

SANOAT KORXONALARIDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA LOYIHALARINI AMALGA OSHIRISHDA UGLEROD EMISSİYALARINI QISQARTIRISHNING IQTISODIY QIYMATINI BAHOLASH

Ismoilov Azamatbek Ro'zimaxmatovich

Kasaba uyushmasi qo'mitasi raisi
Alfraganus universiteti

Annotatsiya

Maqolada sanoat korxonalarida qayta tiklanuvchi energiya loyihalari natijasida oldi olingan uglerod chiqindilarining iqtisodiy qiymatini baholash masalasi o'rganildi. Uglerodning ijtimoiy narxi, chegaraviy qisqartirish xarajatlari egri chiziqlari va uglerodga narx belgilash nazariyalari umumlashtirildi. Oldi olingan chiqindilar hajmini tarmoq emissiya koeffitsiyenti orqali aniqlovchi va ularning qiymatini diskontlangan narx ssenariylari bo'yicha hisoblovchi ikki bosqichli baholash modeli taklif etildi. Xalqaro moliya institutlari, Xalqaro energetika agentligi va Jahon banki ma'lumotlari asosida 1 MVt quvvatli tom usti quyosh stansiyasi misolida illyustrativ hisob-kitob bajarildi. Stansiya yiliga taxminan 781 tonna CO₂ ajralishining oldini olishi, uning yigirma besh yillik iqlimiy qiymati narx ssenariysiga qarab 0,2 mln dan 2,4 mln AQSh dollarigacha bo'lishi aniqlandi. Qisqartirish xarajati manfiy chiqib, loyiha korxona uchun ham, jamiyat uchun ham foydali ekani asoslandi. Natijalar asosida korxonalarda ichki uglerod narxini joriy etish bo'yicha takliflar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: uglerod emissiyalari, uglerodning ijtimoiy narxi, tarmoq emissiya koeffitsiyenti, qayta tiklanuvchi energiya, sanoat korxonalari, qisqartirish xarajati, ichki uglerod narxi

Аннотация

В статье исследована проблема оценки экономической ценности предотвращенных углеродных выбросов в результате реализации проектов возобновляемой энергетики на промышленных предприятиях. Обобщены теории социальной стоимости углерода, кривых предельных затрат на сокращение выбросов и углеродного ценообразования. Предложена двухэтапная модель оценки, определяющая объем предотвращенных выбросов через сетевой коэффициент эмиссии и рассчитывающая их стоимость по дисконтированным ценовым сценариям. На основе данных международных финансовых институтов, Международного энергетического агентства и Всемирного банка выполнен иллюстративный расчет для крышной солнечной станции мощностью 1 МВт. Установлено, что станция ежегодно предотвращала бы около 781 тонны выбросов CO₂, а климатическая ценность за двадцать пять лет составила бы от 0,2 до 2,4 млн долларов США в зависимости от ценового сценария. Отрицательные затраты на сокращение выбросов подтвердили выгодность проекта для предприятия и общества. Разработаны предложения по внедрению внутренней цены на углерод на предприятиях.

Ключевые слова: углеродные выбросы, социальная стоимость углерода, сетевой коэффициент эмиссии, возобновляемая энергетика, промышленные предприятия, затраты на сокращение выбросов, внутренняя цена углерода

Abstract

The article examined how the economic value of carbon emissions avoided by renewable energy projects at industrial enterprises could be assessed. Theories of the social cost of carbon, marginal abatement cost curves and carbon pricing were synthesised. A two-stage model was proposed in which avoided emissions were derived from the grid emission factor and valued under discounted carbon price scenarios. Using data from international financial institutions, the International Energy Agency and the World Bank, an illustrative calculation was performed for a 1 MW rooftop solar plant. The plant avoided about 781 tonnes of CO₂ per year, and its twenty-five-year climate value ranged from 0.2 to 2.4 million US dollars. A negative abatement cost confirmed benefits for both the enterprise and society. Proposals on internal carbon pricing were developed.

Keywords: carbon emissions, social cost of carbon, grid emission factor, renewable energy, industrial enterprises, abatement cost, internal carbon price

KIRISH

Iqtisodiy nazariyada issiqxona gazlari chiqindilari bozor narxida aks etmaydigan salbiy tashqi samaraning klassik namunasi sifatida qoraladi. Yoqilg'ı yoqib elektr energiyasi ishlab chiqargan korxona o'z xarajatlarini to'liq hisobga olgan holda ham atmosferaga chiqarilgan har bir tonna karbonat angidrid keltiradigan iqlimiy zararni o'z balansiga kiritmaydi va natijada iqtisodiyotda uglerodga intensiv texnologiyalar nisbatan arzon ko'rinadi. Pigu an'anasiga tayangan iqtisodchilar bu nomuvofiqlikni bartaraf etish uchun zararning pul ifodasini topish va uni narx signaliga aylantirishni taklif qilgan. V. Nordxaus integrallashgan iqlim-iqtisodiyot modeli yordamida uglerodning ijtimoiy narxini qayta baholab, 2015-yil uchun bir tonna CO₂ chiqindisi keltiradigan zararni 2010-yil narxlarida 31 AQSh dollari darajasida aniqlagan [1]. Keyinroq K. Rennert va hammualliflari demografik prognozlar, zarar funksiyalari va diskontlashning zamonaviy dalillarini birlashtirib, ushbu ko'rsatkichning o'rtacha qiymatini 2 foizli diskont stavkasida 185 AQSh dollariga yetkazgan [2]. Ikki baho o'rtasidagi tafovut iqlimiy zararni o'lchashda metodologik tanlovlar, eng avvalo diskont stavkasi, hal qiluvchi o'rin tutishini ko'rsatadi.

