaytirish bilan “yashil” energetikadan foydalanish salmog‘ini oshirish;
- Energiya manbasining umumiyl FIK maksimal bo‘lishi yoki energiya

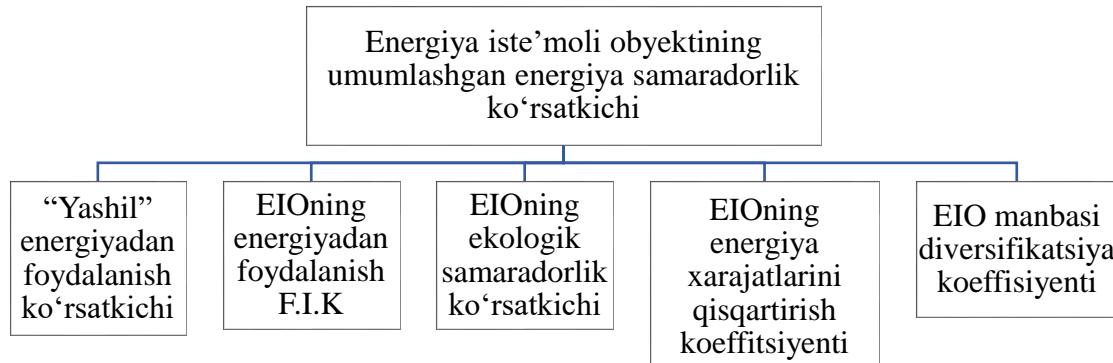
ishlab chiqarishda isroflarni minimal bo‘lishi;

- Energiya ishlab chiqarishda atrof-muhitga yetkaziladigan zarar yoki ekologik ta’sir indeksi minimal bo‘lishi;

- Energiya ishlab chiqarishda birlik miqdordagi energiyaga to‘g‘ri keladigan qo‘sishimcha qiymatning maksimal bo‘lishi;

- Energiya ta’minoti ishonchligi va energiya manbalarining diversifikatsiyalanganligi.

Ushbu talablarga javob beradigan, gibrid energiya manbasining, energiya uzatish tizimining va energiya iste’moli jarayonidagi energiya samaradorlik ko‘rsatkichlari aniqlandi (3-rasm, 1-jadval). Barcha samaradorlik indikatorlari yagona ko‘rsatkichga umumlashtirish uchun ular o‘lchov birligisiz (nisbiy birlikda) keltiruvchi matematik ifodalari ishlab chiqildi.



**3-rasm. “Yashil” energiya samaradorligini aniqlovchi umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichlarining tashkil etuvchilarini.**

**1-jadval**

**EIO larni gibrid energiya manbali avtonom mikro energiya tarmog‘ini tarkibiy qism**

Nº	Ko‘rsatkich nomi	Energiya manbai	Energiyani uzatish	Energiya iste’moli	Energiya iste’moli obyekti
1.	“Yashil” energiyadan foydalanish ko'rsatkichi	+	-	-	+
2.	EIOning energiya iste’molining FIK	+	+	-	+
3.	EIOning ekologik samaradorlik ko'rsatkichi	+	-	-	+
4.	EIOning energiya xarajatlarini qisqartirish koeffitsiyenti	+	-	-	+
5.	EIO manbasi diversifikasiya koeffisiyenti	+	+	+	+
	Umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi	+	+	+	+

1-jadvalda berilgan taqsimotga muvofiq, har bir ko'rsatkich ham elektr energiyasi, ham issiqlik energiyasining manba, uzatish tizimi va iste'mol jarayonlari uchun alohida hisoblandi. Quyidagi formulalar umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichlarini hisoblash uchun ishlab chiqildi.

EIO dagi energiya ta'minotining barcha bosqichlaridagi matematik o'zgartirishlardan so'ng umumlashgan samaradorlik ko'rsatkichining tashkil etuvchi koeffitsiyentlari quyidagi yakuniy ko'rinishga keltirilgan.

“Yashil” energiyadan foydalanish ko'rsatkichi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_{y.e.f} = \frac{E_{y.e.f}}{E_{y.e.f} + E_t} \quad (5)$$

bu yerda:  $E_{y.e.f}$  – “yashil” energiya manbalaridan foydalanib, iste'mol qilingan energiya miqdori, kW·h;  $E_t$  – an'anaviy energiya manbalaridan iste'mol qilingan energiya miqdori, kW·h.

EIONing energiya iste'molining foydali ish koeffitsiyentini hisoblashda energiya ta'minoti tizimidagi faqat to'lov qilinadigan isroflar hisobga olingan bo'lib quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_\eta = \frac{E_{y.e.f} + E_t}{E_{y.e.f} + \frac{E_t}{\eta_i} + \Delta E_{isr}} \quad (6)$$

bu yerda:  $\Delta E_{isr}$  – to'lov qilingan energiya isroflari miqdori, kW·h;  $\eta_i$  – an'anaviy energiya manbalarining foydali ish koeffitsiyenti.

Ushbu ko'rsatkichdan faqat “yashil” energiyadan foydalanish samaradorligini aniqlashda foydalaniladi.

EIONing energiya iste'molining ekologik samaradorlik ko'rsatkichi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_{Eko} = 1 - \frac{E_t \cdot K_{CO_2}}{(E_{y.e.f} + E_t) \cdot K_{ko'm}} \quad (7)$$

bu yerda:  $K_{CO_2}$  – turli xil yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan emission faktor miqdori, kW·h/kg·CO<sub>2</sub>equ;  $K_{ko'm}$  – ko'mir yoqilg'isi yonganda ajralib chiqadigan emission faktor miqdori, kW·h/kg·CO<sub>2</sub>equ.

Xalqaro amaliyotda foydalanib kelinayotgan bir birlikdagi mahsulotni ishlab chiqarishda atrof muhitga yetkazilgan zarar ko'rsatkichi o'lchov birligi bo'lgani va yashil energiya manbai quvvati keng diapazonda o'zgarganda juda kam miqdorda o'zgarishi tufayli umumlashtirishda qo'llanilmadi.

EIONing energiya iste'molining iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_{Eko} = 1 - \frac{P_{o'r.t} \cdot T_{max} \cdot C_{ee} + P_{y.e.f} \cdot (Z_{o.y.e.f} - W_{o.y} \cdot (C_{ee} + C_{o.eko}))}{W_{yil} \cdot C_{ee}} \quad (8)$$

bu yerda:  $P_{o'r.t}$  – EIONing o'rtacha quvvat iste'moli, kW;  $T_{max}$  – EIONing yillik ish soati,  $C_{ee}$  – energiya to'lov qiymati, so'm;  $P_{y.e.f}$  – “yashil” energiya manbaining o'rnatilgan quvvati, kW;  $C_{o.eko}$  – ekologik zarar to'lov qiymati, so'm /kW·h;  $W_{o.y}$  – 1 kW quvvatli “yashil” energiya manbasining yillik ishlab chiqaradigan energiya

miqdori, soat/yil;  $Z_{o.y.e.f} - 1 \text{ kW}$  quvvatlari “yashil” energiya manbalarini kapital va o‘rnatishning keltirilgan yillik xarajatlari qiymati, so‘m.

EIONing energiya iste’molining diversifikatsiya koeffitsiyenti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_D = \frac{\sum_{n=1}^n P_i - P_{i.\max}}{P_{es}} \quad (9)$$

bu yerda:  $n$  – energiya manbalari soni, dona;  $P_i$  – energiya iste’molida ishtirok etayotgan energiya manbai yoki zahiralash qurilmasining nominal quvvati, kW;  $P_{i.\max}$  – maksimal quvvatlari energiya manbai quvvati, kW;  $P_{es}$  – EIONing yillik o‘rtacha iste’mol quvvati, kW.

EIO larda “yashil” energiya manbalarini bosqichma–bosqich joriy etganda taklif etilgan samaradorlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarish dinamikasi nazariy tadqiqotlarda o‘rganildi. Iste’mol quvvati 1000 kW bo‘lgan gibrid energiya manbalari energiya Iste’moli obyektining avtonom mikro tarmog‘i modelida nazariy tadqiqotlar olib borildi. Bunda iste’mol obyektida “yashil” energiya manbalari o‘rnatilgan quvvatining o‘zgarib borishi ishlab chiqilgan koeffitsiyentlarda qanday o‘z aksini topishi tahlil qilindi. Samaradorlik ko‘rsatkichlarining “yashil” energiya manbalari quvvati o‘zgarishiga bog‘liqligi korrelyatsion tahlil metodlari asosida tadqiq qilindi.

Tadqiqotda “yashil” energiya manbasi sifatida quyosh elektr stansiyasi olingan bo‘lib uning o‘rnatilgan quvvati o‘zgarishining energiya samaradorlik ko‘rsatkichlariga ta’sir dinamikasi o‘rganildi (2-jadval).

**2-jadval**  
**“Yashil” energiyadan foydalanish samaradorlik ko‘rsatkichlarining korrelyatsion tahlil natijalari**

<b>P<sub>t</sub>, kW</b>	<b>P<sub>qt</sub>, kW</b>	<b>K<sub>y.e.f</sub></b>	<b>K<sub>η</sub></b>	<b>K<sub>eko</sub></b>	<b>K<sub>e.x.q</sub></b>	<b>K<sub>D</sub></b>
<b>1000</b>	0	0	0,4	0,61	0	0,2
<b>1000</b>	100	0,08	0,42	0,64	0,1	0,3
<b>1000</b>	200	0,15	0,44	0,67	0,15	0,4
<b>1000</b>	300	0,23	0,46	0,70	0,23	0,5
<b>1000</b>	400	0,31	0,49	0,73	0,30	0,55
<b>1000</b>	500	0,39	0,52	0,76	0,38	0,6
<b>1000</b>	600	0,46	0,55	0,79	0,45	0,65
<b>1000</b>	700	0,54	0,58	0,82	0,53	0,7
<b>1000</b>	800	0,62	0,63	0,85	0,6	0,75
<b>1000</b>	900	0,70	0,67	0,88	0,68	0,8
<b>1000</b>	1000	0,77	0,73	0,91	0,76	0,85
<b>Korrelyatsiya koeffitsiyenti -r</b>		<b>0,999</b>	<b>0,995</b>	<b>0,986</b>	<b>0,998</b>	<b>0,983</b>

Korrelyatsion tahlil natijalari asosida ko‘rsatkichlarni soni, saflanish tartibi va vazn koeffitsiyentlari quyidagi ko‘rinishda aniqlandi:

$$K_{um} = \frac{5}{15} \cdot K_{y.e.f} + \frac{4}{15} \cdot K_{iqt} + \frac{3}{15} \cdot K_{\eta} + \frac{2}{15} \cdot K_{Eko} + \frac{1}{15} \cdot K_D \quad (10)$$

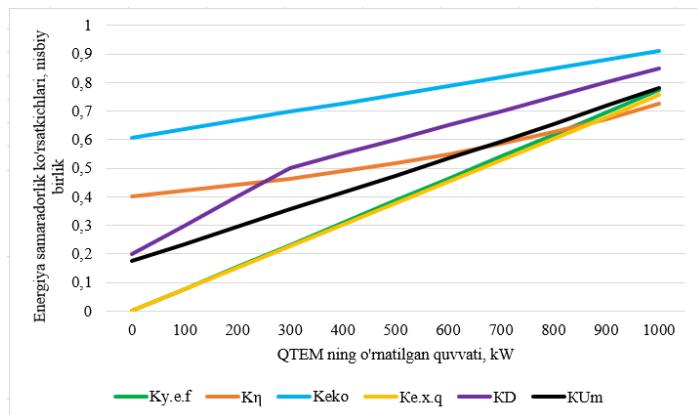
(10) ifoda asosida analitik tadqiqotimizning turli quvvatlarda o‘rnatilgan quyosh elektr stansiyasini korxonaning umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlashda foydalamiz.

