

## SPEKTRUM ŠIROKÝCH SPŔŠŔOK KOSMICKÉHO ŽIARENIA NA ÚROVNI HÔR

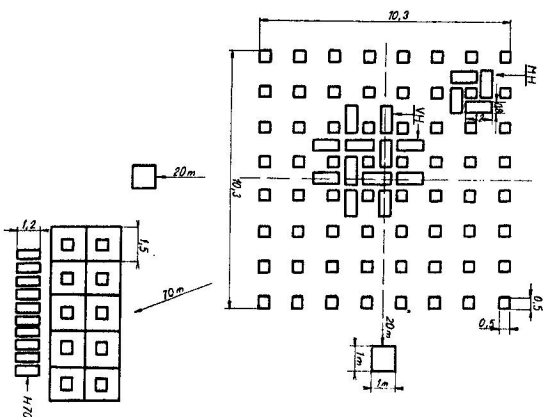
TEODOR HIAVŔAČ, Bratislava

Na stanici kozmického žiarenia v Ľan-Šane, 3340 m n. m. sme pomocou veľkoplšných scintilátorov merali spektrum širokých atmosférických spŔšŔok kozmického žiarenia. V oblasti malých spŔšŔok ( $N = 10^2 - 10^4$ ) sme v priebehu spektra namerali mierny sklon blízky ku  $\gamma \approx 1, 2$ , v oblasti  $N > 10^4$  sme dostali hodnotu  $\gamma = 1,6$ .

V prvej etape prevádzky komplexnej aparatúry Akadémie vied ZSSR na meranie spŔšŔok kozmického žiarenia v Ľan-Šane (3340 m) boli uskutočnené merania spektrier spŔšŔok podľa počtu elektrónov.

### JEDNOTLIVÉ ČASTI APARATÚRY A ICH GEOMETRIA (obr. 1)

1. Centrálna „šachovnica“ 64 scintilátorov, každý o ploche 50 cm  $\times$  50 cm.
2. Medzi scintilátormi sú umiestnené dva hodoskopy, v jednom 144 GN-počítačov typu SI-5-G, v druhom 96 GM-počítačov MC-9.
3. V centre „šachovnice“ sú dva scintilátory s rozmermi 1 m  $\times$  1 m.
4. Na všetkých štyroch stranách od centra „šachovnice“ vo vzdialenosti 20 m sa nachádzajú štyri scintilátory tiež rozmerov 1 m  $\times$  1 m.



Obr. 1. Geometria aparatúry. MH — malý hodoskop (96 GM-počítačov MC-9); VH — veľký hodoskop (144 GM-počítačov SI-5G); H70 — hodoskop vo vzd. 70 m od centra (120 GM-počítačov SI-5 G).

5. Vo vzdialenosti 70 m od centra je 10 scintilátorov s celkovou plochou 20 m<sup>2</sup>.  
6. V tej istej vzdialenosti 70 m je tiež hodoskop zo 120 GM-počítačov typu SI-5 G.

#### RIADIACE PULZY

Aparatúra sa spúšťala od dvoch druhov pulzov: pri prvom sa uskutočnila registrácia, keď sa splnila podmienka vopred určeného minimálneho počtu častíc v ľubovoľných scintilátoroch. Tento prah bol pri dvoch sériách meraní 10, resp. 100 častíc.

Pri ďalšom riadiacom impulze sa registrovali len centrálné spršky, ktorých os prechádzala centrálnou časťou — „šachovnicou“. Riadiaci blok vyberal len také spršky, ktoré spĺňali kritérium  $1,5 \bar{g}_c \geq \bar{g}_p$

$\bar{g}_c$  — hustota v 4 scintilátoroch vo vzdialenosti 20 m od centra,

$\bar{g}_p$  — hustota v centrálnom scintilátore.

