



UDK: 524.1

Shohruhmirzo RO'ZIYEV,
O'qituvchi, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: ruzievshg@gmail.com

Katta ilmiy xodim, PhD O.Ganiyev taqrizi asosida

THE EFFECT OF ATMOSPHERIC PRESSURE ON NEUTRON FLUX NEAR THE EARTH'S SURFACE.

Annotation

In this work, the effect of atmospheric pressure on the thermal neutron flux was investigated. The influence of atmospheric pressure on the thermal neutron flux was determined through correlation analysis, and the values of the barometric coefficients were calculated separately for each month. Using these coefficients, pressure-corrected count rate values were obtained. The results show that the barometric coefficient generally takes larger values during the winter and autumn months, which is likely associated with the influence of other meteorological parameters.

Keywords: Atmospheric pressure, thermal neutrons, barometric coefficient, neutron flux, neutron detector, barometric effect.

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОТОК НЕЙТРОНОВ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Аннотация

В данной работе исследовано влияние атмосферного давления на поток тепловых нейтронов. Влияние атмосферного давления на поток тепловых нейтронов было определено с помощью корреляционного анализа, а значения барометрических коэффициентов были рассчитаны отдельно для каждого месяца. С использованием этих коэффициентов были получены значения скорости счета, скорректированные с учетом давления. Результаты показывают, что барометрический коэффициент обычно принимает большие значения в зимние и осенние месяцы, что, вероятно, связано с влиянием других метеопараметров.

Ключевые слова: Атмосферное давление, тепловые нейтроны, барометрический коэффициент.

ATMOSFERA BOSIMINING ISSIQLIK NEYTRONLARI OQIMIGA TA'SIRINI TADQIQ QILISH

Annotatsiya

Ushbu ishda atmosfera bosimining issiqlik (termal) neytronlari oqimiga ta'siri o'rganildi. Atmosfera bosimining issiqlik neytronlari oqimiga ta'siri korrelyatsion tahlil orqali aniqlandi va barometrik koeffitsientlarning qiymatlari har bir oy uchun alohida hisoblab chiqildi. Ushbu koeffitsientlardan foydalanib, bosim bo'yicha tuzatish kiritilgan sanoq tezligi qiymatlari olindi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, barometrik koeffitsient, ehtimol, boshqa meteorologik parametrlarning ta'siri sababli qish va kuz oylarida nisbatan yuqoriroq qiymatlarni qabul qiladi.

Kalit so'zlar: Atmosfera bosimi, issiqlik neytronlari, barometrik koeffitsiyent, neytronlar oqimi, neytron detektori, barometrik effekt.

Kirish. Yer yuzasi yaqinidagi issiqlik neytronlari oqimi, asosan, kosmik nurlarining atmosfera yadrolari bilan o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi. ^{238}U va ^{232}Th ning alfa-parchalanishi tabiiy neytron fonining shakllanishiga sezilarli hissa qo'shadi. Bu jarayonda chiqariladigan alfa-zarralar atrofdagi muhitning yengil yadrolari bilan o'zaro ta'sirlashib, (α, n) reaksiyalarini yuzaga keltiradi [1]. Hozirgi vaqtda Yer yuzasi yaqinidagi nuqtalarda tabiiy issiqlik neytronlari oqimini o'rganish neytron fizikasi va geofizika sohalarida yangi bilimlarni to'plashga xizmat qilmoqda [2-4].

Neytron oqimiga atmosfera bosimi, harorat, qor qoplami va boshqa shu kabi meteorologik parametrlar ta'sir qiladi. Neytron oqimidagi o'zgarishlarni o'rganishda ushbu omillarni hisobga olish muhim hisoblanadi.

Barometrik effekt Yer yuzasida qayd etiladigan kosmik nurlar intensivligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [5]. Bu hodisa atmosfera bosimi oshganda havo zichligi ortishi bilan bog'liq bo'lib, natijada kosmik nurlarning atmosferada hosil qilgan ikkilamchi zarralarining yutilishi va sochilishi kuchayadi. Shu sababli bosim yuqori bo'lgan davrlarda qayd etilgan zarrachalar soni kamayadi, aksincha bosim pasayganda esa ularning intensivligi ortadi.

Neytron detektori joylashgan hududdagi yog'ingarchilik miqdori ham issiqlik neytronlari hisoblash tezligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Tabiiy holatda qor asosan muzlagan holatdagi suv (H_2O) dan iborat bo'lib, uning tarkibida chang, tuzlar va organik moddalar kabi turli aralashmalar ham bo'lishi mumkin. Biroq neytron oqimiga asosiy ta'sir vodorod miqdori bilan bog'liq, chunki vodorod atomlari neytronlarni samarali sekinlashtiradi.

