

VPLYV RÝCHLOSTI VETRA NA INTENZITU NEUTRÓNOVEJ ZLOŽKY KOZMICKÉHO ŽIARENIA

JURAJ DUBINSKÝ, PAVEL CHALOUPKA, TADEUSZ KOWALSKI

Na hľadanie príčin a povahy variácií kozmického žiarenia v súvislosti s geofyzikálnymi, heliofyzikálnymi a astrofyzikálnymi javmi treba stanoviť závislosť intenzity kozmického žiarenia od meteorologických faktorov.

V roku 1957 upozornil Lockwood [1] na existenciu vplyvu rýchlosti vetra na meranie intenzity kozmického žiarenia, a to predovšetkým na jeho neutrónovú zložku. Celý efekt je spôsobený tým, že meraný barometrický tlak p pri pohybe vzduchu v mieste, kde sa meranie koná, nezodpovedá množstvu hmoty nad meracím prístrojom. Keď označíme tlak, ktorý bol nameraný v pokojnom vzduchu p_0 , platí

$$p = p_0 - \frac{\rho}{2} v^2, \quad (1)$$

kde ρ je hustota vzduchu a v jeho rýchlosť. Oprava vzhľadom na rýchlosť vetra bude potom daná vzorcom

$$\delta p = p_0 - p = \frac{\rho}{2} v^2. \quad (2)$$

Pre Lomnický štít má ρ (pri priemernej teplote -3°C a priemernom tlaku 550 mm Hg) hodnotu $0,944 \cdot 10^{-3}$. Pre δp v mm Hg dostávame potom rovnicu

$$\delta p = 0,27 \cdot 10^{-3} v^2, \quad (3)$$

kde v je v km/hod. Táto hodnota bude o niečo väčšia v dôsledku pohybu vyšších vrstiev atmosféry.

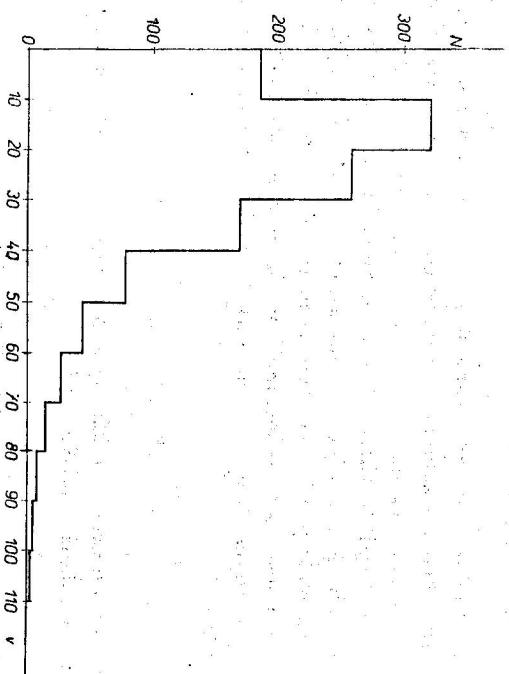
Pretože rýchlosti vetrov ~ 100 km/hod nie sú v horských staniách zriedkavé, predstavuje tento efekt veľikú, ktorú pri barometrických (obr. 1) korekciách intenzity kozmického žiarenia nemožno zanedbať. Barometrický koeficient tvrdej zložky je pre Lomnický štít $0,274 \text{ \%}/\text{mm Hg}$ a pre neutrónovú zložku $0,943/\text{mm Hg}$. Robí teda vplyv vetrov takého veľkosti na tvrdú zložku minimálne $0,7 \text{ \%}$ a pri neutrónovej $2,6 \text{ \%}$. To sú už veľikiny, ktoré sú rovnakého rádu a niekedy dokonca vyššie ako merané mimozemské-rieké variácie (amplitúda dennej variácie pre tvrdú zložku $\sim 0,2 \text{ \%}$, pre neutrónovú zložku $\sim 0,5 \text{ \%}$). Meranie intenzity bude teda potrebné na

rýchlost vetra korigovať. Na tento cieľ sme potrebnú konštantu pre neutrónovú zložku určili experimentálne. Pre tvrdú zložku sa dá potrebná konštantá prepočítať.

