

Roziqov Jo‘rabek Yuldoshboy o‘g‘li

Farg‘ona davlat universiteti, Fizika kafedrası katta o‘qituvchisi

Ro‘ziboyev Valijon Umarali o‘gli

Farg‘ona davlat universiteti, Fizika kafedrası tayanch doktoranti

E-mail: valijonroziboyev@gmail.com

Kamolova Muhabbat Muhitdin qizi

Farg‘ona davlat universiteti, Fizika kafedrası tayanch doktoranti

Ahmedova Shalola Yunusali qizi

Farg‘ona davlat universiteti, Fizika kafedrası stajor-tadqiqotchisi

ATMOSFERA ZICHLIGI FLUKTUATSIYALARIDA SOCHILGAN QUYOSH NURLANISHINING GLOBAL OQIM SHAKLLANISHIGA TA’SIRI

Annotatsiya: Ushbu maqola quyoshdan kelayotgan nurlanish oqimi energiyasi miqdorini va bu oqimdagi o‘zgarishlarni Yer yuzasida joylashgan kuzatish stansiyalari hamda sun‘iy yo‘ldoshlar orqali olingan kuzatish natijalarini nazariy tahlil etishga bag‘ishlangan. Hisoblashlar orqali atmosfera qatlamlarida shakllanadigan diffuz oqimning miqdori, atmosferaning yil davomida kuzatiladigan iqlim o‘zgarishlariga bog‘liq ekanligi ko‘rsatib berildi.

Kalit so‘zlar: quyosh nurlanish energiyasi, diffuz oqim, global oqim, to‘g‘ri oqim, zichlikning fluktuatsiyalari, ko‘chirilish tenglamasi.

Розиков Журабек Юлдашбой угли

ФерГУ, старший преподаватель кафедры физики

Рузибоев Валижон Умарали угли

ФерГУ, соискатель степени PhD

E-mail: valijonroziboyev@gmail.com

Камолова Мухаббат Мухитдин кизи

ФерГУ, соискатель степени PhD

Ахмедова Шалола Юнусали кизи

ФерГУ, стажёр-исследователь кафедры физики

ВЛИЯНИЯ РАССЕЯННОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФЛУКТУАЦИЯХ ПЛОТНОСТИ АТМОСФЕРЫ, НА ФОРМИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТОКА

Аннотация: Статья посвящена теоретическому анализу количества энергии потока излучения, поступающего от Солнца, и изменений этого потока в течение многих лет на основе результатов наблюдений, полученных как наземными станциями, так и спутниками. С помощью вычислений показано, что величина диффузного потока, формирующегося в слоях атмосферы, зависит от климатических изменений атмосферы, наблюдаемых в течение года.

Ключевые слова: солнечная радиационная энергия, диффузный поток, глобальный поток, прямой поток, флуктуации плотности, уравнение переноса.

Roziqov Jurabek Yuldoshboy ugli

Fergana State University, Senior Lecturer, Department of Physics

Roziboyev Valijon Umarali ugli

Fergana State University, PhD Student, Department of Physics

E-mail: valijonroziboyev@gmail.com

Kamolova Muhabbat Muhitdin kizi

Fergana State University, PhD Student, Department of Physics

Ahmedova Shalola Yunusali kizi

Fergana State University, Research Intern, Department of Physics

THE EFFECT OF SCATTERED SOLAR RADIATION IN ATMOSPHERIC DENSITY FLUCTUATIONS ON THE FORMATION OF THE GLOBAL FLUX

Abstract: *The article is devoted to the theoretical analysis of the amount of solar radiation flux energy and its variations over the years, based on observation results obtained from ground-based stations and satellites. Calculations have shown that the magnitude of the diffuse flux formed in atmospheric layers depends on the climatic changes of the atmosphere observed throughout the year.*

Keywords: *solar radiation energy, diffuse flux, global flux, direct flux, density fluctuations, transfer equation.*

KIRISH

Quyosh nurlanishi energiyasidan boshqa turdagi energiyalarni olish va geliotexnik qurilmalardan foydalanish samaradorligini oshirish hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Shu sababli, quyoshdan kelayotgan nurlanish oqimi energiyasi miqdorini o'lchash va bu oqimdagi o'zgarishlarni doimo monitoring qilib borish dolzarb masala hisoblanib, bunday o'lchashlar natijalari kuzatishlar olib borilayotgan hududning quyosh energiyasi potensialini baholash imkoniyatini beradi.