### 3-jadval

#### Analitik tahlilda umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichlari

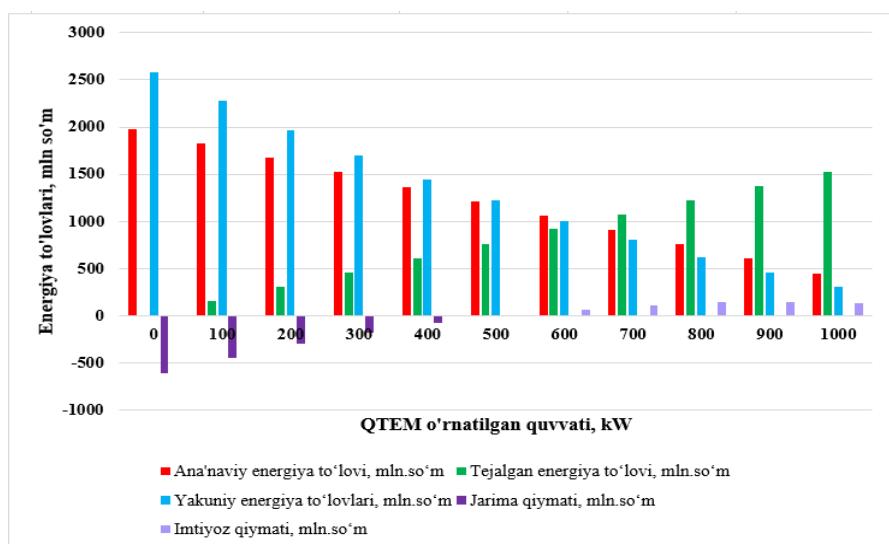
<b>P<sub>qt</sub>, kW</b>	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
<b>K<sub>um</sub></b>	0,17	0,23	0,30	0,36	0,42	0,47	0,53	0,59	0,66	0,72	0,78

2 va 3 – jadval natijasida EIO da “yashil” energiya manbalari quvvatini o‘zgarishining ko‘rsatkichlarga ta’sirini belgilovchi egriliklar 4-rasmida keltirilgan.



#### 4-rasm. EIO da “yashil” energiya manbalari quvvatini samaradorlik ko‘rsatkichlariga ta’siri.

Ushbu o‘zgarishlar natijasida taklif etilgan rag‘batlantirish tizimida energiya to‘lovlarining kamayishi 5–rasmda ko‘rsatilgan.



#### 5-rasm. Taklif etilagan rag‘batlantirish tizimini energiya to‘lovlariga ta’siri dinamikasi.

EIO da “yashil” energiya manbalaridan foydalanmaganda faqat “yashil” energiyadan foydalanish koeffitsiyenti nolga teng bo‘ladi. Qolgan samaradorlik koeffitsiyentlarini boshqa yo‘llar bilan ham oshirish mumkin. Shuning uchun ushbu keffitsiyentga eng katta vazn koeffitsiyenti berildi. Vazn koeffitsiyentlari Fishbern formulasi asosida hisoblandi.

$$K_{mex} = \sum_{n=1}^n \alpha_i \cdot K_i \quad (11)$$

bu yerda: - GEM AMET ning  $n$ - samaradorlik koeffitsiyentining tartib raqami;  $\alpha_i$  - ko‘rsatkichning ahamiyatlik darajasini belgilovchi vazn koeffitsiyenti;  $i$ -samaradorlik koeffitsiyentini saflanishdagi tartib raqami.

Ushbu koeffitsiyent EIO da “yashil” energiya manbalarini joriy etish samaradorligini joriy qiymatini aniqlaydi. “Yashil” energiya manbalarini joriy qilishni rag‘batlantirish tizimini ishlab chiqish uchun “ideal yashil energiya Iste’molchisi”, ya’ni energiya Iste’moli 100% “yashil” energiya manbasidan ta’minlanuvchi obyektning ko‘rsatkichlari va umuman “yashil” energiyadan foydalanmaydigan obyektning ko‘rsatkichlari asosida aniqlanadi. Rag‘batlantirish chegarasini aniqlash uchun USK ning me’yoriy qiymati ko‘rsatkichlarning me’yoriy qiymatlari mavjud bo‘lganda ushbu qiymatlardan foydalanib yoki ushbu ko‘rsatkichning maksimal va minimal qiymatlarining o‘rtacha qiymati orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{EIO.M} = \frac{K_{EIO.\max} - K_{EIO.\min}}{2} \quad (12)$$

Agar USK ning joriy qiymati me’yoriy qiymatdan kichik bo‘lsa jarima, agar me’yoriy qiymatdan katta bo‘lsa energiyaga to‘lov larga chegirma beriladi. Jarima va chegirmaning qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$\Delta W_{int} = C_{ee} \cdot E_{kor} \cdot (K_{EIO.J} - K_{EIO.M}) \quad (13)$$

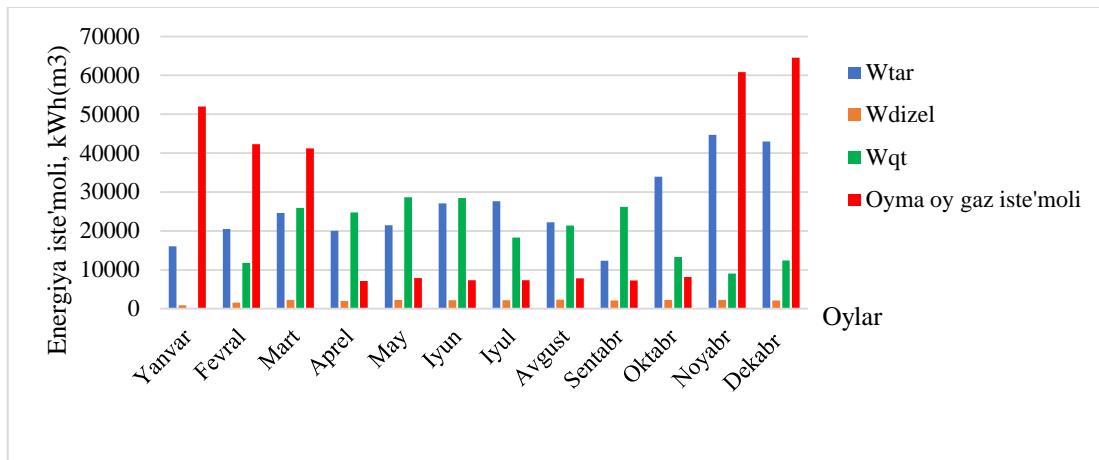
Tadqiqot natijalari 4-jadvalda keltirilgan. Jadvalning 7-ustunida jarimalar va 8-ustunida esa chegirmalar (rag‘bat) keltirilgan. Yakuniy iqtisodiy samaradorlik 5-rasmida keltirilgan.

#### 4-jadval

#### “Yashil” energiyadan foydalanish samaradorlik ko‘rsatkichining energiya to‘lovlari o‘zgarishiga muvofiq imtiyoz va jarima natijalari

<b>K<sub>um</sub></b>	<b>K<sub>me</sub></b>	<b>K<sub>farq</sub></b>	<b>Ana’naviy energiyadan foydalanligandagi energiya to‘lovi, mln.so‘m</b>	<b>QTEM o‘rnataligandan keyingi energiya to‘lovi, mln.so‘m</b>	<b>Energiya to‘lovlari orasidagi farq, mln.so‘m</b>	<b>C<sub>j</sub>, mln.so‘m</b>	<b>C<sub>ch</sub>, mln.so‘m</b>	<b>Yakuniy energiya to‘lovlari, mln.so‘m</b>
0,17	0,475	-0,305	1980	1980	0	-604		2583,9
0,23	0,475	-0,245	1980	1827	153	-447,6		2274,6
0,30	0,475	-0,175	1980	1674	306	-293		1967
0,36	0,475	-0,115	1980	1521	459	-175		1695,9
0,42	0,475	-0,055	1980	1368	612	-75,2		1443,2
0,47	0,475	-0,005	1980	1215	765	-6,1		1221,1
0,53	0,475	0,055	1980	1062	918		58,4	1062
0,59	0,475	0,115	1980	909	1071		104,5	909
0,66	0,475	0,185	1980	756	1224		139,9	756
0,72	0,475	0,245	1980	603	1377		147,7	603
0,78	0,475	0,305	1980	450	1530		137,2	450

Dissertatsiyaning “Energiya iste'moli obyektlarida umumlashgan samaradorlik ko'rsatkichi asosida rag'batlantirishni joriy etishning eksperimental tadqiqotlari” deb nomlangan to'rtinchi bobida me'yoriy umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi hamda imtiyozlar yoki jarimalarni belgilash tamoyillari ishlab chiqildi.



**6-rasm. “Bukhara Azteks” MCHJ korxonasining 2023-yil energiya iste'moli.**

Tadqiqot obyekti sifatida “Posco International Textile” xorijiy korxonasi va “Bukhara Azteks” ma'suliyati cheklangan jamiyatining umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichlarining natijalari 5 – jadvalga keltirilgan.

#### 5-jadval

#### **Tadqiqot obyektlaridagi umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichlarining holatlar kesimidagi natijasi**

Umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichlari	“Posco International Textile” XK		“Bukhara Azteks” MCHJ	
	1 – holat	2 – holat	1 – holat	2 – holat
EIO ning yashil energiyadan foydanish ko'rsatkichi	0	0,012	0,07	0
EIO ning energetik qurilmalarining umumiyl foydali ish koeffitsiyenti	0,40	0,41	0,78	0,71
EIO ning ekologik samaradorlik ko'rsatkichi	0,61	0,62	0,80	0,77
EIO ning energiya xarajatlarini qisqartirish koeffitsiyenti	0	0,02	0,28	0
EIO ning diversifikatsiya koeffitsiyenti	0,012	0,012	0,76	0,76
EIO ning umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi	0,16	0,17	0,41	0,30

Umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichining vazn koeffitsiyentlari qiymatlari va navbatlanish tartibi korrelyatsion tahlil natijalarini e'tiborga olgan holda asoslangan va ishlab chiqilgan. Natijalar 6-jadvalga keltirib o'tilgan.

