

DIFFUZ QUYOSH NURLANISHI OQIMINING QUYOSH PANELLARINING YORITILISHIGA TA'SIRI

Kamolova Muhabbat Muhiddin qizi,

FarDU stajor-tadqiqotchisi.

Toshqo'ziyeva Gulnozaxon Adxamjon qizi,

Muhammadjonov Mashrabjon Odiljon o'g'li,

FarDU 2-kurs magistrantlari

ANNOTATSIYA

Mazkur ishda diffuz quyosh nurlanishi oqimining Yer yuzasidagi gorizontaal birlik maydonning yoritilishiga qo'shgan hissasi nazariy jihatdan baholangan. Atmosfera qatlamlaridan o'tgan diffuz va tarqalmagan quyosh nurlanishining intensivligi Chandrasekharining S, T -matrix nazariyasi doirasida hisoblandi, bu jarayonda Yer yuzasidan radiatsiya aks ettirishining ta'siri va quyosh nurlanishining to'liq spektri hisobga olindi. Hisoblashlar natijalari ma'lum bir geografik kenglikda joylashgan gorizontaal yuzaning yillik quyosh energiyasi resursining nazariy baholanishini taqdim etadi.

Kalit so'zlar: *quyosh spektri, atmosfera, diffuz va tarqalmagan nurlanishlar, yer yuzasi albedosi, quyosh panellari.*

ABSTRACT

In this work, the contribution of the diffuse solar radiation flux to the illumination of the horizontal unit area on the Earth's surface is theoretically evaluated. The intensity of diffuse and non-diffuse solar radiation passing through atmospheric layers was calculated within Chandrasekhar's S, T -matrix theory, in which the effect of radiation reflection from the Earth's surface and the full spectrum of solar radiation were taken into account. The results of calculations provide a theoretical estimate of the annual solar energy resource of a horizontal surface located at a certain geographic latitude.

Key words: *solar spectrum, atmosphere, diffuse and non-diffuse radiation, surface albedo, solar panels.*

KIRISH

So'nggi yillarda O'zbekistonda quyosh texnologiyalarini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Qo'yilgan vazifalardan biri geliotexnik qurilmalardan samarali foydalanishni oshirishdir. Geliotexnik qurilmalarning fizik parametrlarini va ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash bilan bir qatorda, ularning samaradorligini oshirishga ta'sir etuvchi omillar ham mavjud. Bunday omillardan biri – panellar

yuzasiga quyosh nurlarining maksimal darajada tushishini ta'minlashdir, bu bilan panellar mumkin qadar ko'proq quyosh energiyasini oladi.

Panelning yoritilish darajasi asosan atmosfera orqali tarqalmasdan o'tgan to'g'ri quyosh nurlanishi oqimi va shuningdek tarqalgan (diffuz) nur oqimiga bog'liq. To'g'ri nur oqimining umumiy oqimga hissasi nazariy jihatdan qiyinchilik tug'dirmaydi, biroq diffuz oqimni hisoblashda ma'lum muammolarga duch kelinadi. Chunki uning hissasi atmosferada nurlanish oqimining ko'chirilish tenglamasini yechish bilan aniqlanadi. Bu vazifa quyosh nurlanishi murakkab spektrga ega bo'lganligi va ko'p sonli monoxromatik to'lqinlar aralashmasidan iborat ekanligi sababli qiyinlashadi. [1] maqolada ushbu ikki omilni hisobga olgan holda Yer yuzasida birlik maydonning yoritilishini hisoblash usuli taklif qilingan.

Atmosferaning qatlamlaridan o'tgan quyosh nurlanishi oqimi qisman Yer yuzasidan qaytadi, natijada atmosferadagi quyosh nurlanishi balansi buziladi. Bu esa atmosferaning qatlamlaridan o'tgan quyosh nurlanishi oqimining va Yer yuzasining yoritilish darajasining o'zgarishiga olib keladi. Mazkur ishda diffuz quyosh nurlanishi oqimining Yer yuzasidagi gorizontaal birlik maydonning yoritilishiga qo'shgan hissasi nazariy jihatdan baholangan.