Yer yuzasiga tushayotgan quyosh nurlanish (QN) energiyasi butun dunyo bo'ylab Yerdan turib va sun'iy yo'ldosh kuzatuvlari yordamida o'lchanadi, ularning natijalari esa xalqaro meteorologik tashkilotlarning saytlarida muntazam ravishda e'lon qilib boriladi. Biroq, Yer sharining bir geografik nuqtasi uchun turli saytlarda chop etilgan ma'lumotlar bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi. Bunday holat, mazkur hududdagi ob-havoning beqarorligi va kuzatuv natijasida olingan ma'lumotlarni hisoblash va qayta ishlash jarayonida atmosfera modelining tanlanishi bilan bog'liqdir.

Atmosfera qatlamlaridan o'tib Yer sirtiga tushayotgan umumiy nurlanish oqimi ikkita oqim yig'indisidan iborat. Atmosfera qatlamlaridan to'g'ridan-to'g'ri o'tgan oqim va atmosfera qatlamlaridagi havo molekulalarida sochilib, Yer sirtiga turli yo'nalishlarda tushgan diffuz oqim. Odatda, Yer yuzasiga tushayotgan quyosh energiyasining potentsiali, Yer sirtida joylashgan, birlik gorizontali yuzaga, vaqt

birliги ichida tushayotgan quyosh nurlanish energiyasi orqali baholanadi va bunday yuzaga tushayotgan energiya miqdori quyidagi kattaliklar orqali ifodalanadi: GHI - global oqim yoki gorizontall yuzaga tushayotgan to'liq oqim energiyasi, DHI - to'liq oqim tarkibidagi diffuz oqim energiyasi, DNI - ixtiyoriy vaziyatdagi yoritilayotgan yuzaga perpendikulyar ravishda tushayotgan oqim energiyasi.

Mazkur maqola NASA POWER [1] saytida keltirilgan GHI, DHI, DNI kattaliklar qiymatlarini ko'p yillar davomida olib borilgan o'lchash natijalarini hamda Pylab Python [2] paketida bajarilgan nazariy hisoblashlar natijalarini muhokama qilishga bag'ishlangan. [1] saytda Yer sharining istalgan geografik nuqtasiga yilning har kuni, har soatida tushayotgan quyosh nurlanish oqimi energiyasi va atmosferaning iqlim parametrlarini o'lchash natijalari berib boriladi va bu ma'lumotlardan atmosferaning iqlim xarakteristikalarini modellashtirishda foydalaniladi. [2] da keltirilgan ma'lumotlar esa fotoelektrik tizimlarni modellashtirishda qo'llash tavsiya etiladi.

ASOSIY TENGLAMALAR

Diffuz oqimning intensivligi nurlanish oqimining muhitlarda ko'chirilish tenglamasini yechish orqali hisoblab topiladi. $F(\tau=0, \Omega_0)$ intensivligidagi yassi-parallel quyosh nurlanish oqimi $\Omega_0 = \Omega_0(\theta_0, \varphi_0)$ yo'nalishda atmosferaning yuqori qatlamlariga tushayotgan bo'lsa, atmosferaning τ optik qatlamida $\Omega = \Omega(\theta, \varphi)$ yo'nalishda tarqalayotgan nurlanish oqimi intensivligi quyidagi tenglamani yechish orqali topiladi

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

Bu yerda, $\tau = (a^{soch} + a^{yutil})z$ - muhitning optik qalinligi, $\tilde{\omega}_0 = a^{soch}/(a^{yutil} + a^{soch})$ - atmosfera hajmida bir marta nurlanish sochilishidagi kvant chiqishi, $\alpha(\lambda) = a^{yutil} + a^{soch}$ - susayish koeffitsiyenti, a^{yutil}, a^{soch} - haqiqiy yutilish va sochilish koeffitsiyentlari.