Iqlim siyosatining iqtisodiy vositalari to'g'risidagi nazariya narx va miqdor mexanizmlarining qiyosiy afzalliklarini aniqlashdan boshlangan. M. Veytsman noaniqlik sharoitida soliq yoki narx orqali tartibga solish va miqdoriy limit belgilash turli natija berishini isbotlab, foyda va xarajat funksiyalarining egriligi qaysi vositani tanlashni belgilashini ko'rsatgan [3]. Bu g'oya keyinchalik uglerod soliqlari va emissiya savdosi tizimlarining nazariy poydevoriga aylangan. Jahon banki hisobotiga ko'ra, 2023-yilda dunyoda 75 ta uglerodga narx belgilash instrumenti amal qilgan, ular global chiqindilarning qariyb 24 foizini qamrab olgan va 104 mlrd AQSh dollari daromad keltirgan [4]. Mazkur tajriba oldi olingan chiqindini o'lchanadigan va baholanadigan iqtisodiy ne'matga aylantirdi, korxona darajasida esa qayta tiklanuvchi energiyaga investitsiyani faqat energiya tejash emas, balki iqlimiy qiymat yaratish vositasi sifatida ko'rish imkonini berdi.

O'zbekistonda iqlim va energetika siyosati ushbu nazariy yondashuvlar bilan uyg'un tarzda rivojlanmoqda. 2019-2030-yillar davrida "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasi 2030-yilga qadar yalpi ichki mahsulot birligiga to'g'ri keladigan issiqxona gazlari solishtirma chiqindilarini 2010-yil darajasidan 10 foizga kamaytirishni belgilagan [5]. 2022-yilda qabul qilingan qaror bu mo'ljalni 35 foizgacha kuchaytirib, qayta tiklanuvchi manbalar quvvatini 15 GVt ga yetkazish va sanoatda energiya samaradorligini kamida 20 foizga oshirish vazifalarini qo'ydi [6]. 2023-yilgi qarorda yil davomida 4 300 MVt qayta tiklanuvchi quvvatni ishga tushirish, shu jumladan tadbirkorlar tomonidan 550 MVt kichik fotoelektr stansiyalarini barpo etish nazarda tutilib, quvvati 100 kVt gacha bo'lgan qurilmalar uchun soliq imtiyozlari joriy qilindi [7]. Shunday qilib, sanoat korxonalarining o'z ehtiyoji uchun qurayotgan quyosh va shamol qurilmalari milliy iqlim maqsadlariga erishishning bevosita vositasiga aylanmoqda.

Nazariy asoslar va islohotlar yo'nalishi bir masalani oydinlashtirishni taqozo etadi: korxona qayta tiklanuvchi energiya loyihasini baholayotganda oldi olingan chiqindilarning iqtisodiy qiymatini qanday aniqlashi va bu qiymatni investitsion qarorga qanday kiritishi lozim. Maqolaning maqsadi sanoat korxonalarida qayta tiklanuvchi energiya loyihalari orqali qisqartirilgan uglerod chiqindilarining iqtisodiy qiymatini baholashning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Maqsadga erishish uchun uglerodni baholash nazariyalarini tizimlashtirish, oldi olingan chiqindilar va ularning qiymatini hisoblash modelini shakllantirish, O'zbekiston sharoitiga mos parametrlar bazasini tuzish hamda illyustrativ loyiha misolida narx ssenariylari bo'yicha hisob-kitob bajarish vazifalari qo'yildi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Oldi olingan chiqindilarni o'lchash bo'yicha tadqiqotlar qayta tiklanuvchi manba qaysi elektr stansiyasining ishlab chiqarishini siqib chiqarishiga e'tibor qaratadi. J. Kallen shamol elektr stansiyalarining ishlab chiqarishi soatbay ma'lumotlar asosida qaysi an'anaviy bloklarning yuklamasini kamaytirishini ekonometrik usulda aniqlagan va ekologik foyda tizimdagi chegaraviy stansiyaning yoqilg'i turiga kuchli bog'liq ekanini ko'rsatgan [8]. K. Siler-Evans, I. Azevedo va M. G. Morgan AQSh energotizimi uchun chegaraviy emissiya koeffitsiyentlarini hisoblab, ular o'rtacha koeffitsiyentlardan sezilarli farq qilishini va kun vaqti hamda mavsumga qarab o'zgarishini aniqlagan [9]. D. Kallavey, M. Fauli va G. Makkormik esa bir xil quvvatdagi qayta tiklanuvchi loyiha joylashuviga qarab turlicha ijtimoiy qiymat yaratishini, chunki uning ishlab chiqarish profili turli stansiyalar bilan to'qnashishini isbotlagan [10]. Ushbu ishlar oldi olingan chiqindini hisoblashda tarmoqning o'rtacha emas, balki chegaraviy xususiyatlarini aks ettiruvchi koeffitsiyentdan foydalanish zarurligini asoslab berdi.

