YASHIL ENERGIYA LOYIHALARIDA EKOLOGIK RISKLARNI HISOBLASH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI

Nurmamatov Shohimardon Abdisalim o‘g‘li
Raqamli iqtisodiyot va agrotexnologiyalar universiteti(UDEA) magistranti
Tel: +998950505684
Mail: shohimardonnurmamatov10@gmail.com
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.20459273

Annotatsiya

Mazkur maqolada O‘zbekiston sharoitida quyosh va shamol elektr stansiyalari loyihalarida yuzaga keladigan ekologik risklarni aniqlash, baholash va hisoblash metodikasini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda ekologik risklar loyiha boshqaruvi jarayonining muhim tarkibiy elementi sifatida qaraladi. Maqolada risklarni baholash nazariyasi, ekologik risklarni baholash yondashuvi, hayotiy sikl tahlili va loyiha risk-menejmenti tamoyillari umumlashtiriladi. Shuningdek, yer va suv resurslariga ta’sir, biologik xilma-xillik, shovqin, changlanish, chiqindilar, texnologik xavfsizlik va ekologik monitoring asosiy risk indikatorlari sifatida ajratiladi. Tadqiqot natijasida ekologik risklarni ehtimollik, ta’sir darajasi, ekologik sezgirlik va boshqarish imkoniyatlari asosida baholash hamda integral risk ko‘rsatkichini shakllantirish bo‘yicha metodik yondashuv taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: yashil energiya, ekologik risk, risklarni hisoblash, quyosh elektr stansiyasi, shamol elektr stansiyasi, loyiha boshqaruvi, EIA, ESIA, risk-menejment.

Abstract

This article examines methodological issues related to the identification, assessment and calculation of environmental risks in solar and wind power plant projects under the conditions of Uzbekistan. Environmental risks are considered as an essential component of project management. The paper summarizes risk assessment theory, ecological risk assessment, life cycle assessment and project risk management principles. The main risk indicators include land and water resource impacts, biodiversity, noise, dust, waste, technological safety and environmental monitoring. As a result, the article proposes a methodological approach for assessing environmental risks based on probability, impact level, ecological sensitivity and management capacity, as well as for forming an integrated environmental risk index.

Keywords: green energy, environmental risk, risk calculation, solar power plant, wind power plant, project management, EIA, ESIA, risk management.

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования методики выявления, оценки и расчета экологических рисков в проектах солнечных и ветровых электростанций в условиях Узбекистана. Экологические риски рассматриваются как важный элемент управления проектами. В работе обобщены теория оценки рисков, подходы к оценке экологических рисков, анализ жизненного цикла и принципы проектного риск-менеджмента. В качестве основных индикаторов выделены влияние на земельные и водные ресурсы, биоразнообразие, шум, запыленность, отходы, технологическая безопасность и экологический мониторинг. В результате предложен методический подход к оценке экологических рисков на основе вероятности, степени

воздействия, экологической чувствительности и управляемости, а также к формированию интегрального показателя экологического риска.

Ключевые слова: зеленая энергетика, экологический риск, расчет рисков, солнечная электростанция, ветровая электростанция, управление проектами, EIA, ESIA, риск-менеджмент.

Kirish

So‘nggi yillarda global energiya tizimida qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ulushi ortib bormoqda. Bu jarayon iqlim o‘zgarishi oqibatlarini yumshatish, uglerod chiqindilarini kamaytirish va energiya xavfsizligini ta’minlash zarurati bilan bevosita bog‘liq. Xalqaro qayta tiklanuvchi energiya agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, 2023-yilda dunyo bo‘yicha qayta tiklanuvchi energiya quvvatlarining yillik o‘sishi rekord darajaga yetgan va yangi elektr quvvatlarining asosiy qismi aynan qayta tiklanuvchi manbalar hisobiga shakllangan (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2024). Bu tendensiya yashil energiya loyihalarini nafaqat texnik va moliyaviy, balki ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan ham chuqur baholash zaruratini kuchaytiradi.