## 6-jadval

### Energiya iste'moli obyektlarini rag'batlantirish va jarimalar qiymati

Energiya iste'moli ko'rsatkichlari	“Posco International Textile” XK		“Bukhara Azteks” MChJ	
	1 – holat	2 – holat	1 – holat	2 – holat
Umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi	0,16	0,17	0,41	0,30
Me'yoriy umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi	0,39	0,39	0,32	0,32
Farqi	-0,23	-0,22	0,09	-0,02
Energiyaga to'lov, mln so'm	24483,75	24198,71	624,83	745,11
Qo'shimcha rag'batlantirish qiymati, mln so'm	-	-	56,23	-
Jarima, mln so'm	5631,3	5323,7	-	14,9
Yakuniy to'lov, mln so'm	30115,05	29807,45	568,6	730,21
Korxona iste'mol qilgan (QES tomonidan ishlab chiqilgan) elektr energiya qiymati, mln so'm	-	282,86	114,65	-
FiT tizimidan olingan imtiyoz qiymati, mln so'm	-	34,813	74,216	
Yillik samara, mln.so'm	-	317,7	245,1	-
Qo'shimcha kapital xarajatlar, mln so'm	-	1349,825	1013,45	-
Qoplash muddati, yil	-	≈4,25	≈4,13	-

Taklif etilayotgan rag'batlantirish mexanizmning joriy etilganda “yashil” energiya manbalari o'zini oqlash muddatini sof diskontlangan foyda usuli bilan 14-formula bilan diskont stavkasi 15% asosida hisoblashlar amalga oshirildi va natijalar 7-jadvalga keltirildi.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t - A_t}{(1 + E)^t} - I_0 \quad (14)$$

## 7-jadval

### Sof diskontlangan daromad usuli asosida «yashil» energiya manbalarining moliyaviy samaradorligi ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	“Posco International Textile” xorijiy korxonasi	“Bukhara Azteks” MCHJ
Sof joriy foyda [mln. so'm]	73575000	41897684
Foydaning ichki me'yori, %	94,8	96
Foyda indeksi	1,05	1,04
Statik qoplash muddati, yil	5,32	5,4
Dinamik qoplash muddati, yil	11,3	11,8

**8-jadval**

**Energiya iste'moli obyektlarini mayjud va taklif etilayotgan rag'batlantirish tizimining qiyosiy tahlili**

Energiya iste'moli ko'rsatkichlari	Rag'batlantirish joriy etilmaganda		Rag'batlantirish joriy etilganda	
	1 – holat	2 – holat	1 – holat	2 – holat
El.tarmoq energiya, MWh	313,356	533,406	313,356	533,406
Dizel generator, MWh	24,36	24,36	24,36	24,36
Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan olingan elektr energiya, MWh	220,050	0	220,050	0
Umumiy elektr energiya iste'moli, MWh	557,766	557,766	557,766	557,766
Energiya iste'moli obyektining yashil energiyadan foydalanish ko'rsatkichi	0,07	0	0,07	0
Energiya iste'moli obyektining foydali ish koeffitsiyenti	0,78	0,71	0,78	0,71
Energiya iste'moli obyektining ekologik samaradorlik ko'rsatkichi	0,80	0,77	0,80	0,77
Energiya iste'moli obyektining energiya xarajatlarni qisqartirish koeffitsiyenti	0,28	0	0,28	0
Energiya iste'moli obyektini energiya manbasining diversifikasiya koeffitsiyent	0,76	0,76	0,76	0,76
Energiya iste'moli obyektining umumlashgan energiya samaradorlik koeffitsiyenti	0,41	0,30	0,41	0,30
Me'yoriy umumlashgan energiya samaradorlik koeffitsiyenti	0,32	0,32	0,32	0,32
Energiyaga to'lovlar, mln.so'm	624,83	745,11	624,83	745,11
FiT tizimi imtivozi, mln. so'm	74,216	-	74,216	-
To'lanmagan elektr energiya qiymati, mln. so'm	114,65	-	114,65	-
Rag'batlantirish qiymati, mln so'm	-	-	56,23	-
Jarima qiymati, mln so'm	-	-	-	14,9
Yakuniy to'lov, mln so'm	435,96	745,11	379,73	760,01
Yillik samara, mln so'm	188,86	-	245,1	-
Qoshimcha kapital xarajatlar, mln so'm	1013,45	-	1013,45	-
Qoplash muddati, yil	5,37	-	≈4,13	-
10 yillik iqtisodiy samara, mln so'm	1888,6	-	2451	-

Taklif etilayotgan umumlashgan energiya samardorlik ko'rsatkichlar asosida

“yashil” energiyani rag‘batlantirish mexanizmiga muvofiq, “Bukhara Azteks” MCHJ korxonasiga kutilayotgan iqtisodiy samara imtiyoz qiymatida 56234700 so‘m, garchand “Posco International Textile” xorijiy korxonasi jarimaga chiqqan bo‘lsada, tadqiqot davomida energiya tejash tadbirlarini amalga oshirilishi evaziga kutilayotgan iqtisodiy samara 38103282 so‘mni tashkil etadi.

Dissertatsiya ilovalarida energiya manbai, energiya uzatish tizimi va energiya iste’moli jarayonlari uchun to‘liq hisoblashlar, analitik tadqiqotlar, joriy etish dalolatnomasi va ma’lumotnoma, hamda, EHM uchun dastur guvohnomalari keltirilgan.

## XULOSA

“Energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energetikani rag‘batlantirishni umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichi asosida takomillashtirish” mavzusi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Rivojlangan xorijiy davlatlarda “yashil” energetikaga o‘tish islohotlari tahlili qo‘llanishga qulay, o‘lchash imkoniyati bor ko‘rsatkichlardan tashkil topgan, umumlashtirish metodikasi izchil va aniq bo‘lgan hamda barcha sohalarda qo‘llash imkoniyati bo‘lgan universal umumlashtirilgan samaradorlik ko‘rsatkichi asosida barcha iste’molchilarni yagona tamoyil va ko‘rsatkichlar asosida imtiyoz va jarimalar tizimini joriy qilish orqali rag‘batlantirish samaradorliroq ekanini ko‘rsatdi.
2. Energiya iste’moli obyektining “yashil” energiyadan foydalanishni barcha afzalliklarini miqdoran baholash imkonini beruvchi uning barcha energiya manbalarini qamrab olgan gibrid energiya manbali avtonom mikro tarmoq ko‘rinishidagi modeli taklif etilgan va uni texnik parametrlarini aniqlash tartibi ishlab chiqilgan.
3. Energiya iste’moli obyektining gibrid energiya manbasini atrof-muhitga ta’sirini e’tiborga olgan holda umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi ishlab chiqilgan.
4. “Yashil” energiyadan foydalanish afzalliklarini tavsiflovchi samaradorlik ko‘rsatkichlari zamonaviy energiya ta’minoti tizimiga qo‘yiladigan talablar asosida ishlab chiqilgan va bir o‘lchov birligiga keltirilgan.
5. “Yashil” energiyadan foydalanish umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichining tashkil etuvchilarining soni, saflanish tartibi va vazn koeffitsiyentlarining qiymatlari tashkil etuvchi ko‘rsatkichlarni “yashil” energiya manbalari quvvatiga bog‘liqligi korelyatsion tahlili natijalari asosida aniqlangan va yagona ko‘rsatkichga keltirilgan.
6. Energiya iste’moli obyektlarida “yashil” energiyadan foydalanishni umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichi asosida rag‘batlantirish tizimini matematik asoslari ishlab chiqilgan va uning joriy etish samaradorligi texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar asosida ilmiy asoslangan.
7. Energiya iste’moli obyektlarida imtiyoz va jarimalar ularning energiyadan foylalanish samaradorligi ko‘rsatkichlariga mutanosib belgilashni ta’minlovchi

matematik ifodalar tavsiya etilgan.

8. Ishlab chiqilgan umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichi sohalar bo‘yicha sanoat korxonalarini energiya samaradorlik ko‘rsatkichi bo‘yicha taqqoslash va reytingini aniqlash imkonini beradi hamda korxonalarda energiya tejash bo‘yicha qo‘srimcha imkoniyatlarni ochib beradi.

9. Elektr iste’moli rejimlarini umumlashgan ko‘rsatkichlar asosida tavsiya qilingan rag‘batlantirish mexanizmlari “yashil” energetikaga o‘tish jarayonlarini jadallashtiradi hamda elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini ekspress kompleks baholash imkonini beradi.

10. Taklif etilayotgan rag‘batlantirish mexanizmi joriy etilganda, “Bukhara Azteks” MCHJ korxonasi rag‘batlantirish natijasida 56234700 so‘m qo‘srimcha imtiyozga, “Posco International Textile” XK korxonasi jarimaga ortilishi aniqlandi, energiya tejash chora tadbirlari natijasida yillik 38103282 so‘m iqtisodiy foydaga erishadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РhD.03/27.09.2024.Т.101.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ БУХАРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ГАФУРОВ МИРЗОХИД ОРИФОВИЧ**

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТИМУЛИРОВАНИЯ “ЗЕЛЕНОЙ”  
ЭНЕРГЕТИКИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ  
ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**05.05.01–Энергетические системы и комплексы**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Бухара – 2025**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерство Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером В2025.1.PhD/T5367

Диссертация выполнена в Бухарском государственном техническом университете

Автореферат диссертации доступен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на сайте Научного совета ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZyvoNet» ([www.zyvonet.uz](http://www.zyvonet.uz))

Научный руководитель:

Садуллаев Насуло Нематович  
доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Кадиров Камолиддин Шухратович  
доктор технических наук, старший научный сотрудник.

Усмонов Шукрилло Юлбарсович  
доктор философии по техническим наукам, доцент.

Ведущая организация:

Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита диссертации состоится 25 10 2025 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета PhD 03/27 09.2024 Т.101.05 при Бухарском государственном техническом университете. Адрес: 200100, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, дом 15. Тел. (99865) 223-78-84, e-mail: [bdtu\\_info@edu.uz](mailto:bdtu_info@edu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского государственного технического университета (зарегистрирована под номером № 445 Адрес: 200100, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, дом 15. Тел. (99865) 223-78-84, e-mail: [bdtu\\_info@edu.uz](mailto:bdtu_info@edu.uz)

Автореферат диссертации разослан « 08 » 10 2025 года  
(регистр протокола рассылки № 2 от « 08 » 10 2025 года)



А.Н. Карнибасов  
Вice-Председатель диссертационного  
совета, доктор технических наук,  
профессор

У.К. Мирхонов  
секретарь диссертационного  
совета, PhD по техническим наукам,  
доцент

К.А. Самиев  
Председатель научного семинара при  
диссертационном совете, доктор  
технических наук, профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В результате роста мирового производства энергии на основе ископаемого топлива выбросы СО<sub>2</sub>-эквивалента в атмосферу увеличились на 0,8% в 2024 году до 37,8 гигатонн<sup>1</sup>. Наиболее быстрый способ поддержания или сокращения объёма выбросов парниковых газов в атмосферу — использование энергоэффективных технологий и широкое внедрение «зелёных» источников энергии. Особое внимание уделяется повышению диверсификации источников энергии, сокращению отходов при производстве энергии, стабилизации экологического баланса и ускорению внедрения возобновляемых источников энергии путём стимулирования их внедрения.

Во всем мире ведутся научные исследования, направленные на обеспечение плавного перехода энергетики к рыночным отношениям и повышение ее эффективности, прежде всего, для определения эффективности механизмов стимулирования или наказания потребителей в этом процессе. Стимулирование или применение штрафных санкций к потребителям, использующим возобновляемые источники энергии, на основе результатов оценки использования «зеленой» энергии, экологических показателей, снижения затрат на энергоносители, диверсификации источников энергии и коэффициентов эффективности на основе единых принципов и критериев является одной из актуальных задач мирового значения.

В целях повышения эффективности использования энергии промышленными предприятиями в Республике реализуются масштабные меры по стимулированию использования возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения. В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 16 февраля 2023 года №ПП-57 «О мерах по ускоренному внедрению в 2023 году возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий» поставлены задачи «...освободить от уплаты налога лиц, установивших и использующих возобновляемые источники энергии общей мощностью до 100 кВт сроком на три года со дня ввода их в эксплуатацию...». При реализации этих задач важно разработать механизм стимулирования в виде предоставления льгот или введения штрафов на основе обобщенных показателей энергоэффективности.

Настоящее диссертационное исследование в определенной мере служит реализации задач, поставленных в Законе Республики Узбекистан от 16 апреля 2019 года № ЗРУ-539 «Об использовании возобновляемых источников энергии»<sup>2</sup>, Постановлении Президента Республики Узбекистан от 28 апреля 2018 года №ПП-3687 «О дополнительных мерах по реализации инвестиционных проектов в области возобновляемых источников энергии»<sup>3</sup>, Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-57 от 16 февраля 2023 г. «О мерах по ускоренному внедрению возобновляемых источников

<sup>1</sup> <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025/co2-emissions>

<sup>2</sup> <https://lex.uz/docs/-4346831>

<sup>3</sup> <https://lex.uz/uz/docs/-3713638>

энергии и энергосберегающих технологий в 2023 году<sup>4</sup>, а так же в других нормативных документах по данной деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Исследования по диссертационной работе соответствует приоритетному направлению развитии науки и техники в республике 2. «Энергетика, энергоэффективность и альтернативные источники энергии».