Amaliyotda chegaraviy koeffitsiyentlarni har bir loyiha uchun alohida hisoblash ma'lumot cheklovlari tufayli murakkab bo'lgani sababli xalqaro moliya institutlari kelishilgan standart koeffitsiyentlar to'plamini ishlab chiqqan. Ularning texnik ishchi guruhi tomonidan e'lon qilingan ma'lumotlar bazasida har bir mamlakat uchun qurilish va ishlash chegarasini birlashtiruvchi qiymatlar quyosh va shamol kabi o'zgaruvchan

manbalar hamda gidroenergetika kabi barqaror manbalar uchun alohida keltirilgan [11]. Bu yondashuv turli banklar moliyalashtirgan loyihalar natijalarini taqqoslanadigan qiladi va milliy statistika rivojlanayotgan mamlakatlarda loyihani baholashning shaffof asosini yaratadi.

Qisqartirish xarajatlari bo'yicha adabiyot texnologiyalarni bir tonna oldi olingan chiqindiga to'g'ri keladigan qo'shimcha xarajat bo'yicha saralashga asoslanadi. F. Kesiki va P. Ekins chegaraviy qisqartirish xarajatlari egri chiziqlari siyosatchilar uchun qulay vosita bo'lsa-da, ularda manfiy xarajatli variantlar, texnologiyalar o'zaro ta'siri va noaniqlik soddalashtirilishi mumkinligini ko'rsatib, ulardan ehtiyotkorlik bilan foydalanishni tavsiya etgan [12]. K. Gillingem va J. Stok statik qisqartirish xarajati va dinamik xarajat o'rtasidagi farqni ochib bergan: o'quv egri chizig'i orqali texnologiya narxini pasaytiradigan bugungi investitsiya statik hisobda qimmat ko'ringan bo'lsa ham, uzoq muddatda tejamkor bo'lishi mumkin [13]. Ushbu xulosa qayta tiklanuvchi energiyaga sanoat investitsiyalarining ijtimoiy qiymatini baholashda qisqa muddatli ko'rsatkichlar bilan cheklanib qolmaslik kerakligini anglatadi.

Qayta tiklanuvchi elektr energiyasining xususiy va ijtimoiy iqtisodiyotini ajratib ko'rsatish S. Borensteyn ishlarida chuqur yoritilgan. U loyihaning jamiyat uchun qiymati tejalgan yoqilg'i va oldi olingan ifloslanish zararidan iboratligini, bu qiymat esa elektr energiyasi qaysi soatda va qaysi joyda ishlab chiqarilishiga bog'liqligini qayd etgan [14]. Adabiyotlar sharhi uchta umumiy xulosaga olib keladi. Birinchidan, oldi olingan chiqindi hajmi tarmoqning emissiya xususiyatlari orqali aniqlanadi. Ikkinchidan, uning pul qiymati yagona narx bilan emas, balki bozor narxi, ijtimoiy narx va siyosiy mo'ljallarga asoslangan narxlar oralig'ida baholanishi lozim. Uchinchidan, korxona darajasidagi qaror va jamiyat darajasidagi qiymatni bog'lovchi uslubiy model rivojlanayotgan mamlakatlarning sanoat korxonalari uchun hali yetarli ishlab chiqilmagan, maqolada aynan shu bo'shliqni to'ldirishga harakat qilindi.

METODOLOGIYA

Tadqiqot xarajat va foyda tahlili hamda iqlimiy zararni baholash yondashuvlarini birlashtirgan holda ikki bosqichli model asosida olib borildi. Birinchi bosqichda qayta tiklanuvchi energiya qurilmasi ishlab chiqargan va korxona yoki tarmoq iste'molini qoplagan elektr energiyasi hajmi tarmoq emissiya koeffitsiyentiga ko'paytirilib, oldi olingan chiqindilar aniqlandi. Ikkinchi bosqichda bu hajm uglerod narxining turli ssenariylari bo'yicha pul ifodasiga keltirildi va loyihaning xizmat muddati davomida diskontlandi. Model parametrlari xalqaro tashkilotlar va rasmiy manbalardan olindi, ularning har birining nashr sanasi tekshirildi va maxsus son talabiga muvofiq faqat 2025-yil avgustigacha e'lon qilingan ma'lumotlardan foydalanildi. Hisob-kitoblar Python dasturlash muhitida bajarildi. Oldi olingan chiqindilar hajmi quyidagi ifoda orqali aniqlandi:

$$\Delta E_t = Q_t \cdot EF \cdot (1 - \lambda), \quad Q_t = Q_1(1 - d)^{t-1} \quad (1)$$

Bu yerda ΔE_t – t -yilda oldi olingan CO₂ chiqindilari, tonna; Q_t – qurilmaning t -yildagi ishlab chiqarishi, MVt·soat; EF – tarmoq emissiya koeffitsiyenti, tCO₂/MVt·soat; λ – ishlab chiqarilgan energiyaning tarmoq generatsiyasini siqib

chiqarmaydigan ulushi (inverter va kabel isroflari, cheklangan yuklama); d – panellar quvvatining yillik degradatsiya sur'ati. (1) formula oldi olingan chiqindini loyiha ishlab chiqarishi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'laydi va ikki muhim tuzatishni hisobga oladi. Birinchisi, foydali iste'molga yetib bormagan energiya chiqindini kamaytirmaydi, shuning uchun $(1 - \lambda)$ ko'paytuvchisi hajmni haqiqiy siqib chiqarilgan generatsiya bilan cheklaydi. Ikkinchisi, panellar samaradorligi yillar davomida pasayib borgan uchun ishlab chiqarish geometrik qonuniyat bo'yicha kamaytiriladi va natija optimistik bo'lib ketishining oldi olinadi. Oldi olingan chiqindilarning iqtisodiy qiymati quyidagicha baholandi:

