Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso **40**, 225 – 227, (2010)

CZELTA - detektor sekundárnych spŕšok kozmického žiarenia

Š. Parimucha, A. Dirner, R. Gális a M. Kireš

Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 04001 Košice, Slovensko (E-mail: stefan.parimucha@upjs.sk)

Doručené: October 27, 2010; Akceptované: December 1, 2010

Abstrakt. V tomto príspevku prezentujeme základné fakty o detektore sekundárnych spŕšok kozmického žiarenia CZELTA. Tento detektor je umiestnený na streche budovy Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach. Detektor pozostáva z troch scintilačných detektorov, ktoré pracujú v koincidencii a zaznamenávajú spŕšky sekundárnych častíc kozmického žiarenia. Systém je plne funkčný od októbra 2010 a poskytuje všetky svoje merania na centrálny server. Detektor predstavuje významné zlepšenie technickej infraštruktúry kozmického výskumu na UPJŠ. Umožňuje nám študovať vysoko-energetické častice ako aj zapojiť do tohto výskumu študentov a dať im možnosť pracovať s pôvodnými dátami.

Kľúčové slová: kozmické častice – detekcia

1. Úvod

Kozmické žiarenie pozostáva z vysoko energetických častíc, ktoré prichádzajú k Zemi z kozmického priestoru (primárne kozmické žiarenie) a zo spŕšok častíc vytvorených v zemskej atmosfére ako dôsledok interakcie častíc primárneho kozmického žiarenia s atmosférou Zeme (sekundárne kozmické žiarenie). To vzniká vo výške okolo 30km nad povrchom Zeme a pozostáva v množstva rôznych častíc (napr. pióny, mezóny, elektróny, pozitróny, neutróny). Spŕška kozmického žiarenia môže dosiahnuť povrch Zeme a zasiahnuté územie ako aj množstvo vytvorených častíc sekundárneho kozmického žiarenia závisí na energii primárnej častice.

Zloženie nabitých častíc primárneho kozmického žiarenia sa mení s ich energiou, ale je možné povedať, že približne 90% primárnych častíc sú protóny, 7% sú α-častice (jadrá hélia), 2% sú elektróny a 1% sú ťažšie častice (Perkins, 2009). Neutrálne častice primárneho kozmického žiarenia tvoria fotóny, neutróny, neutrína a anti-neutrína.

Zdrojmi kozmického žiarenia sú: (i) - slnečný vietor s energiou častíc $E < 10^{10}$eV, (ii) - medzihviezdny ionizovaný plyn s $E \sim 10^{10-11}$eV, (iii) - supernovy s $E < 10^{15}$eV, (iv) - procesy v super-masívnych čiernych dierach v aktívnych galaktických jadrách a kvazaroch s $E < 10^{19}$eV (v) - gama záblesky s $E \sim 10^{19}$eV, a (vi) - exotické zdroje a topologické defekty v priestoročase s energiami $E > 10^{19}$eV.

Maximálne zaznamenané energie primárnych častíc kozmického žiarenia majú hodnoty medzi 10^{20-21}eV. Pre porovnanie najvýkonnejšie pozemské urýchľovače častíc sú schopné dosiahnuť energiu častíc do $\sim 10^{12}$eV. Veľkým tajomstvom ostávajú častice s energiou väčšou ako 10^{20}eV. Takéto častice by nemali existovať v takých množstvách v akých sa v skutočnosti pozorujú.

2. Detektor CZELTA

CZELTA (CZEch Large-area Time coincidence Array) je projekt Ústavu experimentálnej a aplikovanej fyziky ČVUT v Prahe (Nyklíček & Smolek, 2005). Je založený na projekte ALTA. Cieľom tohto projektu je vytvoriť relatívne riedku sieť detekčných staníc, ktoré budú umiestnené prevažne na strechách vybraných stredných škôl a univerzít v Európe. tieto stanice detegujú spŕšky sekundárneho kozmického žiarenia s minimálnou energiou primárnej častice $\sim 10^{14}$eV. Vzhľadom na konštrukčné riešenie detekčnej stanice, je možné určiť aj približný smer zdroja na oblohe.

Samotná detekčná stanica je zložená z 3 štvorcových scintilačných detektorov BC-408 s rozmermi 60x60 cm, ktoré sú umiestnené v plastových krabiciach so stabilizovanou teplotou (Obr. 1). Každý scintilátor je pripojený na fotonásobič, ktorý zaznamenáva fotóny, ktoré vznikajú pri prechode častice zo spŕšky cez scintilátor. Fotonásobič je kalibrovaný pomocou LED diódy.

Všetky 3 detektory sú zapojené do koincidencie, takže častica zo spŕšky musí zasiahnuť všetky 3 scintilátory, aby bola zaznamenaná. Detektory sú usporiadané do rovnostranného trojuholníka s dĺžkou strany 10m. Plocha trojuholníka definuje minimálnu veľkosť spŕšky a teda aj jej minimálnu energiu, ktorá musí byť $> 10^{14}$eV. Na presné určenie času jednotlivých udalostí na každom detektore sa používa GPS signál. Presnosť určenia času je $\sim$10 ns. Časový rozdiel medzi signálmi z detektorov je použitý na výpočet polohy zdroja na oblohe (Obr. 4). Využitím presných časových kalibrácií môžeme študovať aj korelácie spŕšok kozmického žiarenia medzi rôznymi detekčnými stanicami.

Signál zo scintilačných detektorov je zaznamenaný elektronickým blokom, ktorý je pripojený na riadiaci počítač (Obr. 2). Elektronika spracováva signály zo všetkých fotonásobičov spolu so GPS signálom a určuje počet detekovaných častíc ako ja polohu odkiaľ častice prileteli. Všetky dáta sú posielané na centrálny server, kde sú zhromažďované merania zo všetkých staníc. Všetky merania sú voľne prístupné na adrese http://czelta.utef.cvut.cz/index.php. Tento server poskytuje aj informácie o stave jednotlivých staníc, histogramy udalostí (Obr. 3), ako aj ich smery (Obr. 4).

3. CZELTA na Slovensku - SKALTA

Detektor CZELTA pre Prírodovedeckú fakultu UPJŠ v Košiciach bol zakúpený vrámci Centra kozmických výskumov: vplyvy kozmického počasia. Vzhľadom na tradíciu, bol premenovaný na SKALTA (SlovaKiAn Large-area Time coincidence Array). Systém bol nainštalovaný na streche budovy Prírodovedeckej fakulty UPJŠ (Obr. 1). SKALTA začala získavať dáta koncom júna 2010. Do konca septembra 2010 detektor pracoval v testovacom móde, v ktorom boli preverené všetky jeho súčasti a funkcie. Od októbra 2010 už SKALTA pracuje v normálnej prevádzke a poskytuje všetky merania na centrálny server.

4. Záver

Detektor SKALTA predstavuje významné zlepšenie technickej infraštruktúry kozmického výskumu na UPJŠ. Umožňuje nám študovať vysoko-energetické častice, ktorých energia prevyšuje energiu, ktorú sme schopný dosiahnuť aj na najvýkonnejších pozemských urýchľovačoch častíc (napr. LHC). Veľkým prínosom detektora SKALTA je možnosť zapojiť študentov univerzity ako aj nadaných študentov stredných škôl do výskumu kozmického žiarenia a umožniť im pracovať s pôvodnými dátami.

Poďakovanie. Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu ITMS číslo 26220120-009, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

Viď zoznam literatúry (References) v anglickej verzii článku.