Toto kritérium sa zvolilo na základe výpočtov a preverilo experimentom. Vyberá spršky, ktorých os sa nachádza v kruhu so stredom v centre „šachovnice“ s polomerom približne 10 metrov.

#### SPÔSOB REGISTRÁCIE

Výška pulzu z fotónsobičca, úmerná množstvu relativistických častíc, ktoré prešli cez scintilátor, sa pretransformovala na číslo a zapísala na magne-

102-669	391,1	706,0	124,6	12,1					
218	127	482	161	132	241	178	0	-220	
0	264	348	275	505	0	161	178	-288	
302	486								
241	801	0	656	383	294	218	218	-365	
241	801	1613	2178	1195	332	247	218	-853	
247	625	772	1783	0	725	397	167	-673	
197	325	279	325	456	299	178	0	-301	
108	178	0	439	180	147	0	161	-217	
	133	131	119	178	97	163	178	-138	
222	367	604	742	433	305	220	187		
29,9									
40,4	16317,6	179871,8	27,1						
27,1									
2,2	1,0	0,0	3,6	0,0	1,5	1,8	0,0	1,8	0,0
124,65									
108,78									
1,87									

Obr. 2. Ukážka záznamu o jednej sprške, prevedená počítačom NAIRI. Čísla znamenajú počet častíc na m<sup>2</sup> v danom detektore. Nula znamená evidentne zlyh, a preto automaticky vylučovaný detektor.

tickú pásku ako určitý počet rovnakých impulzov. Údaje z pásky sa voviedli do operatívnej pamäti počítača, ktorý po spracovaní nameraných hodnôt písal hustotu jednotlivých častí aparatúry v geometrii (obr. 2).

#### KRITÉRIÁ PŘECHODU OSI SPRŠKY DANOU PLOCHOU

Pre výpočet spektrier sme z množstva spršok, zaregistrovaných podľa prvého typu riadiacich impulzov vybrali tie, ktorých os prechádza vopred vyberanou plochou. V našom prípade sme vybrali štvorec, v ktorom sa nachádza 16 centrálnych scintilátorov „šachovnice“, celkove plochu 22 m<sup>2</sup>. Vyber musel spĺňať požiadavku: vypísať každú spršku, ktorej os prechádza danou plochou a zároveň prepustiť spršky s osou mimo tejto plochy. Za týmto účelom sme z magnetickej pásky vypísali niekoľko stoviek zaregistrovaných spršok ručne, čiže bez pomoci počítača sme vyhládali také, ktorých os prechádza požadovanou plochou a potom hľadali kritériá, ktoré zabezpečujú vyber všetkých spršok, prechádzajúcich danou plochou. Ukázalo sa, že táto požiadavka je splnená použitím dvoch jednoduchých kritérií:

1. kritérium:  $\bar{g}_{16c} > 1,1 \bar{g}_{4c}$ ,

kde  $\bar{g}_{16c}$  je stredná hustota častíc v 16 centrálnych scintilátoroch,  $\bar{g}_{4c}$  stredná hustota častíc v celej „šachovnici“.

2. kritérium:  $1,5 \bar{g}_c > \sum \bar{g}_p$ ,

kde  $\bar{g}_c$  je stredná hustota v dvoch centrálnych scintilátoroch,  $\bar{g}_p$  je hustota štyroch periférnych scintilátorov (vo vzd. 20 m).

Objektívnosť výberu osi pomocou uvedených kritérií sme preverili tým, že sme z tej istej pásky vypísali všetky na nej zaznamenané spršky, spracovali ručne a výsledky porovnali s výberom, ktorý podľa uvedených kritérií urobil počítač. Ukázalo sa, že zo spršok vybraných počítačom, má 70 % os v danej ploche, čiže v 16 centrálnych scintilátoroch alebo medzi nimi, 28 % má os mimo 16 centrálnych, ale v oblasti „šachovnice“ a len 2 % mimo „šachovnice“. Za os spršky považujeme priesečník osi kriviek, ktoré opisujú strednú hustotu 8 scintilátorov jednotlivých „radov“ a „stĺpcov“.