(1) tenglamaning yechimlari Chandrasekarning S, T -matritsalar nazariyasi doirasida, quyosh nurlanish oqimini to'liq spektrini hisobga olgan holda olib borildi. Atmosferaga tushgan quyosh nurlarining bir qismi ko'p marta sochilganidan so'ng, atmosfera qatlamlaridan o'tib, turli yo'nalishlarda Yer sirtiga tushadi. Bu oqim intensivligi $T(\tau_1(\lambda), \mu, \varphi, \mu_0, \varphi_0)$ matritsa yordamida aniqlanib, bu matritsa atmosferaga tushayotgan quyosh nurlanish oqimi intensivligini atmosferada sochilishlar tufayli shakllanib, undan diffuz ravishda o'tadigan oqim intensivligi bilan o'zaro bog'laydi

$$I^{dif.o'tgan}(\tau_1, \Omega) = \frac{\tilde{\omega}_0}{4\mu} T(\tau_1(\lambda), \Omega, \Omega_0) \mu_0 F(\lambda, \Omega_0). \quad (2)$$

Atmosferaga tushayotgan quyosh nurlanish oqimining asosiy qismi atmosferadan to'g'ridan-to'g'ri, dastlabki tushish yo'nalishida o'tib, bu oqim intensivligi Lambert-Buger qonuni orqali aniqlanadi

$$I^{to'g'ri}(\tau_1, \Omega_0) = \exp(-\tau_1(\lambda)/\mu_0) \mu_0 F(\tau=0, \lambda, \Omega_0). \quad (3)$$

(2) va (3) munosabatlar atmosfera qatlamlaridan o'tib, Yer sirtida gorizontall holatda joylashgan birlik qabul qiluvchi yuzaga tushayotgan quyosh nurlanish oqimi intensivligini aniqlash imkonini beradi.

[4] maqolada GHI, DHI, DNI kattaliklarini (1) va (2) tenglamalar asosida hisoblash usuli ishlab chiqilgan bo'lib, (1) tenglamani yechimlari Chandrasekarning S, T -matritsalar usuli yordamida aniqlanadi [5].

HISOBLASH NATIJALARI

1-jadvalda, 24 yil davomida (2001–2024-yillar) NASA POWER [1] saytida taqdim etilgan GHI, DHI, DNI kattaliklarning o'rtachalashtirilgan qiymatlari va Pvlb Python paketining 2023 va 2024-yillar uchun nazariy hisoblangan qiymatlari keltirilgan. Hisoblashlarni bajarish uchun yilning to'rt fasliga tegishli to'rt kun ajratib olindi: mart, iyun, sentyabr va dekabr oylarining 22- sanasi. Bu kunlardagi mahalliy vaqt bilan soat 12:00 dagi, tush vaqtida Yer sirtiga tushayotgan oqimning qanday o'zgarishi tahlil etildi. Hisoblashlar $\phi=41.26^{\circ}sh.k.$ geografik kenglik (Toshkent shahri) uchun olib borildi.

Shuni aytib o'tish kerakki, Pvlb Python paketida bajarilgan hisoblashlarda atmosferani toza, bulutlar yo'q deb qaralib, atmosferada quyosh nurlari yutilmaydi deb hisoblanadi. Agar NASA POWER saytida olingan 24 yillik kuzatish kunlaridan ayrim bulutli kunlarni chiqarib tashlasak, qolgan kunlarni ochiq, bulutsiz kunlar deb qarash mumkin. Bu holda iyun uchun 23 kunni, sentyabr uchun 22, mart uchun 18, dekabr uchun 15 kunni bulutsiz deb qarash, ajratib olingan yillar uchun atmosferani shartli ravishda toza, bulutsiz deb qarab, har ikki manbada keltirilgan ma'lumotlarni o'zaro taqqoslash uchun sharoit yaratiladi.

Har ikki manbada keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, quyoshdan Yerga tushayotgan global nurlanish oqimi tarkibidagi diffuz oqimning miqdori bir-biridan keskin farqlanadi, [1] da kuzatishlar orqali aniqlangan natijalarda diffuz oqimning miqdori [2] da nazariy hisoblash orqali olingan natijalaridan sezilarli yuqoridir.