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования по продвижению «зеленой» энергетики проводили зарубежные ученые, такие как J.Maly, D.Hulshof, K.Schell, M.Z. Jacobson, P.K.Oniemola, H.Checchi по анализу влияния «зеленой» энергетики на FiT, субсидии и налоговые льготы, а также инвестиционный риск на энергетическом рынке, в то время как наши соотечественники Н. Авезова, А. Хайтмухамедов, А. Вохидов проводили исследования потенциала солнечной и ветровой энергетики на основе анализа программ и перспектив развития возобновляемых источников энергии, а также существующей политики и мер стимулирования.

Научные исследования по определению обобщенного показателя энергоэффективности объекта энергопотребления (ОЭП) проводились зарубежными учеными, такими как E.Worrel, W.König, D.Spreng, М.В.Глухова, Ю.Некрасова, О.Г.Дружинина, В.В.Литвак, Р.А.Казаков, В.С.Мокроусов, И.Козлов, В.С.Богачев, О.Баландина, И.В.Аленкова, В.И.Стряжев, Т.Г.Поспелова, Т.В.Романкова, М.Н.Гриневич. Научные исследования по определению обобщенных показателей энергоэффективности в нашей стране проводили К.Р.Аллаев, Н.Н.Садуллаев, М.Б.Бозоров.

В республике, ведущими учеными К.Р.Аллаевым, Х.М.Муратовым, Ф.А.Хошимовым, А.Д.Таслимовым, Н.Н.Садуллаевым, К.Ш.Кадыровым и другими проведены научные исследования по повышению энергоэффективности путем оптимизации определений платежей за электроэнергию в энергоснабжении и достигнуты положительные результаты.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в Бухарском инженерно-технологическом институте в рамках проекта фундаментального исследования по теме OT-F2-62 «Разработка теории создания «интеллектуальной» электросети промышленного предприятия на основе обобщенного показателя эффективности системы электроснабжения» (2017-2020 гг.) и прикладного исследования по теме AL-9224104292 «Создание и внедрение эффективной системы стимулирования перехода объектов энергопотребления на «зеленую» энергетику» (2025-2026 гг.).

**Целью исследования** является совершенствование системы стимулирования использования «зеленой» энергии на основе разработки единого обобщенного показателя энергоэффективности, комплексно

---

<sup>4</sup> <https://lex.uz/docs/-6385716>

оценивающего эффективность использования «зеленой» энергии на объектах энергопотребления.

**Задачи исследования:**

выявить перспективы и возможности использования «зеленой» энергетики в Узбекистане на основе анализа достижений, достигнутых в использовании «зеленой» энергетики в развитых странах;

выделить составляющие единого показателя, определяющего эффективность использования энергии на основе анализа исследований по созданию обобщенного показателя эффективности;

разработка модели автономной микросети с гибридным источником энергии, позволяющей комплексно оценить эффективность использования «зеленой» энергии на объекте энергопотребления;

разработка показателей количества, структуры потребления и коэффициента весомости составляющих обобщенного показателя эффективности на основе зависимости «зеленых» источников энергии от мощности;

научное обоснование и определение технико-экономических показателей внедрения системы стимулирования использования «зеленой» энергии на объектах энергопотребления на основе обобщенного показателя эффективности.

**Объектом исследования** являются объекты энергопотребления с установленными источниками «зеленой» энергии, и нормативные правовые документы, стимулирующие использование «зеленой» энергии.

**Предметом исследования** является улучшение показателей эффективности использования «зеленой» энергии, их увеличение и система стимулирования.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались современные методы теории энергоэффективности, обработки и хранения данных, математической статистики, математического моделирования, определения энергоэффективности и энергоёмкости продукции, статистические и аналитические методы расчета полученных результатов в разработанных математических моделях, корреляционного анализа, для ранжирования показателей использовались методы относительной нормализации и Фишберна.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана модель автономной микросети с гибридным источником энергии, учитывающая энергоресурсы при использовании «зеленой» энергии на объектах энергопотребления;

разработан обобщенный показатель эффективности, позволяющий оценить гибридный источник энергии с учетом его воздействия на окружающую среду;

на основе требований к современной системе энергоснабжения разработаны показатели эффективности, характеризующие преимущества использования «зеленой» энергии;

на основе зависимости «зеленых» источников энергии от мощности разработаны показатели количества, структуры потребления и коэффициента

весомости составляющих обобщенного показателя эффективности;

разработана математическая модель системы стимулирования на основе обобщенных показателей эффективности использования «зеленой» энергии на объектах энергопотребления.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработан обобщенный показатель эффективности, наиболее полно и точно определяющий эффективность использования «зеленой» энергии;

разработана более эффективная система стимулирования перехода объектов энергопотребления на использование «зеленой» энергии;

предложены математические выражения, обеспечивающие определение мер стимулирования и взыскания за энергопотребление объектов пропорционально показателям их энергоэффективности;

вводимая система стимулирования основана на том, что она позволит дополнительно сократить счета за электроэнергию и быстрее окупить затраты на «зеленые» источники энергии;

доказано, что внедрение развитой системы стимулирования позволяет экономить энергоресурсы, снижать загрязнение окружающей среды, повышать показатели энергоэффективности.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обусловлена внедрением математического моделирования, математической обработки статических данных и статистических методов обработки экспериментальных данных.

**Научная и практическая значимость исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в том, что использование обобщенного показателя энергоэффективности в экономике позволяет комплексно и более точно определить эффективность использования «зеленой» энергии промышленными предприятиями различных отраслей и разработать более эффективную систему стимулирования. Это объясняется разработкой более конкретных рекомендаций по модернизации системы энергоснабжения предприятия.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что рекомендуемые механизмы стимулирования на основе обобщенных показателей режимов электропотребления ускоряют переход к «зеленой энергетике» и позволяют проводить экспрессную комплексную оценку эффективности использования электроэнергии.

**Внедрение результатов исследования.** На основании результатов научных исследований по повышению эффективности внедрения «зеленой» энергетики на энергоемких объектах на основе обобщенного показателя энергоэффективности:

использование «зеленой» энергии в ООО «Bukhara Azteks» внедрена программа для ЭВМ, созданная на основе математической модели и универсального алгоритма, позволяющая определить обобщенный показатель энергоэффективности на предприятии (Справка Министерства энергетики Республики Узбекистан от 21 мая 2025 года № 04-13-2757). В результате, при внедрении предлагаемой методики стимулирования «зеленой» энергетики, ООО «Bukhara Azteks» получит выгоду в размере

56234700 (пятьдесят шесть миллионов двести тридцать четыре тысячи семьсот) сум;

проводен анализ состава дымовых газов паровых и отопительных котлов ООО «Bukhara Azteks» и иностранного предприятия «Posco International Textile» с помощью газоанализатора Testo 320, по предложенной методике оценена экологическая эффективность деятельности данных предприятий, оптимизировано содержание кислорода в дымовых газах, в результате чего годовая экономия природного газа составила  $5204 \text{ м}^3$  и  $2642 \text{ м}^3$  соответственно.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований докладывались и обсуждались на 11 научно-технических конференциях, в том числе на 8 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, в том числе, научные статьи опубликованы в 2 зарубежных и 6 республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторских диссертаций. В государственном учреждении “Центр интеллектуальной собственности” при Министерстве юстиции Республики Узбекистан получено 3 авторских свидетельства на программный продукт для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** – обоснованы актуальность и необходимость проведенного в настоящем разделе исследования, описаны цели и задачи, объект и предметы проведенного исследования, указано его соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, описаны научная новизна и практические результаты исследования.

В первой главе, называемой «Анализ исследований по обобщению показателей энергоэффективности в единый интегральный показатель», анализируется современное состояние исследований по повышению энергоэффективности, сокращению использования энергетических ресурсов и развитию «зеленой» энергетики в зарубежных развитых странах.

Анализ этих исследований показывает, что необходим единый обобщенный показатель эффективности, состоящий из простых в использовании и измеримых показателей, с обобщенной и точной методологией агрегирования применимый ко всем секторам. На основе этого показателя можно классифицировать различные предприятия и отрасли по показателям энергоэффективности, а на основе результатов этой классификации – стимулировать повышение энергоэффективности путем применения к предприятиям мер поощрения или штрафных санкций.

На основании анализа изученных научных исследований и проведенных научно-практических работ определены цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации под называем «Разработка принципов и математических основ развития «зелёной» энергетики на основе опыта зарубежных стран» на основе анализа достигнутых результатов развития «зеленой» энергетики в развитых зарубежных странах и обобщения их лучших показателей определены и приведены к единой единице измерения составляющие коэффициенты обобщенного показателя эффективности, комплексно анализирующего и оценивающего эффективность использования «зеленой» энергетики.

Один из основных показателей использования «зеленой» энергии объекта энергопотребления (ОЭП) – показатель, характеризующий ущерб, наносимый окружающей среде, и поскольку источники энергии часто находятся в централизованной сети за пределами ОЭП, расчет этого показателя представляет собой сложную задачу. Поэтому в исследовательской работе при определении обобщенного показателя энергоэффективности все источники энергии (электроэнергия, тепло, ТЭМ и др.) на объектах энергопотребления рассматриваются как гибридный источник энергии расположенной на территории ОЭП, и выдвинута идея рассматривать систему энергоснабжения объекта как автономную микросеть и на этой основе определять ее эффективность. В результате реализации данной идеи предложена модель автономной микросети с гибридным источником энергии для расчета единого показателя энергоэффективности объекта энергопотребления и разработана методика определения ее технических параметров. Структурная схема этой сети представлена на рис. 1 и 2.

Гибридный источник электрической и тепловой энергии состоит из двух видов источников энергии: невозобновляемых и возобновляемых. К невозобновляемым источникам энергии относятся сетевая (расчетная) электрическая (тепловая) станция, подведенная к территории предприятия, собственная электрическая (тепловая) станция предприятия, дизель-генераторы и т.д. Показатели электрического или теплового источника, подведенного к территории предприятия, определяются потребляемой электрической или тепловой энергией.