Z horeuvedených úvah vyplýva, že závislosť počtu registrovaných neutrónov n od rýchlosti vetra v môžeme vyjadriť vzťahom

$$n = f(v^2). \quad (5)$$

Keď si tento vzťah znázorníme graficky, vidíme, že rozptyl jednotlivých bodov (obr. 2) značne prevyšuje chyby, s akými sa normálne stretávame pri fyzikálnych meraniach.



Obr. 1. Histogram odpočtov jednotlivých rýchlostí vetra na Lomnickom štíte v období od 1. I. — 30. 4. 1958.

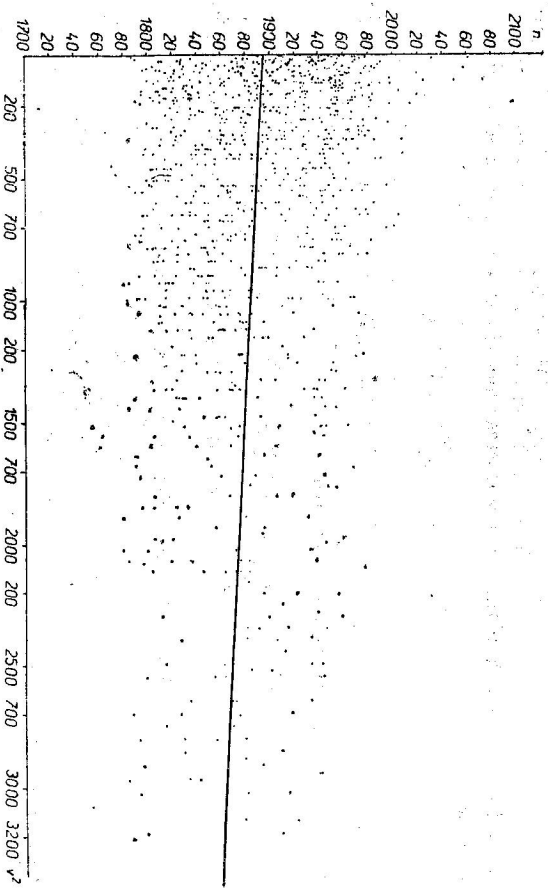
kálnych meraniach. V tomto prípade hovoríme o korelačnej závislosti, ktorú vyjadruje tzv. regresná čiara. Pre nájdenie spomenutej regresnej čiary sme použili merania vykonané neutrónovým monitorom [2] na stanici MGR na Lomnickom štíte v januári, februári, mári a apríli roku 1958, pričom hodnoty boli korigované iba na barometrický tlak. Vynechané boli časové úseky medzi 10. — 20. februárom a 24. marcom — 4. aprílom, pretože v tejto dobe bola intenzita primárnej složky mimoriadne porušená silnými magnetickými búrkami. Intenzita neutrónov bola odčítaná každé dve hodiny a rýchlosť vetra každú hodinu. Ako odpovedajúcu hodnotu intenzity neutrónov (registrovanú v dvojhodinových intervaloch) brali sme prísušný priemer rýchlosti vetra, nameranej každú hodinu. Celkom sme použili 1116 odčítaní z neutrónového monitora a prísušné rýchlosti vetra, namerané v zodpovedajúcom čase. Na vyhladenie regresnej priamky sme použili analytickú metódu najmenších štvorcov [3].

Nech v rovnici (4) je n lineárnou funkciou v^2 .

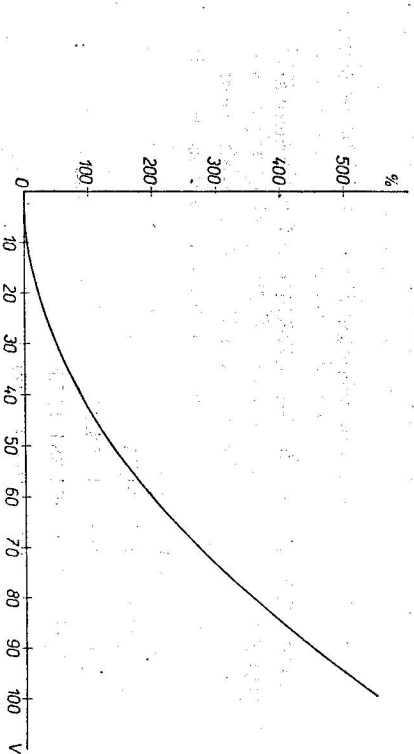
$$n = av^2 + b. \quad (6)$$

Samozrejme, že platí tiež

$$\sum_k n = a \sum_k v^2 + b, \quad (7)$$



Obr. 2.