Toza osmon modelida atmosferada quyosh nurlarining yutilishi yo'q deb qaralib, atmosferada yorug'lik havo molekulalarida sochilishi mumkin halos. Bunday sochilish Reley qonuni asosida yuz berib, reley molekulyar sochilishi deb yuritiladi. Yilning nisbatan sovuq bo'lgan qish va bahor mavsumida, bulutli kunlar ko'proq bo'lib, atmosferaning namligi qolgan davrlarga nisbatan yuqori bo'ladi, bu esa quyosh nurlarini bulutlardagi suv tomchilarida qo'shimcha sochilishiga olib keladi. Shu sababli, bahor va qishda global oqim tarkibida diffuz oqimning ulushi yuqori ekanligini tushuntirish mumkin. Lekin, yilning issiq mavsumda (iyun, sentyabr) atmosfera harorati nisbatan yuqori bo'ladi, namlik esa mart va dekabr oylariga nisbatan pastroq bo'ladi. Shu sababli, yilning issiq davrlarida (iyun, sentyabr), atmosfera toza bo'lganligi tufayli, umumiy global oqim tarkibidagi diffuzning oqim ulushi, sovuq mavsumdagiga nisbatan past bo'lishi kerak.

Yozgi davrda diffuz oqimning yuqori darajada bo'lishini yorug'likning havo zichligi fluktuatsiyalarida sochilish mexanizmi bilan izohlash mumkin. Adabiyotlarda quyosh nurlarini havo molekulalarida molekulyar sochilishi bilan birgalikda, havo zichligini fluktuatsiyalarida sochilishi aytib o'tilsada, bunday sochilish uchun atmosferaning sochilish koeffitsiyenti hisoblanmagan. Chunki, bu kattalikni hisoblash uchun atmosferaning termodinamik parametrlariga bog'liq statistik hisoblashlarni bajarish kerak bo'ladi. Lekin, Reley sochilishi uchun

quyosh nurlarini to'liq spektri bo'yicha atmosferaning sochilish ko'effitsenti va atmosferaning optik qalinliklari hisoblangan.

Kunlar	Yoritilish burchagi, grad.	Tushuvchi oqim quvvati	Oqimlar	Python Pvlib [1] 2023-2024 y	NASA ROWER [2]	Bizning hisoblashlarimiz natijalari (parametrlar qiymatlarida)		O'lchov natijalari [5]
22-mart 12 ⁰⁰ soat	41.0	1037.61	GHI	799.57	700.14	688.01	$\Lambda=0.17,$ $\chi=6\beta=4$	528.91
			DHI	68.82	273.37	183.53		243.91
			DNI	974.08	540.32	671.28		394.75
22-iyun 12 ⁰⁰ soat	18.47	1254.4	GHI	930.90	931.10	928.18	$\Lambda=0.17,$ $\chi=7\beta=1$	918.79
			DHI	149.40	247.55	220.65		186.36
			DNI	824.68	750.35	744.84		776.21
22-sentabr 12 ⁰⁰ soat	41.51	1018.51	GHI	746.24	744.67	730.14	$\Lambda=0.17,$ $\chi=7\beta=1$	751.44
			DHI	111.42	202.18	191.77		173.04
			DNI	845.59	727.01	723.29		742.46
22-dekabr 12 ⁰⁰ soat	65.10	594.27	GHI	434.71	331.83	333.15	$\Lambda=0.23,$ $\chi=7\beta=6$	319.43
			DHI	30.67	139.75	129.80		142.05
			DNI	952.43	487.91	476.13		414.09

1-jadval. Kuzatuv [1] va hisoblashlar [2] natijalarini bizning hisoblashlar natijalari bilan solishtirish. Quyosh energiyasi V_t/m^2 birliklarida ifodalangan.