O‘zbekiston sharoitida yashil energetikaning rivojlanishi, avvalo, quyosh va shamol elektr stansiyalarini keng joriy etish bilan bog‘liq. Xalqaro energetika agentligi O‘zbekistonning qayta tiklanuvchi energiya salohiyatida quyosh energetikasi asosiy o‘rin egallashini, shuningdek, 2030-yilgacha elektr energiyasi ishlab chiqarishda qayta tiklanuvchi energiya ulushini oshirish bo‘yicha strategik maqsadlar mavjudligini qayd etadi (International Energy Agency [IEA], 2020). Biroq qayta tiklanuvchi energiya loyihalari ekologik jihatdan an’anaviy energiya manbalariga nisbatan afzal bo‘lishiga qaramay, ular mutlaq risksiz hisoblanmaydi. Quyosh elektr stansiyalarida katta yer maydonlaridan foydalanish, changlanish, panel yuzalarini tozalashda suv sarfi, fotoelektr modullarni utilizatsiya qilish kabi risklar mavjud bo‘lsa, shamol elektr stansiyalarida shovqin, qushlar migratsiyasiga ta’sir, landshaft o‘zgarishi va texnologik xavfsizlik bilan bog‘liq masalalar yuzaga keladi.

Shu sababli yashil energiya loyihalarida ekologik risklarni oldindan aniqlash, baholash va hisoblash loyiha boshqaruvi samaradorligini oshirishning muhim sharti hisoblanadi. Agar ekologik risklar loyiha rejalashtirish bosqichida yetarlicha hisobga olinmasa, bu loyiha xarajatlarining ortishi, muddatlarning cho‘zilishi, manfaatdor tomonlar bilan kelishmovchiliklar va ekologik xavfsizlik darajasining pasayishiga olib kelishi mumkin. Mazkur maqolaning maqsadi O‘zbekiston sharoitida quyosh va shamol elektr stansiyalari loyihalarida ekologik risklarni hisoblash uchun ilmiy asoslangan metodik yondashuvni taklif etishdan iborat.

Adabiyotlar sharhi

Risklarni baholash nazariyasi ekologik xavflarni aniqlash va ularni boshqaruv qarorlari bilan bog‘lash uchun muhim nazariy asos yaratadi. Kaplan va Garrick (1981) riskni “nima sodir bo‘lishi mumkin, bu qanchalik ehtimolli va oqibati qanday bo‘ladi” degan uch savol orqali tushuntiradi. Aven (2016) esa risklarni baholashda faqat ehtimollik emas, balki noaniqlik, bilim darajasi va qaror qabul qilish jarayonlari ham hisobga olinishi zarurligini ta’kidlaydi. Ushbu qarashlar yashil energiya loyihalarida ekologik risklarni ehtimollik va ta’sir darajasi asosida baholash uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Ekologik risklarni baholash yondashuvi tabiiy muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillarni aniqlash, ularning ekotizimlarga ta’sirini baholash va kamaytirish choralarini ishlab chiqishga qaratilgan. Suter (2007) ekologik risklarni baholashni xavf manbai, ta’sir obyekti va ekologik oqibatlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash jarayoni sifatida talqin qiladi. Renn (2008) esa risk governance konsepsiyasida risklarni baholash,

kommunikatsiya qilish va manfaatdor tomonlar bilan muhokama qilish jarayonlari o‘zaro bog‘liq ekanini asoslaydi. Bu yondashuvlar ekologik risklarni faqat texnik hisob-kitob sifatida emas, balki boshqaruv va qaror qabul qilish jarayonining tarkibiy qismi sifatida ko‘rishga imkon beradi.

So‘nggi xalqaro tadqiqotlarda qayta tiklanuvchi energiya loyihalarining ekologik ta’sirini baholashda hayotiy sikl tahlili keng qo‘llanmoqda. Shamoushaki va Koh (2024) geotermal, quyosh va shamol energiyasiga asoslangan integratsiyalashgan elektr stansiyalarini hayotiy sikl tahlili orqali solishtirib, turli texnologik kombinatsiyalarning ekologik ta’siri bir xil emasligini ko‘rsatgan. Islam, Qadir, Ali va Khan (2024) esa qayta tiklanuvchi energiyani integratsiya qilish bo‘yicha 111 ta ilmiy ishni tahlil qilib, hayotiy sikl tahlili va texnik-iqtisodiy tahlil ekologik-iqtisodiy baholashda eng ko‘p qo‘llaniladigan yondashuvlar ekanini aniqlagan.