$$V = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta E_t \cdot P_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Bu yerda V – loyiha xizmat muddati davomida oldi olingan chiqindilarning keltirilgan qiymati, AQSh dollari; P_t – t -yildagi uglerod narxi, AQSh dollari/tCO₂; r – diskont stavkasi; T – loyihaning xizmat muddati, yil. (2) formula iqlimiy foydani investitsiya tahlilidagi pul oqimlari bilan bir xil vaqt shkalasiga keltiradi, natijada uni loyihaning sof keltirilgan qiymatiga qo'shish yoki undan alohida ko'rsatish mumkin bo'ladi. Ehtiyotkorlik tamoyiliga ko'ra narx real ifodada o'zgarmas deb olindi, ya'ni $P_t = P$. Diskont stavkasi ikki ko'rinishda qo'llandi: jamiyat nuqtayi nazarini aks ettiruvchi 3 foiz va korxonaning kapital qiymatiga yaqin 10 foiz. Qo'shimcha ravishda bir tonna oldi olingan chiqindiga to'g'ri keladigan qisqartirish xarajati $MAC = (LCOE - c_g) / (EF \cdot (1 - \lambda))$ nisbati orqali hisoblandi, bu yerda $LCOE$ – quyosh energiyasining keltirilgan qiymati, c_g – korxona to'laydigan tarmoq elektr energiyasi narxi. Illyustrativ obyekt sifatida sanoat korxonasi tomiga o'rnatilgan 1 MVt quvvatli quyosh fotoelektr stansiyasi tanlandi; ishlash koeffitsiyenti 0,80, $\lambda = 0,03$, $d = 0,005$ va $T = 25$ yil qiymatlari muallif farazi sifatida qabul qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tahlilning birinchi bosqichida modelga kiritiladigan parametrlar bazasi shakllantirildi. O'zbekiston elektr energetikasi tarixan tabiiy gazga tayangan: Xalqaro energetika agentligi ma'lumotiga ko'ra, 2019-yilda tabiiy gaz umumiy ishlab chiqarishning 85 foizini ta'minlagan [15]. So'nggi yillarda tarkib sezilarli darajada yangilandi: 2024-yilda mamlakatda 81,3 mlrd kVt·soat elektr energiyasi ishlab chiqarilgan bo'lsa, shundan 10,5 mlrd kVt·soati quyosh va shamol stansiyalari hissasiga to'g'ri kelib, ularning ulushi 12,9 foizga yetgan [16]. Gazga asoslangan generatsiyaning hamon yuqori ulushi har bir qo'shimcha "yashil" kilovatt-soat sezilarli hajmdagi chiqindining oldini olishini anglatadi. 1-jadvalda hisob-kitob uchun tanlangan parametrlar, ularning manbai va nashr sanasi keltirildi.

1-jadval modelning har bir parametri tekshirilgan manbaga tayanishini va barcha statistik ma'lumotlar 2025-yil avgustigacha e'lon qilinganini ko'rsatdi. Quyosh stansiyasi uchun xalqaro moliya institutlari tavsiya qilgan o'zgaruvchan manbalar koeffitsiyenti tanlandi, chunki u quyosh generatsiyasi kunduzgi soatlarda siqib chiqaradigan stansiyalar tarkibini barqaror manbalar koeffitsiyentiga nisbatan aniqroq aks ettiradi. Narx parametrlari uch guruhga bo'lindi: amaldagi uglerod bozori narxi,

ilmiy baholangan ijtimoiy narx va xalqaro komissiya tavsiya etgan ichki narx oralig'i. Narxlar turli yillar dollarida ifodalangani sababli ular o'zaro inflyatsiya bo'yicha qayta hisoblanmadi va alohida ssenariy sifatida talqin qilindi. Radiatsiya ko'rsatkichi va qabul qilingan ishlash koeffitsiyenti asosida 1 kVt quvvat yiliga 1 319,8 kVt·soat energiya berishi, ya'ni 1 MVt quvvatli stansiyaning birinchi yilgi ishlab chiqarishi 1 319,8 MVt·soat bo'lishi hisoblandi. Bu baho IRENA ma'lumotidagi 17 foizli global o'rtacha quvvatdan foydalanish koeffitsiyentiga mos keluvchi qiymatdan past bo'lib [19], natijalarning ehtiyotkor xarakterini ta'minlaydi.