Gazlarning temperaturasi ortishi bilan molekulalarning xaotik issiqlik harakati kuchayadi, bu esa gaz zichligi qiymatini uzluksiz o'zgarib turishi, tebranishlariga olib keladi. Natijada gazning dielektrik singdiruvchanlik qiymati ham uzluksiz o'zgarib, gaz molekulalarining qo'shimcha qutblanishi yuzaga keladi, gazda yorug'likni sochilishi kuzatiladi [6]. Reley sochilishidan farqli ravishda, bu holda sochilgan yorug'lik intensivligi gaz temperaturasiga kuchli darajada bog'liq bo'ladi va bu sochilishni issiqlik tufayli sochilish deb ham qarash mumkin. Har ikkala sochilish modelida ham sochilish molekulyar bo'lgani sababli, birlik hajmdagi gazda sochilgan yorug'lik intensivligining burchak taqsimoti Reley burchak funksiyasi bilan tasvirlanadi [5]. Diffuz oqim intensivligini hisoblashda, bunday sochilish mehanizmining hissasini quyidagicha e'tiborga olish mumkin.

Diffuz oqimdagi yorug'likning issiqlik tufayli sochilgan qismini hisobga olish uchun (1) va (2) tenglamalardagi Reley sochilish ko'effitsiyenti a^{soch} ga qo'shimcha a^{fluk} tuzatmasini kiritamiz. Shunda sochilish ko'effitsiyenti $a^{soch} + a^{fluk}$ ko'rinishida ifodalanadi va bunday almashtirish, atmosferada yuzaga kelgan diffuz oqim miqdorini hisoblash imkoniyatini beruvchi (1) ko'chirilish tenglamasida qo'shimcha sochilish mexanizmini hisobga olish imkoniyatini beradi. Bu holda atmosferaning optik qalinligi ham o'zgaradi va quyidagi ko'rinishga keladi

$$\tau = (a^{soch} + a^{fluk}) Z = \tau^{soch} + \tau^{fluk}. \quad (4)$$

Oxirgi ifodani quyidagicha o'zgartiramiz

$$\tau = \tau^{soch} (1 + \tau^{fluk} / \tau^{soch}) = \tau^{soch} (1 + \chi), \quad (5)$$

bu yerda $\chi = \tau^{fluk} / \tau^{soch}$ o'lchamsiz kattalik bo'lib, uni (1) ko'chirilish tenglamasiga kiruvchi, mustaqil parametr sifatida qarash mumkin. Bu ifodada τ^{soch} , Reley

atmosferasining optik qalinligi va uning qiymatlari aniq, χ ning qiymati yorug'likning havo zichligi fluktuatsiyalarida sochilishini hisobga olinganda, atmosferaning optik qalinligining Reley atmosferasi optik qalinligiga nisbatan qanchaga o'zgarganini ko'rsatadi.

[1] da o'lchashlar orqali olingan ma'lumotlarda atmosfera toza, osmon musaffo bo'lgan sharoitida ham quyosh nurlanishining bir qismi atmosfera tomonidan yutilishi mumkinligi ko'rsatilgan. Yutilishni hisobga olish uchun yuqoridagi usuldan foydalanamiz, (1) tenglamaga τ^{yut} kattaligini qo'shamiz. Natijada, atmosferaning optik qalinligi quyidagi ko'rinishga keladi

$$\tau = \tau^{soch} + \tau^{fluk} + \tau^{yut} = \tau^{soch} \left(1 + \frac{\tau^{fluk}}{\tau^{soch}} + \frac{\tau^{yut}}{\tau^{soch}} \right) = \tau^{soch} (1 + \chi + \beta), \quad (6)$$

bu yerda $\beta = \tau^{yut} / \tau^{soch}$ - o'lchamsiz kattalik bo'lib, u yutilish hisobiga atmosferaning optik qalinligini Reley atmosferasi optik qalinligiga nisbatan qanchaga o'zgarishini baholash imkonini beradi. Natijada, atmosferadan o'tgan GHI, DHI, DNI oqimlarning qiymatlariga atmosferadagi issiqlik tufayli sochilish va atmosferada yorug'likni yutilishini ta'siri qanday bo'lishi mumkin ekanligini baholash imkoniyati yuzaga keladi.