O‘zbekiston bo‘yicha tadqiqotlarda yashil energiya loyihalari asosan iqtisodiy, institutsional va investitsion nuqtayi nazardan o‘rganilgan. Buzrukxonov (2023) sanoat korxonalarini yashil energiyaga o‘tkazishdagi omillarni sifat tadqiqot usullari asosida tahlil qilgan. Matniyazov, Aliyev va Davurbayev (2023) O‘zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganib, quyosh va boshqa muqobil energiya manbalarining energetika tizimini diversifikatsiya qilishdagi ahamiyatini asoslagan. Xosilbekov (2025) yashil energiya loyihalarida siyosiy, texnik, moliyaviy, ekologik va institutsional risklarni tizimli ko‘rib chiqqan. Biroq mazkur tadqiqotlarda ekologik risklarni alohida indikatorlar, ehtimollik-ta’sir mezonlari va integral ko‘rsatkich asosida hisoblash masalasi yetarlicha tizimlashtirilmagan.

Tadqiqot metodologiyasi

Maqolada taklif etilayotgan metodik yondashuv sifat va miqdoriy tahlil usullarining uyg‘unligiga asoslanadi. Sifat tahlili yordamida ekologik risklarning mazmuni, manbalari va loyiha boshqaruvidagi o‘rni aniqlanadi. Miqdoriy tahlil esa risklarning ehtimollik darajasi, ta’sir ko‘lami, ekologik sezgirligi va boshqarish imkoniyatlarini balli tizim asosida baholash imkonini beradi. Tadqiqotda deskriptiv tahlil, taqqoslash, tizimli tahlil, ekspert baholash, ehtimollik–ta’sir matritsasi va integral baholash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Ekologik risklarni hisoblash metodikasi bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda quyosh va shamol elektr stansiyalari uchun asosiy ekologik risk manbalari aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda ular indikatorlar bo‘yicha guruhlanadi. Uchinchi bosqichda har bir indikator uchun ehtimollik darajasi, ta’sir darajasi va ekologik sezgirlik 1 dan 5 gacha bo‘lgan balli tizimda baholanadi. To‘rtinchi bosqichda har bir risk uchun og‘irlik koeffitsienti belgilanadi. Beshinchi bosqichda umumiy integral ekologik risk ko‘rsatkichi hisoblanadi va risklar past, o‘rta yoki yuqori darajalarga ajratiladi.

Alohida risk bo‘yicha baholash quyidagi mantiqiy modelga asoslanadi: $R_i = P_i \times I_i \times S_i \times W_i$. Bu yerda R_i — i-riskning hisoblangan darajasi, P_i — risk yuzaga kelish ehtimoli, I_i — ta’sir darajasi, S_i — hududning ekologik sezgirlik darajasi, W_i — risk indikatorining og‘irlik koeffitsienti. Integral ekologik risk ko‘rsatkichi esa barcha indikatorlar bo‘yicha hisoblangan risk ballarining umumlashtirilgan qiymati sifatida shakllantiriladi. Ushbu yondashuv ekologik risklarni sifat jihatdan tavsiflash bilan cheklanmasdan, ularni miqdoriy ko‘rinishda solishtirish imkonini beradi.

Natijalar va muhokama

Taklif etilayotgan metodika O‘zbekiston sharoitida quyosh va shamol elektr stansiyalari loyihalarida ekologik risklarni tizimli baholashga xizmat qiladi. Quyosh elektr stansiyalarida asosiy risk indikatorlari sifatida yer maydonlaridan foydalanish, changlanish, panel

yuzalarini tozalash uchun suv sarfi, fotoelektr modullarni utilizatsiya qilish, landshaftga ta’sir va ekologik monitoring darajasi ajratiladi. Shamol elektr stansiyalarida esa shovqin, vibratsiya, qushlar migratsiyasiga ta’sir, landshaft o‘zgarishi, texnik nosozliklar va xavfsizlik zonalarini belgilash muhim indikatorlar sifatida qaraladi.

Metodikaning amaliy ahamiyati shundaki, u loyiha boshqaruvi jarayonida ekologik risklarni erta bosqichda aniqlash va resurslarni ustuvor risklarga yo‘naltirish imkonini beradi. Masalan, yuqori ekologik sezgir hududda joylashtirilgan quyosh elektr stansiyasi uchun yer resurslariga ta’sir va suv sarfi muhimroq risk sifatida baholanishi mumkin. Shamol elektr stansiyasi uchun esa qushlar migratsiyasi yo‘llari, shovqin darajasi va landshaftga ta’sir yuqori risk toifasiga kirishi ehtimoli mavjud. Shu bois indikatorlarni bir xil mezonlar asosida baholash turli loyiha variantlarini solishtirish va eng maqbul boshqaruv qarorini tanlashga yordam beradi.