Diffuz quyosh nurlanishi oqimi, atmosferaning qatlamlaridan o'tgan holda, atmosferadagi monoxromatik va polarizatsiyalangan nurlanishning uzatish tenglamasini yechish bilan aniqlanadi [2]:

$$\mu \frac{d\mathbf{I}(\tau, \Omega)}{d\tau} = \mathbf{I}(\tau, \Omega) - \frac{\tilde{\omega}_0}{4\pi} \int_0^1 d\mu' \int_0^{2\pi} d\varphi' \mathbf{P}(\Omega, \Omega') \mathbf{I}(\tau, \Omega') - \frac{\tilde{\omega}_0}{4} \exp\left(-\frac{\tau}{\mu_0}\right) \times \mathbf{P}(\Omega, \Omega_0) \mathbf{F}(\tau = 0, \Omega_0). \quad (1)$$

Ushbu tenglama quyosh nurlanishining intensivligi $\mathbf{I}(\tau, \Omega)$ ni, atmosferadagi τ qatlamida $\Omega = \Omega(\theta, \varphi)$ yo'nalishida tarqalishini hisoblash imkonini beradi. Qisqalik uchun bu tenglamaga kiruvchi kattaliklarning fizik qiymatlarini keltirmaymiz [1].

Yassi quyosh nurlanish oqimining bir qismi atmosferaga tushgach, havo molekularida ko'p marotaba sochiladi va ikki oqimga bo'linadi: ularning bir qismi turli yo'nalishlarda atmosferadan diffuz tarzda o'tadi, qolgan qismi esa diffuz tarzda kosmosga qaytadi. Uzatish tenglamasi (1) yechimi bilan quyosh nurlanishining pastki va yuqori qatlamlardan $\Omega(\theta, \varphi)$, yo'nalishida chiqayotgan intensivliklarini aniqlash mumkin, ular \mathbf{S} , \mathbf{T} -matritsalarini orqali ifodalanadi [2]:

$$\mathbf{I}^{\text{qayt}}(\tau_1 = 0, \Omega) = \frac{\tilde{\omega}_0}{4\mu} \mathbf{S}(\tau_1, \Omega, \Omega_0) \mathbf{F}(\Omega_0), \quad \mathbf{I}^{\text{o'tg}}(\tau_1, \Omega) = \frac{\tilde{\omega}_0}{4\mu} \mathbf{T}(\tau_1, \Omega, \Omega_0) \mathbf{F}(\Omega_0). \quad (2)$$

Birlamchi tushayotgan oqimning asosiy qismi atmosferadan sochilmagan holda o'tadi (to'g'ri oqim) va bu oqimni Lambert-Buger qonuni bo'yicha aniqlash mumkin:

$$\mathbf{I}^{\text{sochimg.o'tg}}(\Omega_0) = \exp(-\tau_1/\mu_0) \mathbf{F}(\Omega_0). \quad (3)$$

[1] ishda quyosh nurlanishining to‘liq spektrini hisobga olgan holda, quyosh nurlanishining uch xil oqimi uchun pastki va yuqori atmosferadan chiqayotgan to‘liq oqimni hisoblash usuli ko‘rsatilgan. Ushbu oqimlarning quvvatlari quyidagicha aniqlanadi:

$B^{qayt} = \mu_0 e_0 \beta^{qayt}$, $B^{o'tg} = \mu_0 e_0 \beta^{o'tg}$, $B^{to'g'r.o'tg} = \mu_0 e_0 \beta^{to'g'r.o'tg}$ bu yerda μ_0 - yoritilish burchagi, e_0 - quyosh doimiysi, β^{qayt} , $\beta^{o'tg}$, $\beta^{to'g'r.o'tg}$ - atmosferaning sochish va o‘tkazish spektral koeffitsiyentlari.

Diffuz tarzda o‘tgan va sochilmagan oqimlar birgalikda bitta oqimni hosil qiladi $B = \mu_0 e_0 \beta^{qayt} + e_0 \beta^{o'tg}$ bu oqim Yer yuzasiga tushadi. Ushbu oqimning bir qismi – $B^{Rqayt}(\mu_0)$ – Yer yuzasidan atmosferaga qayta aks etadi, qolgan qismi esa $B^{Ryutil}(\mu_0)$ – Yer yuzasi tomonidan yutiladi. $\Lambda = B^{Rqayt}/B$ - kattaligi albedo deb ataladi va Yer yuzasining qaytarish qobiliyatini ko‘rsatadi.