Ushbu hisoblashlarda kiritilgan tuzatmalardan tashqari, bizning hisoblashlarda Yer sirtidan qaytgan quyosh nurlanish oqimining global oqimga ta'siri ham hisobga olindi (Λ - sirt albedosi). 1-jadvalda Λ, χ, β parametrlarning turli qiymatlarida, GHI, DHI, DNI kattaliklarni qiymatlarini hisoblash natijalari keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, iyun, sentabr va dekabr oylarida bu kattaliklarning biz bajargan nazariy hisoblashlarimizdagi natijalari, [1] dagi ma'lumotlarga yaxshi aniqlik bilan mos keladi. Mart oyidagi sezilarli tafovut esa yilning shu davrida ob-havoning o'zgaruvchanligi bilan izohlash mumkin.

Solishtirish uchun uchun jadvalda, 2013-2016-yillarda Parkent stansiyasida yer usti o'lchovlari bo'yicha olingan GHI, DHI, DNI ning o'rtacha qiymatlari [5] keltirilgan. Bu yerda mart oyidan tashqari, bizning hisoblash natijalari [3] va NASA POWER ma'lumotlari bilan yaxshi moslikda ekanligi kuzatiladi. Ba'zi tafovutlarni hisoblashlardagi va o'lchovlardagi xatoliklar, shuningdek [3] dagi kuzatuvlar siklining (4 yil) kamligi bilan izohlash mumkin.

Hisoblashlar faqat yilning to'rt faslining iqlim holati uchun harakterli bo'lgan to'rt kun uchun bajarildi xalos. Shunga qaramay, bajarilgan hisoblashlar atmosferaning iqlim parametrlari va quyoshdan Yer sirtiga tushuvchi diffuz oqim orasida o'zaro bog'liqlik mavjudligini ko'rsatib berdi. Bu hisoblashlarni har oy uchun ham bajarish mumkin (Kleyn kunlari uchun). Bu holda olingan natijalar yanada aniqroq bo'ladi va tegishli tuzatmalar kiritish mumkin, lekin yuqorida olingan natijalardagi umumiy qonuniyat o'zgarmay, saqlanib qoladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, yuqorida bajarilgan hisoblashlar respublikamizning Toshkent viloyati ($\phi = 41.26^\circ s.h.k.$) uchun bajarilgan bo'lishiga qaramay, Farg'ona vodiysi ($\phi = 40^\circ - 41.5^\circ s.h.k.$) uchun ham o'rinli bo'lib, olingan natijalardagi farq 1% atrofida bo'ladi.

XULOSA

Kuzatishlar natijalarini nazariy tahlil etish shuni ko'rsatadiki, yilning qishgi va bahorgi mavsumida bulutli kunlar ko'p bo'lib, atmosferadagi suv

bug'lari quyosh nurlarining qo'shimcha sochilishiga olib keladi. Natijada, global oqim tarkibida diffuz oqim miqdori yuqori bo'ladi. Lekin, yilning issiq kunlarida ham umumiy oqim tarkibida diffuz oqimning yuqori miqdorda bo'lishligini, quyosh nurlarini atmosferada zichlikning fluktuatsiyalarida sochilishi orqali tushintirish mumkin. Bu natijalar, Yer sirtiga tushayotgan quyosh nurlanish oqimi energiyasi bilan atmosferaning iqlim harakteristikalarini o'zaro bog'lash imkoniyatini beradi.

ADABIYOTLAR

1. NASA POWER, Available at: <https://power.larc.nasa.gov/>.
2. Profile Solar, Available at: <https://profilesolar.com/countries/UZ/>.
3. N. R. Avezova, E. Yu. Rakhimov, Orientation of Heated Premise in the Design of Insolation Passive Heating Systems, Applied Solar Energy, 2017, Vol. 53, No. 4, pp. 338–343.
4. Sobirov, M., Roziqov, J., Roziboyev, V., and Yusupova, D., Calculation of Spectral and Angular Distribution of Diffusely Reflected, Transmitted, and Non-scattered Fluxes of Solar Radiation in Atmospheric Layers, *Applied Solar Energy*, 2023, vol. 59, no. 5, pp. 761–769
5. Chandrasekhar, S., *Radiative Transfer*, New York: Dover Publications Inc., 1953 (2003).
6. Landsberg G.S. Optika. Moskva, Nauka. 1976.