1-jadval

Oldi olingan uglerod chiqindilarini baholash modelining parametrlari¹

Parametr	Qiymat	Manba	Nashr sanasi
Gorizontal sirtga tushuvchi quyosh radiatsiyasi (mediana), kVt·soat/m ² kuniga	4,52	[15]	2022
Tarmoq emissiya koeffitsiyenti: o'zgaruvchan manbalar, tCO ₂ /MVt·soat	0,610	[11]	2019-yil iyul
Tarmoq emissiya koeffitsiyenti: barqaror manbalar, tCO ₂ /MVt·soat	0,506	[11]	2019-yil iyul
Quyosh va shamol ulushi, 2024-yil, %	12,9	[16]	2025-yil 26-fevral
EU ETS auksionlarining o'rtacha narxi, 2024-yil, yevro/tCO ₂	64,76	[17]	2024-yil 23-dekabr
Yevroning o'rtacha kursi, 2024-yil, AQSh dollari	1,0824	[18]	2025-yil
Uglerodning ijtimoiy narxi (2010-yil narxlarida), AQSh dollari/tCO ₂	31	[1]	2017-yil
Uglerodning ijtimoiy narxi (2020-yil narxlarida), AQSh dollari/tCO ₂	185	[2]	2022-yil
2030-yil uchun tavsiya etilgan narx oralig'i, AQSh dollari/tCO ₂	63–127	[4]	2024-yil may
Quyosh energiyasining global o'rtacha LCOE, 2024-yil, AQSh dollari/kVt·soat	0,043	[19]	2025-yil iyul
Yuridik shaxslar uchun asosiy elektr tarifi, so'm/kVt·soat	900	[20]	2025-yil 6-yanvar
AQSh dollarining rasmiy kursi (27.12.2024), so'm	12 920,48	[21]	2024-yil 31-dekabr

(1) formula bo'yicha stansiya birinchi yilda 780,9 tonna CO₂ chiqindisining oldini olishi, yigirma besh yillik xizmat muddati davomida esa degradatsiya hisobga olinganda jami 18 396 tonna chiqindini qisqartirishi aniqlandi. Taqqoslash uchun, xuddi shu energiya barqaror manbalar koeffitsiyenti bilan baholanganda birinchi yilgi

¹ Manba: jadvalda ko'rsatilgan manbalar asosida muallif tomonidan tuzilgan.

natija 648 tonnani tashkil etadi, demak koeffitsiyent tanlovi natijaga 17 foizga yaqin ta'sir ko'rsatadi. Oldi olingan chiqindilarning narx ssenariylari bo'yicha iqtisodiy qiymati 2-jadvalda jamlandi.

2-jadval

1 MVt quvvatli tom usti quyosh stansiyasida oldi olingan chiqindilarning iqtisodiy qiymati¹

Narx ssenariysi	Narx, AQSH dollar/tCO ₂	1-yil qiymati, ming AQSH dollar	V, r = 3%, ming AQSH dollar	V, r = 10%, ming AQSH dollar	1 kVt·soatga, AQSH dollar
Ijtimoiy narx, Nordxaus bahosi	31,0	24,2	400,2	211,8	0,018
Ichki narx, quyi chegara	63,0	49,2	813,4	430,4	0,037
Bozor narxi, EU ETS 2024	70,1	54,7	905,0	478,9	0,042
Ichki narx, yuqori chegara	127,0	99,2	1 639,7	867,7	0,075
Ijtimoiy narx, Rennert bahosi	185,0	144,5	2 388,6	1 263,9	0,110

2-jadval oldi olingan chiqindilarning iqtisodiy qiymati tanlangan narx ssenariysiga kuchli bog'liq ekanini, biroq barcha ssenariylarda sezilarli ijobiy kattalik hosil qilishini ko'rsatdi. Eng past ijtimoiy narx bo'yicha stansiyaning yillik iqlimiy foydasi 24,2 ming AQSh dollarini, eng yuqori ijtimoiy narx bo'yicha esa 144,5 ming AQSh dollarini tashkil etadi. Yevropa uglerod bozorining 2024-yilgi o'rtacha narxi bilan baholangan qiymat ichki narxning quyi chegarasiga yaqin joylashgani bozor signallari va xalqaro tavsiyalar bir-biriga mos tushayotganini tasdiqlaydi. Diskont stavkasini 3 foizdan 10 foizga oshirish keltirilgan qiymatni qariyb ikki baravar kamaytiradi, bu uzoq muddatli iqlimiy foyda korxona nuqtayi nazaridan jamiyatga nisbatan kamroq baholanishini ifodalaydi. Oxirgi ustun natijani elektr energiyasi birligiga keltiradi: Rennert bahosida bir kilovatt-soat "yashil" energiyaning iqlimiy qiymati 0,110 AQSh dollariga teng bo'lib, korxona to'laydigan tarifdan yuqori chiqadi.

Qisqartirish xarajatini aniqlash uchun korxona to'laydigan tarif dollar ifodasiga keltirildi. Yuridik shaxslar uchun asosiy tarif 900 so'm bo'lgani [20] va 2024-yil oxiridagi rasmiy kurs 12 920,48 so'm ekani [21] hisobga olinganda tarmoq energiyasining narxi 0,0697 AQSh dollari/kVt·soatni tashkil etdi. Quyosh energiyasining 2024-yildagi global o'rtacha keltirilgan qiymati 0,043 AQSh dollari bo'lgani sababli [19], qisqartirish xarajati bir tonna CO₂ uchun minus 45,1 AQSh dollariga teng bo'ldi. Manfiy xarajat loyiha uglerod narxidan qat'i nazar korxonaga energiya xarajatlarini tejash orqali foyda keltirishini, oldi olingan chiqindi esa qo'shimcha ijtimoiy foyda sifatida yuzaga chiqishini anglatadi. Tom usti qurilmalarining keltirilgan qiymati yirik stansiyalarnikidan yuqori bo'lishi mumkinligini hisobga olib, chegaraviy shart ham aniqlandi: bozor narxi ssenariysida loyiha ijtimoiy jihatdan o'zini qoplashi uchun keltirilgan qiymat 0,111 AQSh

