

Sonda pomôže pri ceste vesmírom

Misie sond Voyager sú unikátnym projektom a odhalili veľa o fyzikálnych charakteristikách medziplanetárneho priestoru, čo je dôležité aj pre kozmické počasie, ktoré ovplyvňuje všetky vesmírne telesá v slnečnej sústave, hovorí profesor **Karel Kudela**, vedúci vedecký pracovník Oddelenia kozmickej fyziky Ústavu experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v Košiciach.

Miroslav Vajs ©
Bratislava, Košice

Ako sa Slovensko, respektíve bývalé Československo podieľalo na misii Voyager?

Neviem o tom, že by sa vedci u nás podieľali priamo na experimentoch misií sond Voyager. Dáta z meraní sú však dostupné pre širšiu vedeckú obec. Takže ak jestvujú nápad, aké fyzikálne úlohy by bolo možné riešiť pomocou dát z týchto sond, tak stačí, aby sa príslušní vedci kontaktovali s hlavnými vedeckými vedúcimi týchto misií.

Sonda Voyager 1 je za hranicou slnečnej sústavy, no stále komunikuje so Zemou. Dokedy kontakt potrvá? Kde sú hranice použiteľnej technológie?

Áno, komunikácia prebieha. V súčasnosti vzhľadom na obrovské vzdialenosti prichádzajú signály až po viac ako 19 hodinách z Voyageru 1 a po približne 16 hodinách z Voyageru 2. Ide o špičkové experimenty a perfektné zabezpečenie prenosu dát, čo podmienilo úspechy a získanie unikátnych údajov o fyzikálnych charakteristikách na dovtedy nedosiahnutých vzdialenostiach od Slnka. Technológia k tomu bola vyvíjaná pred vyše 40 rokmi! Netrúfam si odhadnúť, dokedy budú dáta meraní k Zemi prichádzať, želim tým vedcom a technikom spojených s týmito misiami, aby to bolo čo najdlhšie.

Ako vyzerá kozmický priestor, kde sa momentálne Voyager 1 nachádza?

V súčasnosti je Voyager 1 vo vzdialenosti okolo 140 AU (astronomických jednotiek - približne 21 miliárd kilometrov), Voyager 2 zhruba 115 AU od Slnka. Sondy sú na odlišných heliografických šírkach, Voya-

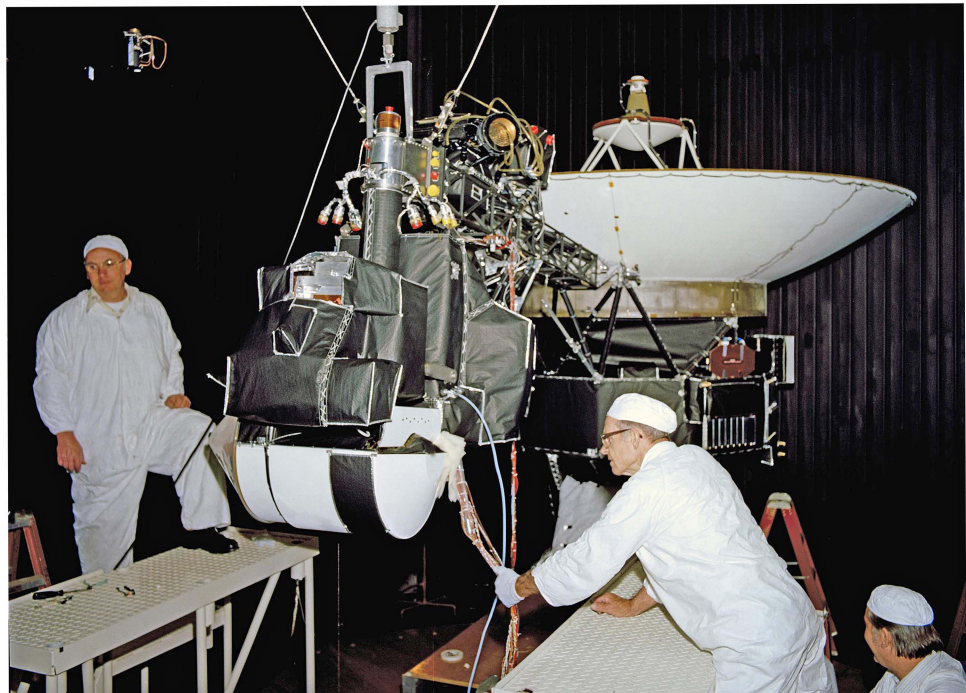


Karel Kudela

ger 1 na severných, Voyager 2 na južných. Jedným okruhom vedeckých úloh tejto unikátnej kozmickej misie bolo a je merať a fyzikálne interpretovať toky a energetické spektrá častíc kozmického žiarenia v medziplanetárnom priestore. Ďalším komplexom úloh bolo štúdium rozsahu „slnečnej dutiny“. Teda heliosféry, kde až na malé výnimky, akými sú magnetosféry planét so silnejším magnetickým poľom, sú dráhy a zmeny rýchlostí častíc galaktického kozmického žiarenia ovplyvnené medziplanetárnym magnetickým poľom spojeným s plazmou slnečného vetra.