Ekologik risklarni loyiha boshqaruvi samaradorligi bilan bog‘lash alohida ahamiyatga ega. Risk darajasi yuqori bo‘lgan omillar oldindan aniqlansa, loyiha xarajatlarining ortishi, muddatlarning cho‘zilishi va ekologik salbiy oqibatlar kamaytiriladi. Bundan tashqari, manfaatdor tomonlar bilan muloqot, ekologik monitoring va oldini olish choralarini rejalashtirish ancha tizimli amalga oshiriladi. Bu esa loyiha sifatini oshirish, investitsion ishonchlilikni mustahkamlash va yashil energiya loyihalarining ijtimoiy qabul qilinishini kuchaytiradi.

Mavjud ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, xalqaro adabiyotlarda LCA, EIA/ESIA va risk-menejment yondashuvlari keng qo‘llaniladi, ammo ularni O‘zbekistonning tabiiy-iqlimiy, institutsional va loyiha boshqaruvi sharoitlariga moslashtirish masalasi dolzarb bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, quyosh radiatsiyasi yuqori bo‘lgan hududlarda changlanish va suv tanqisligi, shamol energetikasi loyihalarida esa landshaft va biologik xilma-xillikka ta’sir kabi indikatorlar mahalliy sharoitga mos baholanishi kerak. Shu jihatdan taklif etilayotgan metodika xalqaro yondashuvlarni mahalliy amaliyot bilan uyg‘unlashtirishga qaratilgan.

Xulosa

Yashil energiya loyihalarining ekologik jihatdan afzalligi ularni mutlaq risksiz deb baholashga asos bo‘la olmaydi. Quyosh va shamol elektr stansiyalari loyihalarida yer, suv, biologik xilma-xillik, chiqindilar, shovqin, changlanish, texnologik xavfsizlik va ekologik monitoring bilan bog‘liq risklar mavjud. Shu sababli ekologik risklarni oldindan aniqlash, baholash va hisoblash loyiha boshqaruvining muhim metodologik vazifalaridan biri hisoblanadi.

Maqolada ekologik risklarni hisoblash uchun ehtimollik, ta’sir darajasi, ekologik sezgirlik va og‘irlik koeffitsientlariga asoslangan metodik yondashuv taklif etildi. Ushbu yondashuv risklarni past, o‘rta va yuqori darajalarga ajratish, ularni ustuvorlashtirish va loyiha boshqaruvi qarorlariga integratsiya qilish imkonini beradi. O‘zbekiston sharoitida mazkur metodika quyosh va shamol energetikasi loyihalarining ekologik xavfsizligini oshirish, loyiha xarajatlari va salbiy oqibatlarni kamaytirish hamda barqaror boshqaruv qarorlarini shakllantirishga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. European Journal of Operational Research, 253(1), 1–13. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023
2. Buzrukxonov, S. S. (2023). O‘zbekiston yashil energetika tizimini yaratishdagi muammolarni aniqlashda sifat tadqiqot usullaridan foydalanish. Oriental Renaissance:

Innovative, Educational, Natural and Social Sciences, 3(24), 39–48. https://doi.org/10.5281/zenodo.10529908
3. International Energy Agency. (2020). Uzbekistan energy profile. IEA. https://www.iea.org/reports/uzbekistan-energy-profile
4. International Renewable Energy Agency. (2024). Renewable capacity statistics 2024. IRENA. https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024
5. Islam, M. T., Qadir, S. A., Ali, A., & Khan, M. W. (2024). Economic and environmental impact assessment of renewable energy integration: A review and future research directions. Cleaner Energy Systems, 9, 100162. https://doi.org/10.1016/j.cles.2024.100162
6. Kaplan, S., & Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. Risk Analysis, 1(1), 11–27. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1981.tb01350.x
7. Matniyazov, B. I., Aliyev, M. R., & Davurbayev, D. B. (2023). O‘zbekistonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishning mavjud imkoniyatlari. Science and Education, 4(6).
8. Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.). Project Management Institute.
9. Renn, O. (2008). Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world. Earthscan.
10. Shamoushaki, M., & Koh, S. C. L. (2024). Comparative life cycle assessment of integrated renewable energy-based power systems. Science of the Total Environment, 946, 174239. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174239
11. Suter, G. W. II. (2007). Ecological risk assessment (2nd ed.). CRC Press.
12. Xosilbekov, M. (2025). Yashil energiya loyihalarida investitsion risklar va ularni kamaytirish strategiyalari. Jizzax viloyati ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishining asosiy yo‘nalishlari: muammo va yechimlar mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari, 521–525.