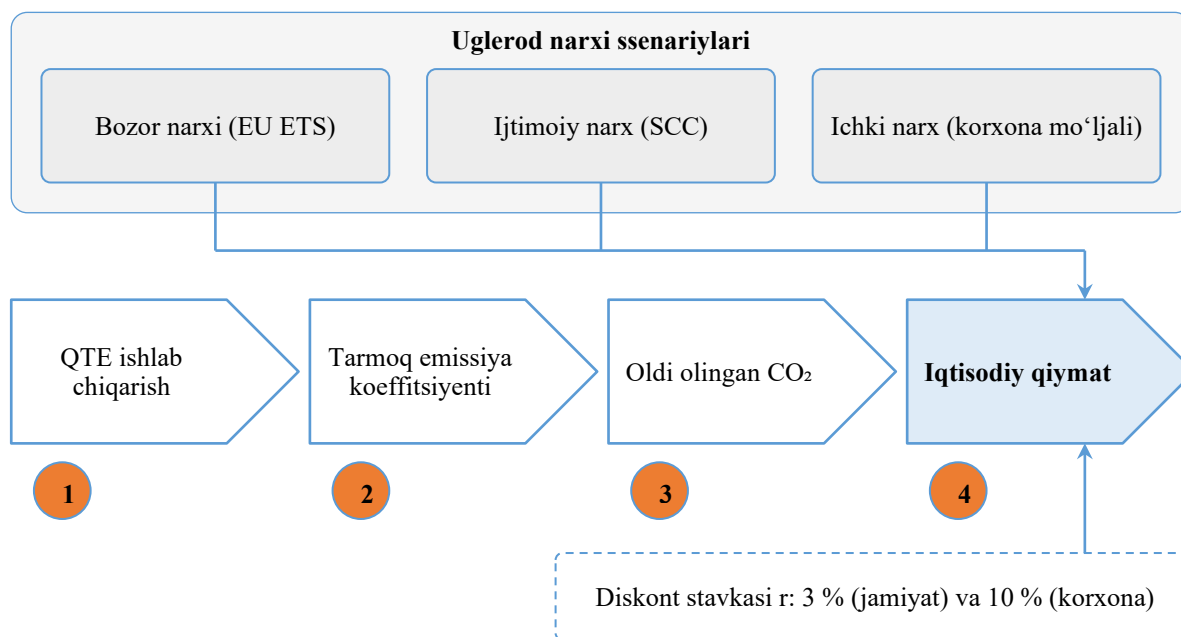
¹ Manba: 1-jadval parametrlari [11] va narx manbalari [4] asosida (1) va (2) formulalar bo'yicha muallif tomonidan hisoblangan; illyustrativ hisob-kitob.

dollaridan, eng past ijtimoiy narx ssenariysida esa 0,088 AQSh dollaridan oshmasligi yetarli.

Natijalarning barqarorligini tekshirish uchun model parametrlariga nisbatan sezgirlik tahlili o'tkazildi. (1) formula chiziqli tuzilishga ega bo'lgani sababli ishlab chiqarish hajmi, emissiya koeffitsiyenti va siqib chiqarilmaydigan energiya ulushidagi har qanday nisbiy o'zgarish oldi olingan chiqindilar va ularning qiymatiga proporsional ravishda ko'chadi. Masalan, isroflar ulushi 3 foizdan 8 foizga oshganda yillik qisqartirish 780,9 tonnadan 740,7 tonnaga kamayadi, ishlash koeffitsiyenti 0,80 dan 0,85 ga yaxshilanganda esa 829,8 tonnaga ko'tariladi. Bu o'zgarishlar narx ssenariylari o'rtasidagi tafovutga nisbatan ancha kichik: eng yuqori va eng past narx bo'yicha qiymatlar nisbati qariyb olti baravarni tashkil etadi. Demak, korxona uchun baholash aniqligini oshirishning asosiy yo'li texnik parametrlarni emas, balki qo'llanadigan uglerod narxini asosli tanlash va uni hujjatlashtirishdir. Ushbu xulosa F. Kesiki va P. Ekins chegaraviy xarajat egri chiziqlari bo'yicha bildirgan ehtiyotkorlik talabiga mos keladi [12], chunki yagona narxga tayangan baho loyihaaning haqiqiy iqlimiy qiymatini ham oshirib, ham kamaytirib ko'rsatishi mumkin.

Narxning vaqt bo'yicha o'zgarish deb olinishi natijalarni pastroq baholashga olib keladi. Xalqaro komissiya tavsiya etgan narx oralig'i 2030-yilga mo'ljallangan bo'lib, uglerod narxlari vaqt o'tishi bilan oshib borishi kutiladi [4], ijtimoiy narx bo'yicha baholar ham kelajakdagi chiqindilar uchun yuqoriroq qiymat beradi [2]. Agar narxning real o'sishi modelga kiritilsa, 2-jadvaldagi keltirilgan qiymatlar sezilarli darajada ortadi va past diskont stavkasida bu o'sish yanada yaqqol namoyon bo'ladi. Shunday ekan, jadvaldagi raqamlarni oldi olingan uglerod qiymatining quyi chegarasi sifatida talqin qilish to'g'ri bo'ladi. Bu yondashuv investitsion qaror qabul qiluvchilar uchun qulay, chunki ijobiy natija hatto ehtiyotkor farazlarda ham saqlanib qolishini ko'rsatadi va loyihani moliyalashtirishda kreditorlar bilan muloqotni osonlashtiradi.