Quyosh nurlarining Yer yuzasidan qaytishi darajasi uning sirtidagi ob'ektlarga, masalan, o‘rmonlar, okeanlar, cho‘llar, qor qoplamalari va boshqalarga bog‘liq. Albedo qiymati $\Lambda \approx 0.1 - 0.5$ oralig‘ida o‘zgaradi, qor qoplamalari uchun esa bu ko‘rsatkich yanada yuqoriroqdir [3]. Masalan, bizning respublikada aholining ko‘pchiligi qishloq xo‘jaligi ekinlari yetishtiriladigan yashil hududlarda yashaydi; bunday sirtlar uchun albedo qiymati o‘rtacha $\Lambda = 0.2$ ga teng. Umumiy holda, sirtning nurlanishni qaytarish jarayoni murakkab tusga ega. Hisob-kitoblarda ko‘pincha Lambert tomonidan taklif qilingan aks ettirish modeli qo‘llaniladi [2].

Yer yuzasidan qaytgan nurlanish oqimi atmosferaning quyi chegarasidan tushayotgan mustaqil oqim sifatida o‘zini tutadi va u atmosferadan birlamchi tushgan oqim bilan bir xil nurlanish uzatilish qonunlariga bo‘ysunib o‘tadi, bu esa (1)–(3) ifodalar bilan belgilanadi. Natijada atmosferada yana uchta oqim shakllanadi. Shunday qilib, birlamchi quyosh nurlanishining atmosferaga tushishi hisobga olinganda, u oltita oqimga bo‘linadi: uchta atmosferadan o‘tadi, qolgan uchta esa atmosferadan kosmosga qaytariladi.

Birinchi oqim birlamchi tushgan quyosh nurlanishining atmosferada diffuz qaytishi natijasida hosil bo‘ladi, uning quvvati (2)-ifodadagi birinchi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$B_1(\mu_0) = \mu_0 e_0 \beta^{qayt}(\mu_0). \quad (4)$$

Ikkinchi va uchinchi oqimlar (2) va (3)-ifodalar bo‘yicha aniqlanib, Yer yuzasiga yetib keladi va yer yuzasi tomonidan yutiladi, keyingi jarayonlarda ishtirok etmaydi:

$$B_2(\mu_0) = (1 - \Lambda)\mu_0 e_0 \beta^{o'tg}(\mu_0), B_3(\mu_0) = (1 - \Lambda)\mu_0 e_0 \beta^{to'g'r.o'tg}(\mu_0). \quad (5)$$

Qolgan uchta oqim qaytgan oqimdan hosil bo‘ladi, ular (2) va (3)-ifodalardagi ikkinchi hadlarga muvofiq atmosferadan o‘tadi va diffuz tarzda tarqalgan yoki tarqalmagan nurlanish sifatida kosmosga chiqadi:

$$B_4(\mu_0) = \Lambda\mu_0 e_0 (\beta^{o'tg}(\mu_0) + \beta^{so'chmg.o'tg}(\mu_0))\beta^{Ro'tg}(\mu_0), \quad (6)$$

$$B_5(\mu_0) = \Lambda\mu_0 e_0 (\beta^{o'tg}(\mu_0) + \beta^{to'g'r.o'tg}(\mu_0))\beta^{Rto'g'r.o'tg}(\mu_0). \quad (7)$$

Oltinchi oqim (2)-ifodaning birinchi hadi kabi atmosferada diffuz tarzda qaytib, Yer yuzasiga ikkinchi marta tushadi:

$$B_6(\mu_0) = \Lambda\mu_0 e_0 (\beta^{o'tg}(\mu_0) + \beta^{to'g'r.o'tg}(\mu_0))\beta^{Rqayt}(\mu_0). \quad (8)$$

Agar muhitda yutilish bo‘lmasa (konservativ muhitda), bu oqimlar orasida quyidagi bog‘liqlik mavjud:

$$B_1(\mu_0) + B_2(\mu_0) + B_3(\mu_0) + B_4(\mu_0) + B_5(\mu_0) + B_6(\mu_0) = \mu_0 e_0. \quad (9)$$