Obr. 3. Závislosť korekcie od rýchlosti vetra.

kde k je počet odčítaných hodnôt. Poslednú rovnicu môžeme prepísať takto:

$$\bar{n} = \frac{\sum v^2}{k} + b, \quad (8)$$

kde \bar{n} je priemer z n a \bar{v}^2 priemer z v^2 .

V rovnici (6) označíme $n = y$, $v^2 = x$ takže rovnica regresnej priamky bude

$$y = ax + b. \quad (9)$$

Metóda najmenších štvorcov vyžaduje, aby súčet S bol čo najmenší:

$$S = \sum_i (y_i - ax_i - b)^2 \rightarrow \min. \quad (10)$$

Metódou variácie konštant a a b dostávame sústavu rovníc, z ktorých vyrátame a a b :

$$\begin{aligned} \sum_i (y_i - ax_i - b)x_i &= 0, \\ \sum_i (y_i - ax_i - b) &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Posledné rovnice prepíšeme do tvaru

$$\begin{aligned} a \sum_i x_i^2 + b \sum_i x_i &= \sum_i x_i y_i, \\ a \sum_i x_i + bk &= \sum_i y_i, \end{aligned} \quad (12)$$

kde k je počet meraní. Z posledných rovníc (12) vychádza

$$a = \frac{k \sum n v^2 - \sum n \sum v^2}{k \sum v^4 - (\sum v^2)^2}. \quad (13)$$

Odčítaním (8) od (6) dostaneme

$$n - \bar{n} = a[v^2 - \bar{v}^2], \quad (14)$$

b je potom

$$b = \bar{n} - a \frac{\sum v^2}{k}. \quad (15)$$

Po vyrátaní a a b dostávame regresnú priamku $y = ax + b$, ako je znázor-
nené na obr. 2.

Spomínaných 1116 odčítaní n a im zodpovedajúce v boli spracované pre potrebu rovníc (13) a (15):

$$\begin{aligned} k &= 1116 \\ \sum n &= 2\,104\,191 \\ \sum v^2 &= 1\,064\,820,75 \\ \sum n v^2 &= 1\,985\,123\,253,25 \\ \sum v^4 &= 3\,193\,964\,381,4375 \\ a &= -0,010\,363 \pm 0,001 \\ b &= 1895,363\,57. \end{aligned}$$

Pre kontrolu numerických výpočtov vyrátali sme b nie z rovnice (14), ale zo sústavy rovníc (12):

$$b = \frac{\sum v^4 \sum n - \sum v^2 \sum n v^2}{k \sum v^4 - (\sum v^2)^2}, \quad (16)$$

pričom numerická hodnota b vyrátaná z rovnice (16) je

$$b = 1895,363\,62.$$

Pri grafickom znázornení máme ďalšiu kontrolu, spočívajúcu v tom, že regresná priamka musí prechádzať ťažiskom

$$T[\bar{v}^2; \bar{n}] = T[954,14; 1885,5].$$

Hodnota zníženia intenzity neutrónovej zložky pri vetre rýchlosti 100 km/hod, nájdená experimentálne, je teda

$$5,5 \pm 0,5 \%$$

čo je hodnota pomerne značne väčšia ako hodnota očakávaná. Hodnota koeficientu korelácie je pričom $0,24 \pm 0,02$. Rozdiel medzi očakávanou hodnotou a hodnotou nájdenou experimentálne môže byť spôsobený jednak pohybom vyšších vrstiev atmosféry a tiež tým, že vetry na Lomnickom štíte majú veľkú vertikálnu zložku (zapríčinenú strmým terénom), v dôsledku čoho meraná rýchlosť vetra je asi o 30 % nižšia ako rýchlosť skutočná. Keď podľa toho znížime nameranú hodnotu príslušným faktorom, vychádza nám koeficient nižší: 3,3 %; táto hodnota súhlasí s hodnotou získanou Lockwoodom.