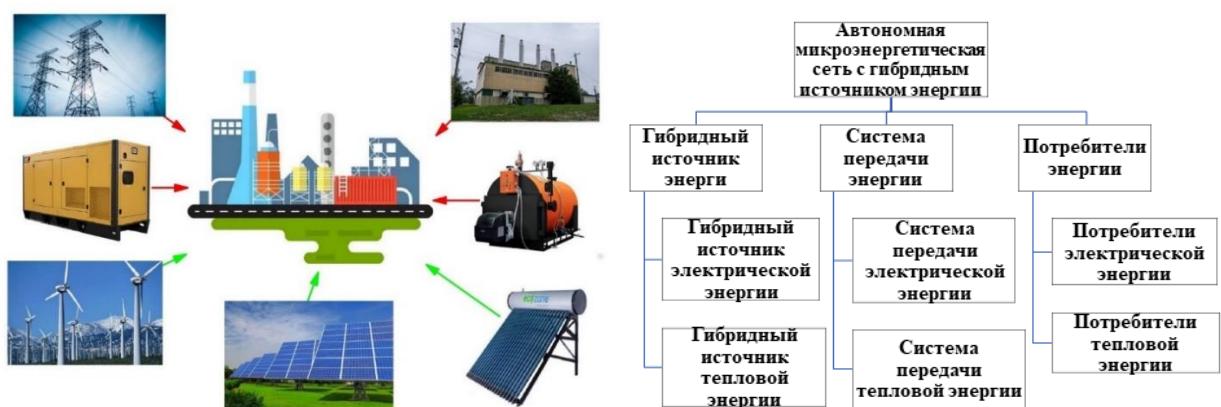
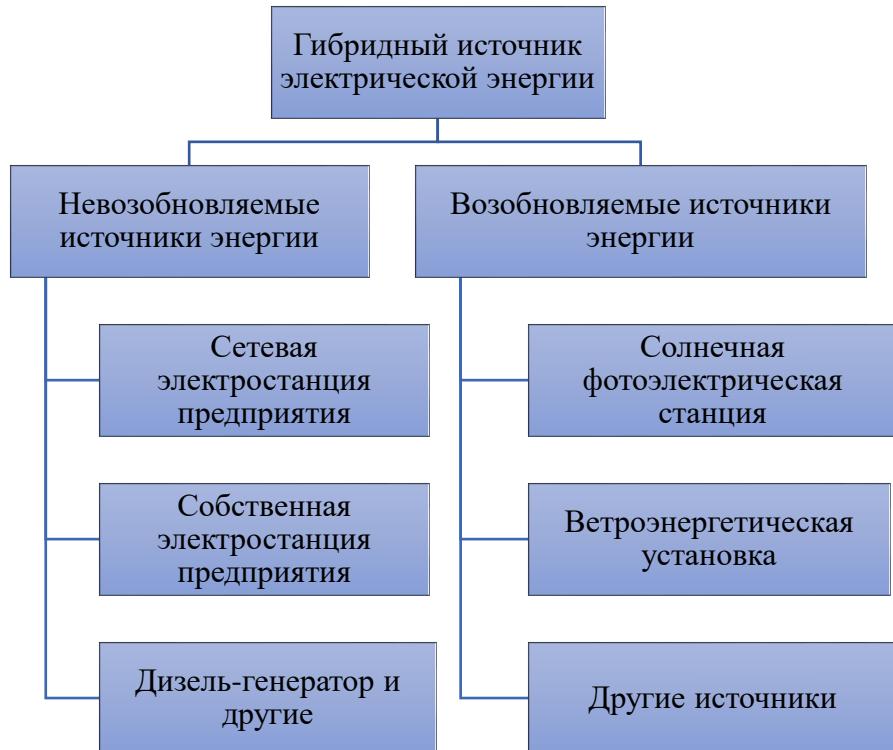


Рис. 1. Устройства структуры гибридного источника энергии объекта энергопотребления

То есть годовой объём энергии, вырабатываемой данным источником энергии, равна годовой энергии, потребляемой предприятием. При определении воздействия энергопотребления предприятия на окружающую среду учитывается только энергия, вырабатываемая источниками энергии с использованием энергетических ресурсов.



**Рис. 2. Конструктивные силовые устройства гибридного источника энергии**

Расход топлива при производстве электроэнергии, потребляемой в ОЭП, определяется количеством топлива, расходуемого на производство 1 кВтч электроэнергии -  $R_o$ , по следующему выражению:

$$R_o = \frac{R_{es}}{E} \quad (1)$$

где:  $R_{ec}$  – общий расход топлива на производство электроэнергии (например, ГДж или кг условного топлива);  $E$  – произведенная или потребленная электроэнергия (кВтч);  $R_o$  – количество топлива, используемого для производства единицы электроэнергии.

Если предприятие производит электроэнергию с использованием других видов невозобновляемых энергетических ресурсов, количество потребляемого топлива определяется аналогичным образом. В зависимости от видов используемого топлива рассчитываются вредные выбросы в окружающую среду.

Если предприятие получает тепловую энергию от внешней централизованной тепловой сети, то она, как и электрическая энергия, считается произведенной в котельной, расположенной на территории

предприятия. Расход топлива в этой котельной определяется количеством топлива, расходуемого на производство 1 кДж тепловой энергии, по формуле:

$$R_{is} = T_{ie} \cdot R_o \quad (2)$$

где:  $T_{ie}$  – годовая тепловая энергия, потребляемая предприятием, кДжл;  $R_o$  – количество топлива, расходуемого на производство единицы тепловой энергии, г/кДжл.

Расход топлива сетевого источника тепла, поставляемого предприятию, определяется исходя из количества топлива, израсходованного на выработку получаемой от него тепловой энергии.

Следующим шагом является определение количества вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду при производстве электроэнергии. Это количество определяется количеством вредных веществ, выделяемых при сжигании единицы топлива, по следующей формуле:

$$CO_2 = R_{sc} \cdot m_{CO2} \quad (3)$$

где:  $R_{sc}$  – количество топлива-ресурса, соответствующее годовой выработке электроэнергии предприятием, т.у.т.;  $m_{CO2}$  – количество вредных веществ, выделяющихся при сжигании единицы количества топлива.

Разработанная автономная микросетевая модель объекта энергопотребления позволяет не только комплексно оценить и классифицировать энергоэффективность существующих объектов, но и проектировать современные сети энергоснабжения в рамках установленных показателей энергоэффективности. Она позволяет объединить в данную модель все промышленные предприятия и рассчитать показатели энергоэффективности по единой методике, а на основе полученных результатов классифицировать отрасли экономики по уровню энергоэффективности. Полученные обобщенные показатели могут быть также использованы в энергетических исследованиях для комплексного изучения и выявления возможностей повышения энергоэффективности предприятия.

В настоящее время основным показателем энергоэффективности на производственных предприятиях является величина энергоемкости продукции, которая определяется из следующего выражения:

$$E_o = \frac{W'_{ЭЭ.e} + W'_{TЭ.e} + W'_{mon.e}}{P_e} \quad (4)$$

где:  $W'_{ЭЭ.e}, W'_{TЭ.e}, W'_{mon.e}$  – годовое количество потребленной электрической и тепловой энергии и других видов топлива (бензин, уголь и т.п.) соответственно, выраженное в условных топливных единицах.

Поскольку этот показатель не зависит от вида источника энергии и создаваемой в процессе производства добавленной стоимости, широко производится дешёвая продукция, загрязняющая окружающую среду. В

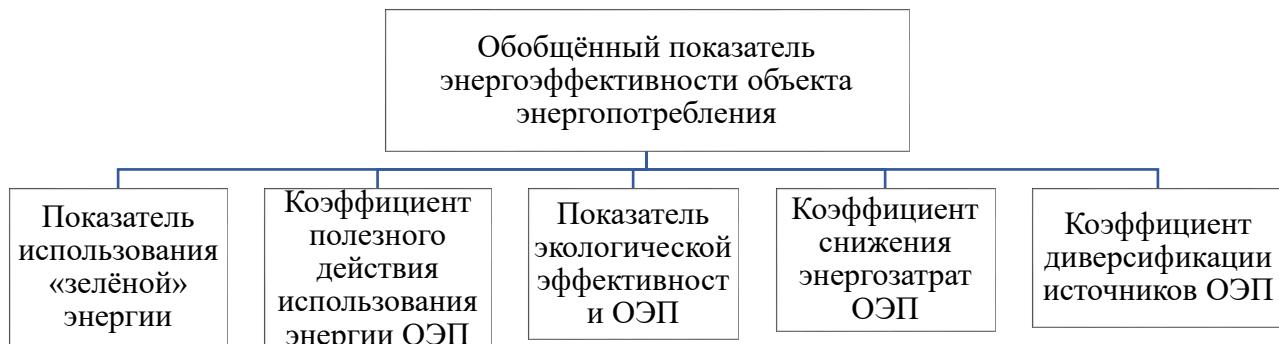
работе обоснованы преимущества использования обобщённого показателя (ОЭП), охватывающего все показатели энергоэффективности.

Определены и представлены в удобном для обобщения виде (в относительных единицах) величины, характеризующие эффективность элементов генерации, передачи и потребления энергии, входящих в состав автономной микросети. Все показатели направлены на определение эффективности использования ОЭП «зелёной» энергии и определяются исходя из требований к современной системе энергоснабжения.

В третьей главе диссертации **«Определение обобщенного показателя энергетической эффективности объекта энергопотребления»** при формировании обобщенных показателей эффективности объекта энергопотребления были учтены следующие требования, предъявляемые к современной энергетической системе, а именно:

- сокращение использования ископаемого топлива и энергоресурсов при производстве энергии и увеличение использования «зелёной» энергии;
- общий КПД источника энергии должен быть максимальным или потери при производстве энергии должны быть сведены к минимуму;
- индекс ущерба окружающей среде или воздействия на окружающую среду при производстве энергии должен быть минимальным;
- максимизация добавленной стоимости на единицу энергии при ее производстве;
- надежность энергоснабжения и диверсификация источников энергии.

Определены показатели энергоэффективности гибридного источника энергии, системы передачи энергии и процесса энергопотребления, соответствующие данным требованиям (рис. 3, таблица 1). Для объединения всех показателей энергоэффективности в единый показатель разработаны математические выражения, дающие их в безразмерном (относительном) виде.



**Рис. 3. Составляющие показатели обобщенного показателя эффективности использования «зелёной» энергии**

Таблица 1.

**Составляющие элементы автономной микрэнергетической сети с гибридным источником энергии для ОЭП**

№	Наименование показателя	Источник энергии	Передача энергии	Потребление энергии	Объект энергопотребления
1.	Показатель использования «зелёной» энергии	+	-	-	+
2.	КПД энергопотребления ОЭП	+	+	-	+
3.	Показатель экологической эффективности ОЭП	+	-	-	+
4.	Коэффициент снижения энергозатрат ЭПО	+	-	-	+
5.	Коэффициент диверсификации источников ОЭП	+	+	+	+
	Обобщенный показатель энергоэффективности	+	+	+	+

В соответствии с распределением, представленным в таблице 1, каждый показатель рассчитывался отдельно для источника, системы передачи и процесса потребления электрической и тепловой энергии. Для расчета обобщенных показателей энергоэффективности разработаны следующие формулы.

После проведения математических преобразований на всех этапах энергоснабжения в ЭИО составляющие коэффициенты обобщенного показателя эффективности представлены в окончательном виде ниже.

Показатель использования «зеленой» энергии определяется из следующего выражения:

$$K_{3.3.} = \frac{E_{3.3.}}{E_{3.3.} + E_T} \quad (5)$$

где:  $E_{3.3.}$  – объём потребленной энергии из «зелёных» источников, кВт·ч;

$E_T$  – объём потреблённой энергии из традиционных источников, кВт·ч.

При расчете полезной эффективности энергопотребления ОЭП учитываются только оплачиваемые потери в системе энергоснабжения, определяемые из следующего выражения:

$$K_\eta = \frac{E_{3.3.} + E_T}{E_{3.3.} + \frac{E_T}{\eta_i} + \Delta E_{nom}} \quad (6)$$

где:  $\Delta E_{nom}$  – объём оплаченных потерь энергии, кВт·ч;  $\eta_i$  – коэффициент полезного действия традиционных источников энергии.

Данный показатель используется только для определения эффективности использования «зелёной» энергии.

Показатель экологической эффективности энергопотребления ОЭП определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{еко}} = 1 - \frac{E_T \cdot K_{CO_2}}{(E_{3,3} + E_T) \cdot K_{угол}} \quad (7)$$

где:  $K_{CO_2}$  – значение эмиссионного фактора при сжигании различных видов топлива, кВт·ч/кг·СО<sub>2</sub><sub>экв</sub>;  $K_{угол}$  – значение эмиссионного фактора при сжигании угольного топлива, кВт·ч/кг·СО<sub>2</sub><sub>экв</sub>.

Применяемый в международной практике показатель воздействия на окружающую среду применительно к производству единицы продукции не использовался для обобщения, поскольку он мало изменяется при изменении мощности источника «зеленой» энергии в широких пределах.