Ushbu so‘nggi ifoda birlamchi quyosh nurlanishi oqimi ($\mu_0 e_0$) ning olti oqim o‘rtasida taqsimlanishini ko‘rsatadi va atmosferadagi quyosh nurlanishi balansini belgilaydi. Quyidagi oqimlar mavjud: Atmosferadan qaytib, kosmosga yo‘naltiriladigan oqim $b^{qayt}(\mu_0) = B_1(\mu_0) + B_4(\mu_0) + B_5(\mu_0)$, atmosferadan o‘tib, Yer yuzasi tomonidan yutiladigan oqim: $b^{qayt}(\mu_0) = B_2(\mu_0) + B_3(\mu_0) + B_6(\mu_0)$

Hisoblashlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, yoritish burchagiga bog‘liq holda, yer yuzasi albedo qiymati 0.1 ga oshganda, atmosferaning o‘tkazuvchanlik koeffitsienti o‘rtacha 7-9% ga kamayadi(bu aks ettirish hisobga olinmagan holatga nisbatan hisob). Agar respublikamizda albedo qiymatini $\Lambda = 0.2$ deb hisoblasak, Yer yuzasining yoritilganligi o‘rtacha 17-19% ga kamayadi.

Quyosh nurlanishining Yer yuzasidan qaytishi quyosh panellarining yoritilganligiga ham ta’sir qiladi. Quyosh paneli yuzasi shaffof himoya oynasi bilan qoplangan (aks ettirish koeffitsienti 4% [4]) va germetik material bilan qoplangan; ular birgalikda panel sirtining aks ettirish(qaytarish) koeffitsientini hosil qiladi. Quyosh nurlari ushbu ikki qatlamdan o‘tib, panelning ishchi yuzasiga tushadi.

Aniq tahlil qilsak bunda yuzaga quyosh nurlari to‘g‘ri tushadigan oqim bilan yoritilganini faraz qilamiz ($\mu_0 = 1$), panelning aks ettirish koeffitsienti $k = 0.1$, va Yer yuzasi albedosi $\Lambda = 0.2$ ($k < \Lambda$). Hisoblashlar natijalariga ko‘ra (4)-(9) va [1]-ga asosan, Yer yuzasining bir birlik maydoni $B_2 + B_3 = 0.71e_0$ energiya oladi, panel yuzasi esa $B_2 + B_3 = 0.84e_0$ energiya oladi. Panel Yer yuzasiga qaraganda ko‘proq

energiya $0.13e_0$ qabul qiladi. Shuningdek, panel va Yer yuzasi bir vaqtning o'zida refleksiya natijasida hosil bo'lgan $B_6 = 0.023e_0$ oqimi ko'rinishidagi qo'shimcha energiyani oladi. Agar $\Lambda = k$ bo'lsa muvozanat o'rnatiladi, va agar $k > \Lambda$ bo'lsa, quyosh panelining yoritilganligi Yer yuzasining yoritilganligidan kamroq bo'ladi.

Shundan ko'rinib turibdiki, yer yuzasi tuzilishiga qarab, bir xil turdagi qurilmalar samaradorligi sezilarli darajada farq qilishi ya'ni sirtning aks ettirish koeffitsienti (qaytarish) hamda yer albedosiga kuchli darajada bog'liq bo'lishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Makhmud Sobirov, Jurabek Roziqov, Valijon Roziboyev, Dilfuza Yusupova, Calculation of spectral and angular distribution of diffusely reflected, transmitted, and non-scattered fluxes of solar radiation in atmospheric layers. Applied Solar Energy, 2023, v. 59, No 5 pp. 761-769.
2. S. Chandrasekhar, Radiative transfer. Dover Publications Inc, New York. 1953 (2003).
3. Petrov Yu.V., Egamberdiyeva X.T., Xolmatjonov B.M., Alautdinov M. Atmosfera fizikasi (Atmospheric physics), Tashkent, Fan va texnologiya, 2011.
4. Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д., Исследование солнечных фотоэлектрических элементов. Москва, Учебно-методическое пособие, 2016.