Pri malých sprškach (do  $N < 5 \cdot 10^3$ ) nie je lokalizácia osi taká jednoznačná, fluktuácie hrajú rolu podstatne väčšiu a presnosť je až o 15 % nižšia. V týchto prípadoch výber podstatnejšie ovplyvňuje aj efekty aparatúrneho charakteru. Analýza niekoľkých stoviek spršok ukázala, že pri sprškach  $N < 5 \cdot 10^3$  počítač eliminuje okolo 15 % centrálnych spršok, pretože nespĺňajú požadované kritériá.

#### VÝSLEDKY

V prvej etape merania sme vyhodnotili 622 spršok, ktorých os prechádzala štvorcem, v ktorom sa nachádza 16 centrálnych scintilátorov. Strana štvorca

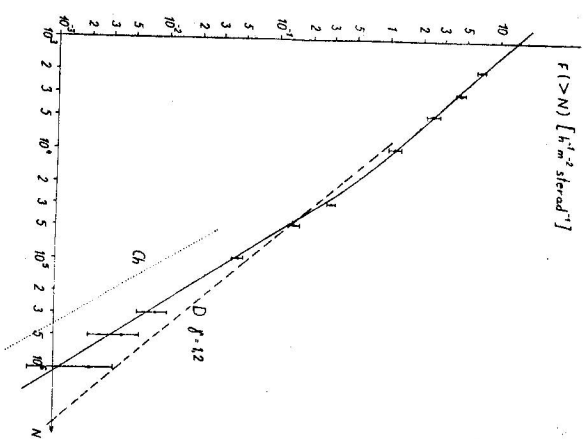
je 4,7 m. Urobené merania dávajú spektrum, ktorého priebeh vidieť z výslednej tabuľky 1 a z grafu na obr. 3.

Tabuľka 1

$$F(>N) = C \cdot N^{-\gamma}$$

$N$	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$	$10^4$	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$10^5$
$F(>N)$	6,3	4,5	2,58	1,14	0,275	0,143	4,4 · 10 <sup>-2</sup>
					8,2 · 10 <sup>-2</sup>	4,1 · 10 <sup>-2</sup>	2,1 · 10 <sup>-2</sup>

$N$  — zadany počet elektrónov,  
 $F(>N)$  — intenzita spršok s počtom elektrónov vyššie zadaného (hod<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> sterad<sup>-1</sup>).



Obr. 3. Priebeh spektra. D — spektrum Danilovej [1]; Ch — spektrum Christiansena [2]; Spojitá čiara — naše spektrum.

Na grafe obr. 3 je spojenou čiarou vynesené naše spektrum, prerušovanou čiarou je pre porovnanie vyznačené spektrum, ktoré uvádza Danilova i. [1] pre tú istú nadmorskú výšku, hodnotovane je vynesené spektrum Christiansena [2], pravda, pre úroveň mora. Z grafu vidieť, že nami získané spektrum má v oblasti väčších spršok ( $N > 10^4$ ) sklon totožný so spektrom Christiansena ( $\gamma = 1,6$ ), v oblasti  $N < 10^4$  sa blíži k spektru Danilovej ( $\gamma = 1,2$ ). Táto skutočnosť svedčí o tom, že v okolí bodu  $N = 10^4$  sa nachádza

ohyb, pre ktorý niet zatiaľ postačujúce teoretické vysvetlenie. V druhej etape merania chceme tejto oblasti venovať osobitnú pozornosť.

#### LITERATÚRA

- [1] Danilova T. V. a i., J. Phys. Soc. Japan 17, Suppl. 13 (1962), 205.  
 [2] Christiansen G. B., *Dizertácia*. MGU, Moskva 1964.

Došlo 19. 5. 1969

*Ústav experimentálnej fyziky SAV,  
 Košice*