Показатель экономической эффективности энергопотребления ОЭП определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{еко}} = 1 - \frac{P_{cp} \cdot T_{\max} \cdot C_3 + P_{3,3} \cdot (Z_{o,3,3} - W_{o,y} \cdot (C_3 + C_{o,еко}))}{P_{cp} \cdot T_{\max} \cdot C_3} \quad (8)$$

где:  $P_{cp}$  – средняя потребляемая мощность ОЭП, кВт;  $T_{\max}$  – годовое время работы ОЭП, ч;  $C_3$  – стоимость оплаты энергии, сум/ кВт·ч;  $P_{3,3}$  – установленная мощность «зелёного» источника энергии, кВт;  $C_{o,еко}$  – стоимость оплаты экологического ущерба, сум;  $W_{o,y}$  – годовой объём выработки энергии 1 кВт установленной мощности «зелёного» источника энергии, ч/год;  $Z_{o,3,3}$  – приведённые годовые капитальные и установочные затраты на 1 кВт мощности «зелёных» источников энергии, сум.

Коэффициент диверсификации энергопотребления ОЭП определяется из следующего выражения:

$$K_D = \frac{\sum_{i=1}^n P_i - P_{i,\max}}{P_{ec}} \quad (9)$$

где:  $n$  – количество источников энергии, шт.;  $P_i$  – номинальная мощность источника энергии или аккумуляторной установки, участвующего в энергопотреблении, кВт;  $P_{i,\max}$  – мощность источника энергии с максимальной мощностью, кВт;  $P_{ec}$  – среднегодовая потребляемая мощность ОЭП, кВт.

В теоретических исследованиях изучена динамика изменения предлагаемых показателей эффективности при поэтапном внедрении «зелёных» источников энергии в ОЭП. Теоретические исследования проведены на модели автономной микросети объекта энергопотребления мощностью 1000 кВт гибридных источников энергии. В работе проанализировано, как изменение установленной мощности «зелёных» источников энергии на объекте потребления отражается в разработанных коэффициентах. С использованием методов корреляционного анализа исследована зависимость показателей эффективности от изменения

мощности «зелёных» источников энергии.

В качестве «зеленого» источника энергии в исследовании рассматривалась солнечная электростанция и изучалась динамика влияния изменения ее установленной мощности на показатели энергоэффективности (таблица 2).

**Таблица 2**  
**Результаты корреляционного анализа показателей эффективности использования «зелёной» энергии**

P <sub>л</sub> , кВт	P <sub>вл</sub> , кВт	K <sub>з.з</sub>	K <sub>η</sub>	K <sub>Эко</sub>	K <sub>с.э.з</sub>	K <sub>д</sub>
1000	0	0	0	0,4	0,61	0
1000	100	100	0,08	0,42	0,64	0,1
1000	200	200	0,15	0,44	0,67	0,15
1000	300	300	0,23	0,46	0,70	0,23
1000	400	400	0,31	0,49	0,73	0,30
1000	500	500	0,39	0,52	0,76	0,38
1000	600	600	0,46	0,55	0,79	0,45
1000	700	700	0,54	0,58	0,82	0,53
1000	800	800	0,62	0,63	0,85	0,6
1000	900	900	0,70	0,67	0,88	0,68
1000	1000	1000	0,77	0,73	0,91	0,76
<b>Коэффициент корреляции-г</b>	<b>0,999</b>	<b>0,995</b>		<b>0,986</b>	<b>0,998</b>	<b>0,983</b>

По результатам корреляционного анализа количество показателей, порядок ранжирования и весовые коэффициенты были определены следующим образом:

Кривые, характеризующие влияние изменения мощности «зеленых» источников энергии на показатели в ОЭП, представлены на рис. 4. Снижение платежей за энергию в предлагаемой системе стимулирования в результате этих изменений показано на рис. 5.

$$K_{об} = \frac{5}{15} \cdot K_{з.з} + \frac{4}{15} \cdot K_{с.э.з} + \frac{3}{15} \cdot K_{\eta} + \frac{2}{15} \cdot K_{Эко} + \frac{1}{15} \cdot K_{д} \quad (10)$$

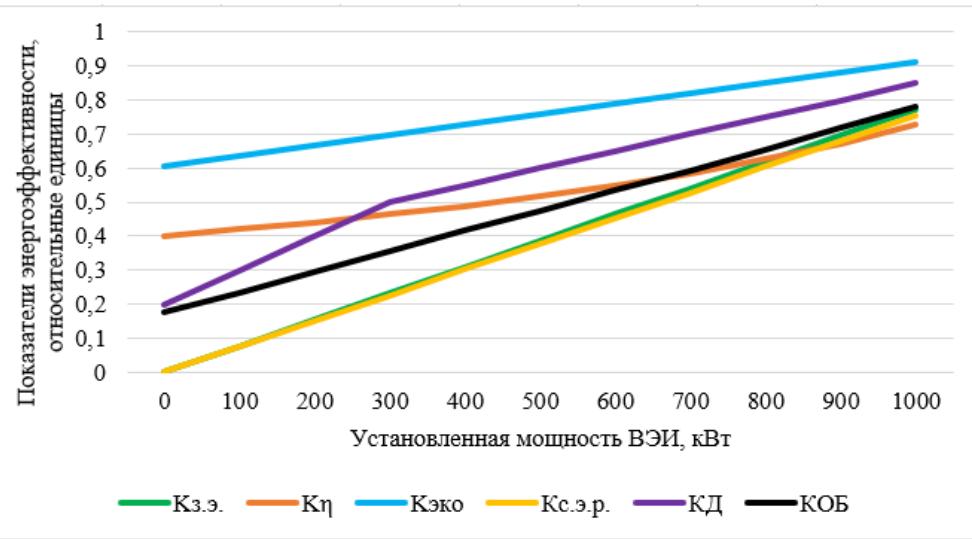
На основе выражения (10) проведено аналитическое исследование, позволяющее определить влияние установленных солнечных электростанций разной мощности на общие показатели энергоэффективности предприятия.

**Таблица 3**  
**Обобщённые показатели эффективности в аналитическом анализе**

P <sub>вэи</sub> , kW	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
K <sub>об</sub>	0,17	0,23	0,30	0,36	0,42	0,47	0,53	0,59	0,66	0,72	0,78

В результате использования таблиц 2 и 3 построены кривые, характеризующие влияние изменения мощности источников «зелёной»

энергии на показатели в ЭИО, представленные на рисунке 4.



**Рис. 4. Влияние «зеленых» источников энергии на показатели эффективности в ОЭП**

Результаты исследования представлены в таблице 3. В столбце 5 таблицы указаны штрафы, в столбце 6—скидки (субсидия). Итоговая экономическая эффективность представлена на Рис. 5.



**Рис. 5. Динамика влияния предлагаемой системы стимулирования на оплату за электроэнергию**

Если в ОЭП не использует «зелёные» источники энергии, то равен нулю будет только коэффициент использования «зелёной» энергии. Остальные коэффициенты эффективности могут быть увеличены другими способами. Поэтому данному коэффициенту был присвоен наибольший весовой коэффициент. Весовые коэффициенты рассчитывались на основе формулы Фишберна.

$$K_{mex} = \sum_{n=1}^n \alpha_i \cdot K_i \quad (11)$$

где: n – порядковый номер коэффициента эффективности ГИЭ АМЭС;  $\alpha_i$  – весовой коэффициент, определяющий уровень значимости показателя; i – порядковый номер в рейтинге коэффициента эффективности.

Данный коэффициент определяет текущее значение эффективности внедрения «зелёных» источников энергии в ОЭП. Для разработки системы стимулирования внедрения «зелёных» источников энергии определяется идеальный потребитель «зелёной энергии», т.е. на основе показателей объекта, энергопотребление которого на 100% обеспечивается за счёт «зелёных» источников энергии, и показателей объекта, не использующего «зелёную» энергию вообще.

Нормативное значение ОПЭ для определения порога стимулирования определяется с использованием нормативных значений показателей, если они существуют, или по среднему значению максимального и минимального значений данного показателя следующим образом:

$$K_{EIO.M} = \frac{K_{EIO.\max} - K_{EIO.\min}}{2} \quad (12)$$

Если текущее значение ОЭК меньше нормативного значения, начисляется штраф, а если больше нормативного значения, предоставляется скидка на оплату электроэнергии. Величина штрафа и скидки определяется по следующей формуле:

$$\Delta W_{int} = C_{ee} \cdot E_{kor} \cdot (K_{EIO.J} - K_{EIO.M}) \quad (13)$$

Результаты исследования представлены в таблице 4. В 7-м столбце таблицы указаны штрафные санкции, в 8-м — скидки (стимулы). Итоговая экономическая эффективность представлена на рисунке 5.

**Таблица 4**  
**Результаты применения поощрений и штрафов по изменению в счетах на оплату за электроэнергию показателя «зеленой» энергоэффективности**

K <sub>об</sub>	K <sub>ст</sub>	K <sub>разница</sub>	Energiya to'lovları, mln.sq.m	Платёж за традиционную энергию, млн. сум	Экономия на оплате за энергию, млн. сумов	Итоговые платежи за энергию, млн. сум	Сумма штрафа, млн. сум	Сумма льготы, млн. сум
0,17	0,475	-0,305	1980	1980	0	2583,9	-603,9	0
0,23	0,475	-0,245	1980	1827	153	2274,6	-447,6	0
0,3	0,475	-0,175	1980	1674	306	1967,0	-293,0	0
0,36	0,475	-0,115	1980	1521	459	1695,9	-174,9	0
0,42	0,475	-0,055	1980	1368	612	1443,2	-75,2	0
0,47	0,475	-0,005	1980	1215	765	1221,1	-6,1	0
0,53	0,475	0,055	1980	1062	918	1003,6	0	58,41
0,59	0,475	0,115	1980	909	1071	804,5	0	104,535
0,66	0,475	0,185	1980	756	1224	616,1	0	139,86
0,72	0,475	0,245	1980	603	1377	455,3	0	147,735
0,78	0,475	0,305	1980	450	1530	312,8	0	137,25

В четвёртой главе диссертации, называемой «Экспериментальные

исследования внедрения системы стимулирования на основе обобщенного показателя эффективности на объектах энергопотребления» разработаны принципы определения нормативного обобщенного показателя энергоэффективности и льгот или штрафов.

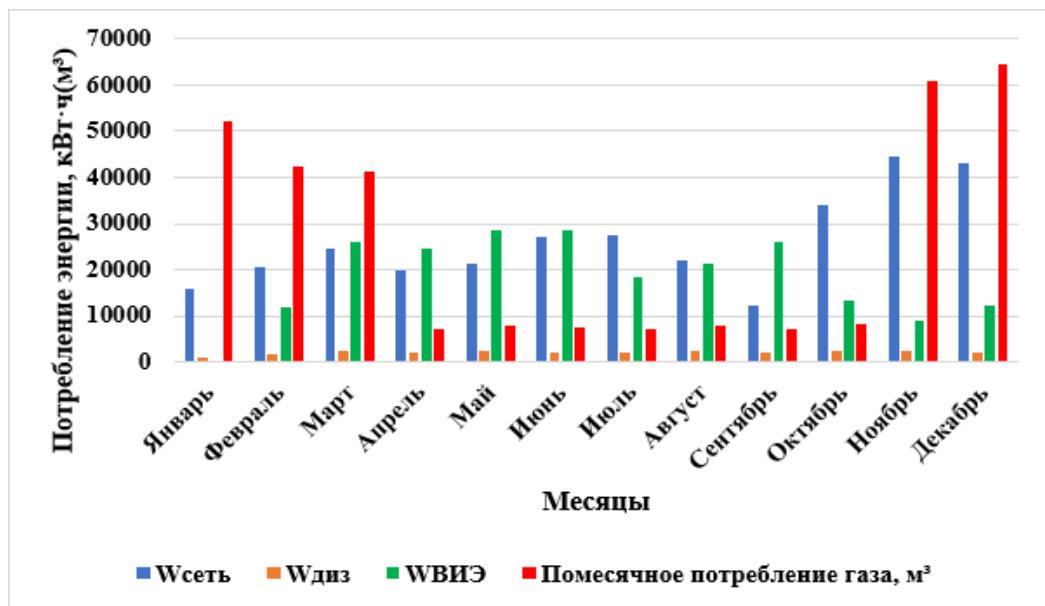


Рис. 6. Энергопотребление предприятия ООО «Bukhara Azteks» за 2023 год

Результаты обобщенных показателей энергоэффективности иностранного предприятия «Posco International Textile» и общества с ограниченной ответственностью «Bukhara Azteks» как объекта исследования представлены в таблице 5.