Hisob-kitob natijalari asosida oldi olingan uglerodning qiymat zanjiri modeli ishlab chiqildi. Model qayta tiklanuvchi energiya loyihasining fizik natijasini bosqichma-bosqich iqtisodiy qiymatga aylantirish mantiqini va bu jarayonda narx hamda vaqt omillarining o'rnini aks ettiradi.



1-rasm. Oldi olingan uglerodning qiymat zanjiri modeli¹

Izoh: o'rta qatordagi to'rtta beshburchak strelka qiymat zanjirining ketma-ket bosqichlarini, ular ostidagi qora doiralardagi raqamlar bosqichlar tartibini bildiradi; qora fonli oxirgi strelka yakuniy natija hisoblanadi. Yuqoridagi kulrang fonli panelda uchta narx ssenariysi joylashgan bo'lib, ularni birlashtiruvchi chiziq iqtisodiy qiymat bosqichiga tushadi. Uzuq chiziqli pastki blok diskont stavkasini ifodalaydi.

1-rasmdagi model oldi olingan uglerod qiymati to'rt bosqichda shakllanishini ko'rsatdi. Birinchi bosqichda qurilmaning ishlab chiqarishi o'lchanadi, ikkinchisida u tarmoq emissiya koeffitsiyenti orqali siqib chiqarilgan generatsiyaning uglerod sig'imi bilan bog'lanadi, uchinchisida oldi olingan chiqindi tonnalarda ifodalanadi va to'rtinchisida pul qiymatiga aylanadi. Yuqoridagi panel modelning eng sezgir qismini, ya'ni narx tanlovini alohida ajratib ko'rsatadi: bozor narxi korxona amalda olishi mumkin bo'lgan daromadni, ijtimoiy narx jamiyat uchun oldi olingan zararni, ichki narx esa korxona strategik qararlarda o'zi qo'llaydigan mo'ljalni ifodalaydi. Pastki blokda diskont stavkasi bir xil tonnalar uchun natija qaysi manfaatdor tomon nuqtayi nazaridan baholanayotganiga qarab o'zgarishini eslatadi. Modelning amaliy afzalligi shundaki, u korxonaga energiya auditi va investitsiya rejasi ma'lumotlaridan foydalangan holda iqlimiy foydani shaffof va takrorlanadigan tarzda hisoblash imkonini beradi.

Olingan natijalar O'zbekiston sanoati uchun muhim xulosaga olib keladi. Tarmoq emissiya koeffitsiyenti nisbatan yuqori bo'lgan sharoitda har bir megavatt tom usti quvvati yiliga yetti yuz tonnadan ortiq chiqindining oldini oladi va milliy miqyosda belgilangan solishtirma chiqindilarni qisqartirish mo'ljallariga korxonalar qo'shadigan hissani o'lchash imkonini yaratadi. Boshqa tomondan, qayta tiklanuvchi manbalar ulushi oshib borgani sari tarmoq koeffitsiyenti pasayadi va keyingi loyihalarning birlik uchun iqlimiy samarasi kamayadi, shuning uchun koeffitsiyentni muntazam yangilab borish baholash sifatining zaruriy shartidir.

¹ Manba: Nordhaus [1], Kesiki va Ekins [12] yondashuvlari hamda 1-2-jadvallar asosida muallif ishlanmasi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot sanoat korxonalarida qayta tiklanuvchi energiya loyihalari yaratadigan iqlimiy foydani o'lchanadigan va investitsion qarorga kiritiladigan iqtisodiy kattalikka aylantirish mumkinligini asosladi. Uglerodning ijtimoiy narxi, chegaraviy qisqartirish xarajatlari va uglerodga narx belgilash nazariyalarini umumlashtirish asosida oldi olingan chiqindilar hajmini tarmoq emissiya koeffitsiyenti orqali aniqlovchi va ularni diskontlangan narx ssenariylari bo'yicha baholovchi ikki bosqichli model taklif etildi. Illyustrativ hisob-kitob 1 MVt quvvatli tom usti quyosh stansiyasi yiliga taxminan 781 tonna CO₂ chiqindisining oldini olishini, uning yigirma besh yillik iqlimiy qiymati narx va diskont stavkasiga qarab 0,2 mln dan 2,4 mln AQSh dollarigacha bo'lishini hamda qisqartirish xarajati manfiy ekanini ko'rsatdi. Bu natijalar korxona manfaati va milliy iqlim maqsadlari bir yo'nalishda ekanini tasdiqlaydi.