Issiqlik neytronlarning proton (vodorod yadrosi) tomonidan yutilish kesimi neytron tezligi 2200 m/s bo'lganda taxminan 0.33 barnni tashkil etadi. Bu qiymat tajribaviy tadqiqotlarda [6,7] aniqlangan. Qor qoplami issiqlik neytronlari oqimiga ikki asosiy yo'l bilan ta'sir qiladi: ularni yutadi yoki sekinlashtiradi. Turli qishki davrlar ma'lumotlari asosida o'tkazilgan tadqiqotda qor qoplaminin balandligi issiqlik neytronlari hisoblash tezligiga ta'siri aniqlangan.

Barometrik koeffitsientlarni aniqlash

Atmosfera bosimining ta'sirini barometrik tuzatmalar yordamida hisobga olish kosmik nurlarning atmosfera tashqarisidagi variatsiyalarini yanada aniqroq aniqlash imkonini beradi [8]. Bu, ayniqsa, sutkalik va oyga bog'liq variatsiyalar, Quyosh

chaqnashlari hamda koronal massa chiqarilishlari natijasida yuzaga keladigan Forbush pasayishlari kabi atmosfera tashqarisidagi jarayonlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega [9]. Faqat barometrik ta'sir hisobga olingandan keyingina kuzatilayotgan tebranishlarni ishonchli talqin qilish va Yerga yaqin fazodagi fizik jarayonlar haqida xulosalar chiqarish mumkin.

Atmosfera bosimining o'zgarishi natijasida neytron detektorining hisoblash tezligidagi o'zgarish quyidagi ko'rinishda ifodalanadi [10]:

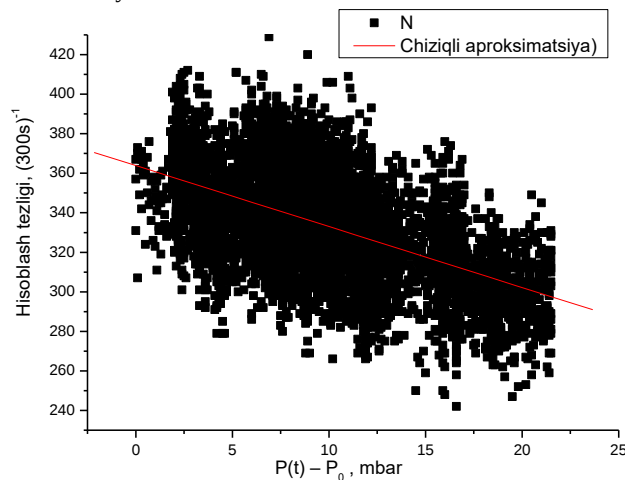
$$\Delta N = B \cdot \Delta P \quad (1)$$

bu yerda B – barometrik koeffitsiyent bo'lib, detektorning bosim o'zgarishiga sezgirligini tavsiflaydi, ya'ni bosim bir shartli birlikka o'zgarganda qayd etilayotgan zarralar intensivligi qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi. Barometrik koeffitsiyent quyidagi tartibda aniqlandi. Avvalo, uzoq vaqt oralig'i uchun bosimning o'rtacha qiymati hisoblanib, $P_0 = 993$ mbar deb olindi. So'ngra hisoblash tezligining bosimning o'rtacha qiymatdan og'ishi ($\Delta P = P - P_0$) ga bog'liqligi qurildi (1 – rasm). Olingan bog'liqlik chiziqli funktsiya bilan approksimatsiya qilindi va barometrik koeffitsiyent B ushbu to'g'ri chiziqli qiyalik burchagi tangensi sifatida aniqlandi. Shundan so'ng barometrik koeffitsiyent β quyidagi ifoda yordamida hisoblandi:

$$\beta = \frac{B}{N_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

bu yerda β – %/mbar birliklarida ifodalangan barometrik koeffitsiyent bo'lib, atmosfera bosimi 1 mbar ga o'zgarganda detektorning hisoblash tezligi necha foizga o'zgarishini ko'rsatadi; N_0 esa P_0 bosim qiymatiga mos keluvchi hisoblash tezligidir.

Barometrik koeffitsiyent har bir oy uchun alohida hisoblanadi, chunki atmosfera bosimi va neytronlar oqimiga ta'sir qiluvchi boshqa meteorologik omillar mavsumiy ravishda o'zgarib turadi. Bu o'zgarishlar yil fasllariga xos bo'lgan turli iqlim sharoitlari, masalan, harorat, namlik va qor qoplami balandligining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli, bosimning neytronlar hisoblash tezligiga ta'sirini yanada aniqroq tahlil qilish va tushunish uchun ushbu omillarni hisobga olish hamda β barometrik koeffitsientini har bir oy uchun alohida hisoblash zarur.