Таблица 5  
Результаты обобщенных показателей энергоэффективности в исследуемых объектах в разрезе случаев

Обобщенные показатели энергоэффективности	ИП «Posco International Textile»		ООО «Bukhara Azteks»	
	1 – вариант	2 – вариант	1 – вариант	2 – вариант
Коэффициент использования «зеленой» энергии ОЭП	0	0,012	0,07	0
Общая эффективность электростанций ОЭП	0,40	0,41	0,78	0,71
Показатель экологической эффективности ОЭП	0,61	0,62	0,80	0,77
Коэффициент снижения энергозатрат ОЭП	0	0,02	0,28	0
Коэффициент диверсификации ОЭП	0,012	0,012	0,76	0,76
Общий индекс энергоэффективности ОЭП	0,16	0,17	0,41	0,30

Значения весовых коэффициентов и ранговый порядок обобщенного показателя энергоэффективности были разработаны с учетом результатов корреляционного анализа. Результаты представлены в таблице 6.

**Таблица 6**  
**Величина стимулов и штрафов для объектов потребления энергии**

<b>Показатели энергопотребления</b>	<b>ИО «Posco International Textile»</b>		<b>ООО «Bukhara Azteks»</b>	
	1 – вариант	2 – вариант	1 – вариант	2 – вариант
Обобщённый показатель энергоэффективности	0,16	0,17	0,41	0,30
Нормативный обобщённый показатель энергоэффективности	0,39	0,39	0,32	0,32
Разница	-0,23	-0,22	0,09	-0,02
Оплата за энергию, млн. сумов	24483,75	24198,71	624,83	745,11
Размер дополнительного стимулирования, млн. сумов	-	-	56,23	-
Штраф, млн. сумов	5631,3	5323,7	-	14,9
Итоговая оплата, млн. сумов	30115,05	29807,45	568,6	730,21
Стоимость электроэнергии, потреблённой предприятием (рассчитанная ЭЭС), млн. сумов	-	282,86	114,65	-
Размер льгот, полученных по системе FiT, млн. сумов	-	34,813	74,216	
Годовая экономия, млн .сумов	-	317,7	245,1	-
Дополнительные капитальные затраты, млн. сумов	-	1349,825	1013,4 5	-
Срок окупаемости, лет	-	≈4,25	≈4,13	-

Срок окупаемости «зеленых» источников энергии при внедрении предлагаемого механизма стимулирования рассчитан методом чистой дисконтированной прибыли по формуле 14 и ставке дисконтирования 15%. Результаты представлены в таблице 7.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t - A_t}{(1+E)^t} - I_0 \quad (14)$$

**Таблица 7**  
**Показатели финансовой эффективности источников «зелёной» энергии, рассчитанные на основе метода чистой дисконтированной стоимости**

<b>Показатели</b>	<b>ИО «Posco International Textile»</b>	<b>ООО «Bukhara Azteks»</b>
Чистая приведенная стоимость [млн. сум]	73575000	41897684
Внутренняя норма доходности, %	94,8	96
Индекс рентабельности инвестиций	1,05	1,04
Статический срок окупаемости инвестиций, лет	5,32	5,4
Динамический срок окупаемости инвестиций, лет	11,3	11,8

**Таблица 8**

**Сравнительный анализ существующей и предлагаемой системы  
стимулирования энергопотребляющих объектов**

Показатели энергопотребления	Когда стимулы не вводятся		Когда вводится стимул	
	1 – вариант	2 – вариант	1 – вариант	2 – вариант
Энергия электросети, МВт·ч	313,356	533,406	313,356	533,406
Дизельный генератор, МВт·ч	24,36	24,36	24,36	24,36
ВИЭ электроэнергия, МВт·ч	220,050	0	220,050	0
Электроэнергия, МВт·ч	557,766	557,766	557,766	557,766
Индикатор использования «зеленой» энергии	0,07	0	0,07	0
КПД ОЭП	0,78	0,71	0,78	0,71
Показатель экологической эффективности	0,80	0,77	0,80	0,77
Коэффициент снижения энергозатрат ЭПО	0,28	0	0,28	0
Коэффициент диверсификации	0,76	0,76	0,76	0,76
Коэффициент ОЭК ОЭП	0,41	0,30	0,41	0,30
Стандартный коэффициент ОЭК	0,32	0,32	0,32	0,32
Платежи за электроэнергию, млн. сум	624,83	745,11	624,83	745,11
Выгода от системы FiT, млн. сумов	74,216	-	74,216	-
Неоплаченная стоимость ЭЭ, млн. сумов	114,65	-	114,65	-
Стоимость акции, млн. сум	-	-	56,23	-
Размер штрафа, млн. сум	-	-	-	14,9
Окончательный платеж, млн. сум	435,96	745,11	379,73	760,01
Годовой результат, млн. сум	188,86	-	245,1	-
Дополнительные капитальные вложения, млн. сум	1013,45	-	1013,45	-
Период покрытия, лет	5,37	-	≈4,13	-
10-летний экономический эффект, млн. сум	1888,6	-	2451	-

В соответствии с предлагаемым механизмом стимулирования «зеленой» энергетики на основе предлагаемых обобщенных показателей энергоэффективности ожидаемый экономический эффект для предприятия ООО «Bukhara Azteks» составляет 56234700 сум в льготном выражении, несмотря на то, что иностранная компания Posco International Textile была оштрафована, ожидаемый экономический эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий в ходе исследования составляет 38103282 сумов.

Приложения к диссертации включают в себя полные расчеты источника энергии, системы передачи энергии и процессов энергопотребления, аналитические исследования, отчет о внедрении и справку, а также паспорта программ для ЭВМ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенного исследования по теме «Усовершенствование стимулирования “зеленой” энергетики на объектах энергопотребления на основе обобщенного показателя энергоэффективности» сделаны следующие выводы:

1. Анализ реформ по переходу на «зеленую» энергетику в развитых зарубежных странах показал, что более эффективным является стимулирование всех потребителей путем внедрения системы стимулов и штрафных санкций, основанной на единых принципах и показателях, в основе которой лежит универсальный обобщенный показатель эффективности, состоящий из простых в использовании, измеримых показателей, имеющий единую и понятную методологию обобщения и применимый ко всем отраслям.

2. Предложена модель объекта энергопотребления в виде автономной микросети с гибридным источником энергии, охватывающим все источники энергии, позволяющая количественно оценить все преимущества использования «зеленой» энергетики, а также разработана методика определения ее технических параметров.

3. Разработан обобщенный показатель эффективности объекта энергопотребления, учитывающий воздействие гибридного источника энергии на окружающую среду.

4. Показатели эффективности, характеризующие преимущества использования «зеленой» энергии, разработаны с учетом требований к современной системе энергоснабжения и представлены в единой единице измерения.

5. Количество составляющих обобщенного показателя эффективности использования «зеленой» энергии, порядок ранжирования и значения весовых коэффициентов определялись на основе результатов корреляционного анализа зависимости составляющих показателей от мощности источников «зеленой» энергии и суммировались в единый показатель.

6. Разработаны математические основы системы стимулирования использования «зеленой» энергии на энергопотребляющих объектах на основе обобщенного показателя эффективности и научно обоснована эффективность ее внедрения на основе технико-экономических показателей.

7. Предложены математические выражения, обеспечивающие определение поощрений и штрафных санкций для энергоемких объектов пропорционально показателям их энергоэффективности.

8. Разработанный обобщенный индекс энергоэффективности позволяет проводить сравнение и ранжирование промышленных предприятий по отраслям экономики по индексу энергоэффективности и выявляет дополнительные возможности энергосбережения на предприятиях.

9. Рекомендованные механизмы стимулирования на основе обобщенных показателей режимов потребления электроэнергии ускорят переход к «зеленой» энергетике и позволяют проводить экспрессную комплексную оценку эффективности использования электроэнергии.

10. Определено, что при внедрении предлагаемого механизма стимулирования ООО «Bukhara Azteks» в результате применения стимула получит дополнительную выгоду в размере 56234700 сумов, ИО «Posco International Textile» получит дополнительный штраф, а реализация энергосберегающих мероприятий позволит получить годовой экономический эффект в размере 38103282 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/27.09.2024.T.101.05**  
**WARDING ACADEMIC DEGREES AT THE BUKHARA STATE**  
**TECHNICAL UNIVERSITY**  
**BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

---

**GAFUROV MIRZOHID ORIFOVICH**

**IMPROVEMENT OF GREEN ENERGY STIMULATION AT  
ENERGY CONSUMPTION OBJECTS BASED ON THE GENERALIZED  
ENERGY EFFICIENCY INDICATOR**

**05.05.01 - Energy systems and complexes**

**ABSTRACT OF DOCTOR OF DISSERTATION (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Bukhara – 2025.**

The theme of doctoral dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the republic of Uzbekistan on the B2025.1.PhD/T5367.

The doctoral thesis has been prepared at the Bukhara state technical university.

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the website of the Scientific counsil ([www.bstu.uz](http://www.bstu.uz)) and on Information-educational portal «ZiyoNet» at the adress ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

Scientific consultant:

**Sadullaev Nasillo Nematovich**  
Doctor of Technical Sciences, professor.

Official opponents:

**Kadirov Kamoliddin Shukhratovich**  
Doctor of Technical Sciences, senior researcher.

**Usmonov Shukrillo Yulbarsovich**

Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, associate professor.

Leading organization:

**Navoi State University of Mining and Technologies**

The defense of the dissertation will take place 2025 at "25" 10 at a meeting of the Scientific council number PhD.03/27.09.2024.T.101.05 at the Bukhara state technical university. (Address: 200100, Bukhara, st. K. Murtazaev, 15. Phone: (99865) 223-78-84, fax: (99865) 223-78-84, e-mail: [bsti\\_info@edu.uz](mailto:bsti_info@edu.uz))

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information resource center of the Bukhara state technical university (registered with №44). Address: 200100, r. Bukhara, st. K. Murtazaev, 15. Tel: (99865) 223-78-84, fax: (99865) 223-78-84, e-mail: [bsti\\_info@edu.uz](mailto:bsti_info@edu.uz).)

Abstract of dissertation was sent 2025 year at "08" 10.

(register of the distribution protocol № 2 from 2025 year at "08" 10.)



**A.I. Karshibaev**

Chairman of scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**U.K. Mirhanov**

Secretary of the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of philosophy (PhD) of technical sciences

**K.A. Samiyev**

Chairman of the scientific seminar under the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## **INTRODUCTION (Abstract of Phd dissertation)**

**The aim of the research work** is to improve the system of promoting the use of “green” energy in energy-consuming facilities on the basis of developing a single generalized energy efficiency indicator that enables a comprehensive assessment of the efficiency of “green” energy use.