Natijalar asosida quyidagi takliflar ishlab chiqildi. Birinchidan, sanoat korxonalarining qayta tiklanuvchi energiya loyihalari biznes-rejalarida moliyaviy ko'rsatkichlar bilan birga oldi olingan chiqindilar hajmi va uning (2) formula bo'yicha baholangan qiymatini alohida bo'lim sifatida ko'rsatish amaliyotini joriy etish maqsadga muvofiq. Ikkinchidan, O'zbekiston energotizimi uchun tarmoq emissiya koeffitsiyentini vakolatli idoralar tomonidan har yili hisoblab, o'zgaruvchan va barqaror manbalar kesimida ochiq e'lon qilish loyihalarni baholashning yagona asosini yaratadi. Uchinchidan, yirik sanoat korxonalari va davlat ishtirokidagi kompaniyalarda xalqaro tavsiyalar oralig'iga mos ichki uglerod narxini investitsion qarorlarda qo'llashni bosqichma-bosqich joriy qilish tavsiya etiladi. To'rtinchidan, tijorat banklarining yashil kreditlash mezonlariga bir tonna oldi olingan chiqindiga to'g'ri keladigan qisqartirish xarajati ko'rsatkichini kiritish manfiy xarajatli loyihalarni ustuvor moliyalashtirishga yordam beradi. Beshinchidan, korxonalar tomonidan oldi olingan chiqindilarni monitoring qilish va tasdiqlash tizimini shakllantirish kelgusida ularni xalqaro uglerod bozorlarida qiymatga aylantirish uchun institutsional zamin hozirlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518–1523. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609244114>
2. Rennert, K., Errickson, F., Prest, B. C., Rennels, L., Newell, R. G., Pizer, W., Kingdon, C., Wingenroth, J., Cooke, R., Parthum, B., Smith, D., Cromar, K., Diaz, D., Moore, F. C., Müller, U. K., Plevin, R. J., Raftery, A. E., Ševčíková, H., Sheets, H., Stock, J. H., Tan, T., Watson, M., Wong, T. E., & Anthoff, D. (2022). Comprehensive evidence implies a higher social cost of CO₂. *Nature*, 610(7933), 687–692. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05224-9>
3. Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*, 41(4), 477–491. <https://doi.org/10.2307/2296698>
4. World Bank. (2024). *State and Trends of Carbon Pricing 2024*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/41544>

5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktabrdagi PQ-4477-son "2019-2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/4539506>
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrdagi PQ-436-son "2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-6303230>
7. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-57-son "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/uz/docs/-6385716>
8. Cullen, J. (2013). Measuring the environmental benefits of wind-generated electricity. *American Economic Journal: Economic Policy*, 5(4), 107–133. <https://doi.org/10.1257/pol.5.4.107>
9. Siler-Evans, K., Azevedo, I. L., & Morgan, M. G. (2012). Marginal emissions factors for the U.S. electricity system. *Environmental Science & Technology*, 46(9), 4742–4748. <https://doi.org/10.1021/es300145v>
10. Callaway, D. S., Fowlie, M., & McCormick, G. (2018). Location, location, location: The variable value of renewable energy and demand-side efficiency resources. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(1), 39–75. <https://doi.org/10.1086/694179>
11. IFI Technical Working Group on Greenhouse Gas Accounting. (2019, July). The IFI Dataset of Default Grid Factors v.2.0. UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Harmonized_Grid_Emission_factor_data_set.pdf
12. Kesicki, F., & Ekins, P. (2012). Marginal abatement cost curves: A call for caution. *Climate Policy*, 12(2), 219–236. <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582347>
13. Gillingham, K., & Stock, J. H. (2018). The cost of reducing greenhouse gas emissions. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 53–72. <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.53>
14. Borenstein, S. (2012). The private and public economics of renewable electricity generation. *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), 67–92. <https://doi.org/10.1257/jep.26.1.67>
15. International Energy Agency. (2022). Solar Energy Policy in Uzbekistan: A Roadmap. Paris: IEA. <https://www.iea.org/reports/solar-energy-policy-in-uzbekistan-a-roadmap/context-of-renewable-energy-in-uzbekistan>
16. Kun.uz. (2025, February 26). Uzbekistan's gas, oil, and fuel production declined in 2024. <https://kun.uz/en/news/2025/02/26/uzbekistans-gas-oil-and-fuel-production-declined-in-2024>
17. Argus Media. (2024, December 23). EU ETS auction revenue decreases in 2024. <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2641480-eu-ets-auction-revenue-decreases-in-2024>

18. Bank of Finland. (2025). Average annual exchange rates for the year 2024 (ECB euro reference rates). <https://www.suomenpankki.fi/en/statistics/interest-rates-and-exchange-rates/exchange-rates/average-annual-exchange-rates-for-the-year-2024>

19. IRENA. (2025). Renewable Power Generation Costs in 2024. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_TEC_RPGC_in_2024_Summary_2025.pdf

20. Kun.uz. (2025, January 6). Electricity tariff changes apply to businesses, not households – Ministry of Energy. <https://kun.uz/en/news/2025/01/06/electricity-tariff-changes-apply-to-businesses-not-households-ministry-of-energy>

21. Gazeta.uz. (2024, December 31). US dollar exchange rate against the soum at the end of 2024 [News report]. <https://gazeta.uz/en/2024/12/31/currency>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:

Ingliz tili muharriri:

Rus tili muharriri:

Musahhih:

Sahifalovchi va dizaynerlar:

Xakimov Ziyodulla Axmadovich

Tursunov Boburjon Ortiqmirzayevich

Kaxramonov Xurshidjon Shuxrat o'g'li

Karimova Shirin Zoxid qizi

Sadikov Shoxrux Shuxratovich

Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2025-YIL, 16- OKTABR, MAXSUS-SON, I-II-III-SHO'BALAR

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

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

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta:

info@marketingjournal.uz

Bot:

[@marketinjournalbot](https://t.me/@marketinjournalbot)

Tel.:

+998977838464, +998939266610

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

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 332/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



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



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