Rasm 1. Hisoblash tezligini atmosfera bosimi bilan aproksimatsiyasi

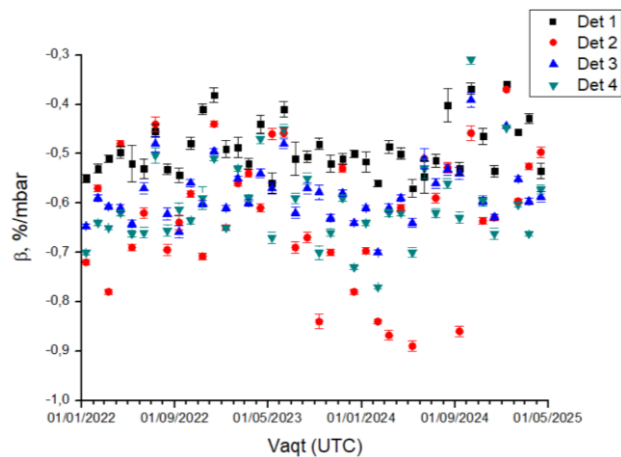
Yuqoridagi grafikda (Rasm 1.) chiziqlik aproksimatsiya funksiyasi qiymatlaridan barometrik koeffitsiyentlar qiymatlarini $B = -3.085 \pm 0.05$ (300s·mbar)⁻¹, $\beta = 0.84 \pm 0.05$ %/mbar ekanligi topildi.

2 – rasmda barometrik koeffitsiyentning vaqtga bo'g'liqligi keltirilgan, 4 ta detektor uchun barometrik koeffitsiyent turli qiymatlarni qabul qilgan, bu detektorlarni yer sirtidan turli balandlikda joylashgani bilan bog'liq. Barometrik koeffitsiyentning tanlangan davrdagi o'rtacha qiymatlari mos ravishda: -0.490 ± 0.008 %/mbar, -0.623 ± 0.021 %/mbar, -0.578 ± 0.007 %/mbar, -0.620 ± 0.013 %/mbar ni tashkil etadi.

Barometrik effekt hisobga olingan holdagi hisoblash tezligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

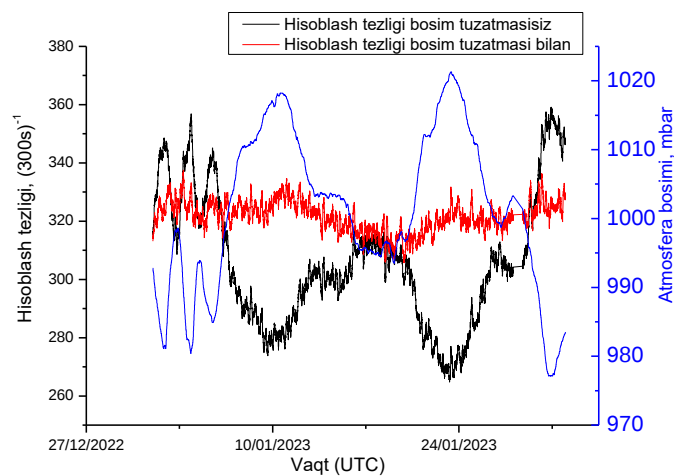
$$N_i^{kor} = N_i + B \cdot (P_0 - P_i) \quad (3)$$

bu yerda i – vaqt oralig'i raqami; P_i – joriy bosim qiymati; N_i – joriy hisoblash tezligi; N_i^{kor} – barometrik ta'sirga tuzatilgan hisoblash tezligi. Barometrik koeffitsiyentlar aniqlangandan keyin (3) ifoda orqali hisoblash tezligini bosim tuzatmasi kiritilgan holdagi qiymatlarini olish mumkin (2–rasm).



Rasm 2. Barometrik koeffitsiyentning vaqtga bog'liqlik grafigi

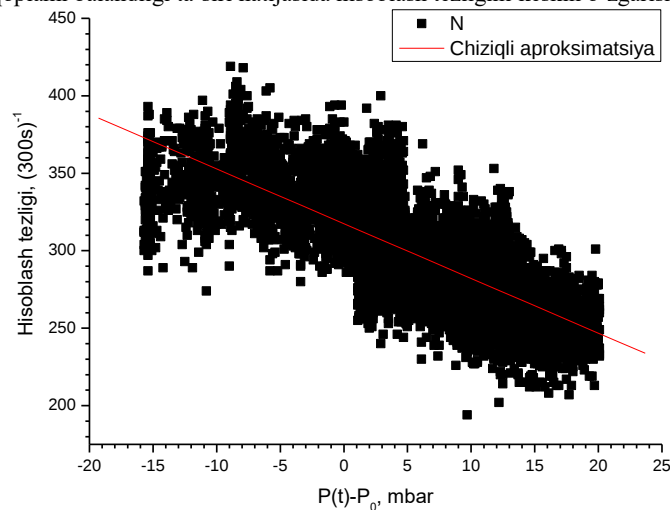
3 – rasmdan ko'rinib turganidek atmosfera bosimi issiqlik neytronlarni oqimiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi va atmosfera bosimi ortishi bilan bu hisoblash tezligi kamayib, aksincha esa ortadi. Bu atmosfera bosimi ortganda neytronlarni havoni tashkil etgan moddalar yadrolari bilan to'qnashishlar ortishi va yerga yetib kelishini qiyinlashish bilan bog'liq bo'ladi.