**The tasks of the research:**

based on the analysis of achievements in the use of “green” energy in developed countries, to identify the prospects and opportunities for the use of “green” energy in Uzbekistan;

based on the analysis of research on the creation of a generalized efficiency indicator for energy use, to determine the components of a single indicator defining its effectiveness;

development of a model of an autonomous microgrid with hybrid energy sources that allows comprehensive assessment of the efficiency of “green” energy use in energy consumption object;

to elaborate the number, consumption sequence, and weighting coefficient indicators of the generalized efficiency indicator based on the dependence of “green” energy sources on capacity;

to scientifically substantiate the introduction of a system to promote the use of “green” energy in energy-consuming facilities on the basis of the generalized efficiency indicator and to determine its techno-economic parameters;

**The object of the research work.** Energy consumption facilities where green energy sources are installed, as well as the regulatory legal documents governing the promotion of green energy use.

**The subject of the research work.** Efficiency indicators of green energy use, methods for improving these indicators, and the enhancement of the incentive system.

**Scientific novelty of the research work** is as follows:

a model of an autonomous microgrid with hybrid energy sources has been developed, taking into account energy sources in the use of “green” energy in energy consumption object;

a generalized efficiency indicator that allows evaluation of the hybrid energy source considering its environmental impact has been developed;

efficiency indicators characterizing the advantages of using “green” energy, based on the requirements of modern energy supply systems, have been developed;

the number, consumption sequence, and weighting coefficient indicators of the components of the generalized efficiency indicator have been developed based on the dependence of “green” energy sources on capacity;

a mathematical model of a promotion system for the use of “green” energy in energy-consuming facilities, based on generalized efficiency indicators, has been developed.

**Implementation of the research results.** Based on the results of scientific research on increasing the efficiency of introducing "green" energy at energy-intensive facilities based on a generalized energy efficiency indicator:

Use of "green" energy A computer program created on the basis of a mathematical model and a universal algorithm has been implemented at Bukhara Azteks LLC, which allows determining a generalized energy efficiency indicator at enterprises (Certificate of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan dated May 21, 2025 No. 04-13-2757). As a result, when implementing the proposed methodology for stimulating "green" energy, Bukhara Azteks LLC will receive a benefit in the amount of 56234700 (fifty-six million two hundred thirty-four thousand seven hundred) soums;

An analysis of the composition of flue gases from steam and heating boilers at the foreign enterprises LLC "Bukhara Azteks" and Posco International Textile was carried out using a Testo 320 gas analyzer. According to the proposed methodology, the environmental efficiency of these enterprises was assessed, and the oxygen content in the flue gases was optimized. As a result, the annual savings of natural gas amounted to 5,204 m<sup>3</sup> and 2,642 m<sup>3</sup>, respectively.

**Structure and scope of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 116 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I bo'lim (I часть; part I)**

1. N.N. Sadullayev, M.O. G'afurov. Sanoat korxonasining kompleks energiya samaradorlik ko'rsatkichini aniqlash// "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy – texnikaviy jurnal. – Buxoro, 2023. –№2 124-128 b (05.00.00. № 24).
2. N.N. Sadullaev, M.O. Gafurov. Development of more effective principles of subsidizing the population in need of social protection// International Journal of Scientific Engineering and Research. – India, 2023.–Vol.11. Issue 7. – Pp. 362-367 (ResearchBib. № 14).
3. N.N. Sadullaev, M.O. Gafurov. Determining the generalized efficiency index of the hybrid energy source energy consumption object // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, 2023.–Vol.10. Issue 8. – Pp. 20929-20934 (05.00.00. № 8).
4. N.N. Sadullayev, Sh.N. Nematov, M.O. G'afurov. Xorijiy davlatlar tahlili asosida O'zbekistonda elektr energiyasi narxlarini aniqlash // "Fan va texnologiyalar taraqqiyoti" ilmiy – texnikaviy jurnal. – Buxoro, 2023. –№4 127-131 b (05.00.00. № 24).
5. N.N. Sadullayev, R.A. Sultonov, M.O. G'afurov. Sanoatda energiya samaradorlikni oshirishga rag'batlantirishni umumlashgan samaradorlik ko'rsatkichi asosida tashkil etish // Farg'ona politexnika instituti ilmiy–texnika jurnali. – Farg'ona, 2024 y. – Maxsus son (№18)–112-122 b. (05.00.00. № 20).
6. N.N. Sadullayev, M.O. G'afurov, Z.N. Nematova. O'zbekistonda elektr energiyasi narxlarini oshirish va tabaqalashtirilgan ta'rifni joriy etishga oid tahliliy xulosalalar // Farg'ona politexnika instituti ilmiy–texnika jurnali. – Farg'ona, 2024 y. – Maxsus son (№10). –86-90 b. (05.00.00. № 20).
7. N.N. Sadullayev, M.O. G'afurov. Umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichi orqali "yashil energetika"ni rag'batlantirish// Energiya va resurs tejash muammolari jurnali. –Toshkent 2025 y, Maxsus son (№88) – 398-401 b. (05.00.00. № 21).
8. N.N. Sadullayev, M.O. G'afurov. Energiya iste'moli obyektini umumlashgan energiya samaradorlik ko'rsatkichini aniqlashning analitik tadqiqoti// Energiya va resurs tejash muammolari jurnali. –Toshkent №4/2025, – 206-212 b. (05.00.00. № 21).

**II bo'lim (II часть; part II)**

9. М.О. Гафуров. Основные меры энергосбережения на промышленных предприятиях и их эффективность // Universium: технические науки. – Москва, 2019 г. – Выпуск: 12(69). – С 70-73.
10. M.O. Gafurov, KН. Oktamov, Y. Akiyev, A.O. Avezov. Methodology for calculating the generalized efficiency of the energy supply system of industrial

enterprises // International Journal of Academic Multidisciplinary Research. – Washington 2020 .–Vol.4. Issue 4. – Pp. 104-108.

11. M.O. G‘afurov. Elektr energiya samaradorligini oshirish orqali issiqxona gazlari tarkibini kamaytirish // “Sanoat injeneriyasining dolzARB muammolari” mavzusida Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. O‘zbekiston Respublikasi Buxoro 2021-yil, 21-dekabr, 505-506 b.

12. M.O. G‘afurov. Sement ishlab chiqarish jarayonida qo‘llaniladigan elektr motorlar samaradorligini oshirish tahlili // Образование и наука в XXI веке. – Москва, 2022 г. – Выпуск: 24. – С 1415-1418.

13. M.O. Gafurov. Qishloq xo‘jaligi va oziq - ovqat ishlab chiqarish korxonalarida isitish va havo almashtirish tizimlarida energiya samaradorligini oshirish // International Conference on Developments in Education, June 2022. Turkey 2022. P 192-194.

14. Н.Н. Садуллаев, М.О. Гафуров. Повышение энергоэффективности и надежности электроснабжения малых предприятий // Актуальные проблемы энергетики в условиях цифровизации экономики материалы международной научно практической конференции. – Бухара, 24-26 ноября 2022 г. С 88-90.

15. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. Sanoat korxonalarida qo‘llaniladigan elektr motorlar dolzarblik koeffitsiyentini aniqlash // “Iqtisodiyotni raqamlashtirish sharoitlarida eneretikaning dolzARB muammolari” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami. Buxoro 2022. 381-384 b.

16. N.N. Sadullaev, M.O. Gafurov. Determination of the complex energy efficiency indicator of an industrial enterprise // Computer Integrated Manufacturing Systems. Volume 28, China. 2023. DOI: 10.24297/j.cims.2022.11.063

17. N.N. Sadullaev, M.O. Gafurov. Assessment of the impact of the industrial enterprise on the environment by determining the integrated (generalized) energy efficiency performance indicator // VIII International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development, E3S Web of Conferences. Volume 390, 06018 (2023) <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/202339006018>

18. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. Gibrid energiya manbali energiya iste’moli obyektini umumlashgan samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlash // “Muqobil energetika” ilmiy-texnik jurnali. – №2, Qarshi. 2023, 35 – 40 b.

19. M.O. Gafurov, F.R. Qayimov. Analysis of electrical efficiency of the enterprise’s power supply system // Galaxy International Interdisciplinary Research Journal (GIIRJ) ISSN (E): – Vol. 11, Issue 09, Sep. 2023 India. P 362-367.

20. M.O. Gafurov, F.R. Qayimov. Existing ways to increase energy efficiency in industrial enterprises // Proceedings of International Conference on Educational Discoveries and Humanities Hosted online from Plano, Texas, USA. Date: 1st October, 2023. P. 37-44

21. M.O. Gafurov, F.R. Qayimov. Use of generalized indicators of electricity consumption in the energy management service of the enterprise // Proceedings of

22. М.О. Гафуров. Рекомендации по устранению дефицита электроэнергии в Узбекистане на основе опыта развитых зарубежных стран // Miasto Przyszłości, Vol. 41 Polsha. (2023), P. 241-246.

23. М.О. G‘afurov. Energiya iste‘moli obyektlarida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etishning ekologik ahamiyati // Sanoat va qishloq xo‘jalik tarmoqlarida ekologiya va mehnat muhofazasi muammolari, respublika ilmiy – amaliy anjumani, Buxoro. 19-20 oktabr, 2023-yil, 241-243 b.

24. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. Gibrid energiya manbasining ekologik ta’sir indeksini aniqlash // “Kelajak samarali energetikasi: muammolar va yechimlari” xalqaro ilmiy – texnik anjumani, Farg‘ona. 14-15 dekabr, 2023-yil, 481-484 b.

25. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov, Z.N. Nematova. “Yashil energetika”ni rivojlantirishni rag‘batlantirishning me’yoriy ko‘rsatkichlarini ishlab chiqish // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot jurnali, iyun-iyul. Toshkent. Maxsus son. 2024-yil, 99-107 b.

26. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. O‘zbekistonda elektr energiyasidan foydalanish samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar tahlili // “Professor T.S. Kamalov tavalludining 90 yilligiga bag‘ishlangan ‘Energetika va energiya tejash muammolari’” respublika ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent: 13-14 may 2025-yil, 481-484 b.

27. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. Energiya iste‘moli obyektini umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlashning analitik tadqiqoti// V Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы системы электроснабжения» (посвящается 80-летнему юбилею академика Каҳрамона рахимовича Аллаева). Ташкент: ТашГТУ им. Ислама Каримова, 2025. Стр. 47-52.

28. M.O. G‘afurov. Donni qayta ishlash korxonalaridagi tegirmon elektr yuritmalari asinxron motorlarini energiya samaradorligini aniqlash metodikasining dasturiy ta’minoti hisoblash dasturi // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi 21.10.2022 y. ro‘yxatdan o‘tkazilgan. № DGU 19436

29. M.O. G‘afurov. Energiya iste‘moli obyektida energiyani uzatish tiziminining samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlash metodikasining dasturiy ta’minoti hisoblash dasturi // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi 12.12.2023 y. ro‘yxatdan o‘tkazilgan. № DGU 31456

30. N.N. Sadullayev, M.O. G‘afurov. Energiya iste‘moli obyektining umumlashgan energiya samaradorlik ko‘rsatkichini aniqlash metodikasining dasturiy ta’minoti hisoblash dasturi // O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligi 05.02.2024 y. ro‘yxatdan o‘tkazilgan. № DGU 31456

Avtoreferat “Durdona” nashriyotida tahrirdan o‘tkazildi  
hamda o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 8.10.2025 Bichimi: 60x84 1/16.  
“Times New Roman” garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i: 3,5. Adadi 100. Buyurtma № 272.  
Guvohnoma AI №178.08.12.2010

“Sadriddin Salim Buxoriy” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.  
Buxoro shahri, M. Iqbol ko‘chasi, 11-uy. Tel.: 65 221-26-45