Chyba merania je, pravda, v skutočnosti väčšia, a to z týchto dôvodov:

1. Presné rozloženie rýchlosti vetra v závislosti od výšky nad meracou aparátúrou nie je známe;

2. meria sa iba vodorovná zložka rýchlosti vetra, čo pri zahrotenom tvare Lomnického štítu, spôsobujúcim usmernenie vetru do vertikálneho smeru, predstavuje značnú chybu;

3. použité dvojhodinové priemery rýchlosti sú medzi sebou korelované.

Použitá dáta boli namerané aparátúrou, zhotovenou ČSAV – Fyzikálnym ústavom pre potreby MGR. Práca je súčasťou programu MGR.

Autori ďakujú N. S. Kammerovi z Inštitúta zemného magnetizmu v Moskve za podnet k tejto práci.

LITERATURA

- [1] Lockwood J. A., Salawa A. R., Jour. Am. Terr. Phys. 11 (1957), 23.
 [2] Нидкы́ J., et al., Čs. čas. fys. 9 (1959), 150.
 [3] Dorman L. I., *Variacii kosmicheskikh lúčej*, Moskva 1957, 50.
 Došlo 17. 9. 1959.

*Laboratorijni fiziki
 Slovenske akademije vied
 Inštitút Geofyziky
 Polskej akademije vied*

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ НЕЙТРОННОГО
 КОМПОНЕНТА КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
 ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА

И. ДУВИНСКИ, П. ХАЛОУПКА, Т. КОВАЛСКИ

Выводы

В работе дается теоретическое определение процентной величины зависимости интенсивности нейтронного компонента космического излучения, измеренного на Ломиником пике, от скорости ветра. Эта величина сравнивается с экспериментальной величиной установленной методом регрессивной прямой. Разница между величиной установленной теоретически (больше 2,6 % при скорости 100 км/час) и величиной найденной экспериментальным путем ($5,5 \pm 0,5$ %) объясняется сравнительно большой вертикальной компонентой скорости ветра, вызываемой конфигурацией поверхности. При измерениях на эту компоненту внимание не обращалось, а ее значение пред- ставляет по возрненным метеорологам приблизительно 30 % всей величины.

INFLUENCE OF VELOCITY OF THE WIND ON THE
 INTENSITY OF NEUTRON COMPONENT
 OF COSMIC RAYS

JURAJ DUBINSKÝ, PAVEL CHALOUPKA, TADEUŠZ KOWALSKI

Summary

The percental changes in the intensity of the neutron component measured at Lomnický štít caused by the wind is theoretically estimated. The value obtained is compared with that obtained experimentally using the method of regression line. The difference between the theoretical value (more than 2,6 % at the velocity 100 km p. h.) and the experimental value ($5,5 \pm 0,5$ %) can be explained by the relatively great vertical component of the windspeed, which has its origin in the shape of the mountain. This component is not measured and its value amounts, according to meteorologists, roughly 30 % of the total velocity.

AKADEMIK JUR HRONEC ZOMREL

Dňa 1. decembra 1959 zomrel akademik Jur Hronec, doktor fyzikálno-matematických vied, profesor Univerzity Komenského, nositeľ Radu práce, doktor h. c. pedagogických vied.
 Akademik Jur Hronec pôsobil dlhé roky na Slovenskej vysokej škole technickej a na Prirodovedeckej fakulte Univerzity Komenského. Ťažisko jeho vedeckej práce bolo v odbore diferenciálnych rovníc. Bol známy ako vynikajúci pedagóg, organizátor vedeckých podujatí a zúčastnil sa aktívne zakladania mnohých vysokých škôl na Slovensku. Akademik Hronec bol Slovákom veľmi vzácných osobných vlastností, obetavo pomáhaj svojím spolupracovníkom. Jeho smrť sa hlboko dotýka všetkých, ktorí ho poznali. Jeho pamiatke venujeme podrobný článok v nasledujúcom čísle nášho časopisu.