Rasm 3. Barometrik effektini hisobga olgan va hisobga olmagan holda bosim hamda hisoblash tezligining vaqt bo'yicha bog'liqligi.

Barometrik koeffitsiyentni aniqlashdagi xatoliklar

Barometrik koeffitsiyent qor mavjud bo'lgan oylarda hisoblash tezligini bosimga chiziqli bog'liq emasligini ko'rsatadi (4 – rasm). Bu mazkur oyda qor qoplamani balandligi ta'siri natijasida hisoblash tezligini keskin o'zgarishi bilan bog'liq.



Rasm 4. Hisoblash tezligini atmosfera bosimi bilan aproksimatsiyasi

4 – rasmdan ko'rinib turibdiki chiziqli aproksimatsiya xato olingan, bu mazkur oyda qor mavjud bo'lishi va uni oy oxiriga borib to'liq erib ketishi bilan bog'liq. Bunda hisoblash tezligini oy boshidan oxirigacha keskin o'zgarishi bilan izohlanadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda atmosfera bosimini Yer yuzasi yaqinidagi issiqlik (termal) neytronlari oqimiga ko'rsatadigan ta'siri miqdoriy jihatdan tahlil qilindi. O'tkazilgan korrelyatsion tahlillar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi: To'rtta neytron detektorlari uchun barometrik koeffitsiyentning vaqt bo'yicha o'zgarish dinamikasi aniqlandi. Detektorlarning yer sirtidan turli balandliklarda joylashganligi sababli, ularning o'rtacha barometrik koeffitsiyentlari mos ravishda $-0.490 \pm 0.008 \text{ \%/mbar}$, $-0.623 \pm 0.021 \text{ \%/mbar}$, $-0.578 \pm 0.007 \text{ \%/mbar}$ va $-0.620 \pm 0.013 \text{ \%/mbar}$ ni tashkil etdi. Bu koeffitsiyentlar yordamida neytronlar hisoblash tezligi ma'lumotlariga atmosfera bosimi bo'yicha aniq tuzatmalar kiritildi. Barometrik koeffitsiyentning oyma-oy o'zgarishi tahlil qilinganda, kuz va qish oylarida yog'ingarchiliksiz davrlarga nisbatan yuqoriroq qiymatlar kuzatildi, bu esa boshqa mavsumiy meteorologik parametrlarning koeffitsiyentni aniqlashga bilvosita ta'siri mavjudligini ko'rsatadi. Hisoblash tezligiga atmosfera bosimi tuzatmasi kiritilgandan keyin Forbush pasayishlari kabi atmosferadan tashqari jarayonlarni ham o'rganish mumkin bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Стенькин, Ю.В. и др. Вариации фонового потока тепловых нейтронов на Камчатке. *Известия РАН. Серия физическая*, 86, 2022, (5), С. 758–760.
2. Alekseenko, V.V. et al. Decrease of Atmospheric Neutron Counts Observed during Thunderstorms. *Physical Review Letters*, 114, 2015, (12), 125003.
3. Stenkin, Y. et al. Response of the environmental thermal neutron flux to earthquakes. *Journal of Environmental Radioactivity*, 208–209, 2019, 105981.
4. Алексеев, В.В., Громушкин, Д.М. и др. Вариации нейтронного потока во время гроз. *Известия РАН. Серия физическая*, 79, 2015, (5), С. 739–742.
5. Dorman, L.I. Variations of Cosmic Rays. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, 392 p.
6. Hamermesh, B. et al. The Thermal Neutron Capture Cross Section of Hydrogen. *Physical Review*, 90, 1953, (4), pp. 603–606.
7. Meads, R.E. et al. The Capture Cross Section of Thermal Neutrons in Water. *Proceedings of the Physical Society. Section A*, 69, 1956, (6), pp. 469–479.
8. Dorman, L.I., Dorman, I.V. Cosmic Rays and the Earth's Atmosphere. *Physics-Uspekhi*, 47, 2004, (3), pp. 225–243.
9. Miroshnichenko, L.I. Solar Cosmic Rays. Dordrecht: Springer, 2001, 469 p.
10. Бушама, Л. и др. Исследование влияния метеопараметров на концентрацию тепловых нейтронов по данным установки «Нейтрон». *Известия РАН. Серия физическая*, 85, 2021, (10), С. 1517–1520.