Sondy preleteli aj okolo vonkajších planét slnečnej sústavy.

Voyager 1 navštívil okolie Jupitera aj Saturnu. Misie ponúkli podklady pre unikátne viacbodové merania častíc od slnečných erupcií alebo urýchlených na rázových vlnách. Úlohy sa v plnom rozsahu podarilo splniť a merania pokračujú ďalej. Výskum kozmického žiarenia pokračuje aj v súčasnosti. Hlavné na pozemných urýchľovačoch častíc. Kozmické žiarenie je urýchľované do obrovských energií a hrá dôležitú úlohu v dynamike polí a plazmových útvarov v kozme. Stále sa však objavujú nové otázky. Jednou z oblastí výskumu



Testovanie sondy Voyager v kalifornskom laboratóriu NASA v apríli 1977.

je modulácia toku kozmického žiarenia v heliosfére. Tým sa zaoberá aj Oddelenie kozmickej fyziky Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach. Jednou z prác, ktorú sme v roku 1991 spolu s profesorom Venkatesanom (Kanada) publikovali, bol zjednodušený odhad rozsahu heliosféry na základe pozemných meraní variácií kozmického žiarenia a vtedajších znalostí o slnečnom vetre. Odhadli sme to na 110 až 130 AU. Pravdepodobný prechod Voyageru-1 heliopauzou v roku 2012 spadá do tohto intervalu. Treba ale uviesť že v tej dobe bolo podobných prác publikovaných viacero.

Čo je to heliosféra?

Heliosféra je trojrozmerný útvar, ktorý nie je sféricky symetrický. Jej hraničné oblasti sú z hľadiska plazmy, magnetického poľa aj kozmického žiarenia štruktúrované. Dôležitou hraničnou oblasťou heliosféry je takzvaný termination shock (hranica rázovej vlny). Tam sa mení rýchlosť slnečného vetra od nadzvukovej na podzvukovú. V auguste 2007 Voyager 2 prešiel touto hranicou. Za ňou sa nachádza prechodová oblasť, ktorá je zvonku ohraničená heliopauzou. Za touto hranicou sa predpokladá, že magnetické pole spojené geneticky so slnečným vetrom už na kozmické žiarenie nepôso-

bí. Tu, naopak, môže kozmické žiarenie hrať úlohu v dynamických procesoch a ovplyvňovať magnetické pole a plazmové útvary. Je dôležité poznať polohu hraníc heliosféry, ako aj to, čo sa nazýva „lokálne medzihviezdne spektrum kozmického žiarenia“. Spektrom sa tu rozumie rozdelenie početností častíc v závislosti od ich energie. Zdokonalovanie meraní kozmického žiarenia v blízkosti Zeme a simultánne v blízkosti hraníc heliosféry, ako aj vo „voľnom priestore“ je veľmi dôležité. A tu misie Voyagerov poskytli a poskytujú unikátne priame merania.

Ako preniká galaktické kozmické žiarenie do slnečnej sústavy?

V auguste 2012 merania častíc Voyager 1 indikovali náhle a bezprecedentné zmeny toku galaktického kozmického žiarenia a jeho anomálnej zložky (AKŽ). Častice AKŽ sú produkované následkom prieniku neutrónových atómov látky z medzihviezdného priestoru do heliosféry, ich následnou ionizáciou a urýchľovaním. V tej dobe bol Voyager 1 vo vzdialenosti 121.7 AU od Slnka. Počas krátko intervalu (niekoľko dní) bol pozorovaný značný pokles toku AKŽ, a to o viac ako 90 percent. Súčasne sa o 30 až 50 percent zvýšil tok galaktického kozmického žia-

renia. Tiež tok elektrónov silne vzrástol. Tieto náhle zmeny naznačovali prechod Voyager 1 hraničnou oblasťou. Potom zostávali toky a energetické spektrá galaktického kozmického žiarenia stále po dlhú dobu.

Čo sú v súčasnosti najhorúcejšie témy v oblasti výskumu kozmického žiarenia?

Uvediem len niektoré. Treba zistiť, aké mechanizmy urýchľujú v kozme častice kozmického žiarenia do extrémnych energií, ktoré mnohonásobne prevyšujú možnosti súčasných urýchľovačov vybudovaných na zemskom povrchu. Zároveň treba zistiť, ako vyzerá spektrum kozmického žiarenia v oblasti extrémnych energií a aká je úloha energetických kozmických častíc v komplexe efektov kozmického počasia. To je dôležité nielen v blízkosti Zeme, ale aj v okoliach iných telies slnečnej sústavy. Kozmické žiarenie je totiž limitujúcim faktorom pre pripravované lety s ľudskými posádkami na veľké vzdialenosti od Zeme. Tiež poznať vzťahy medzi sekundárnym kozmickým žiarením a procesmi prebiehajúcimi v atmosfére Zeme je dôležité. K tomu sú osobitne vhodné merania kozmického žiarenia na vysokých horách, také ako má napr. naše pracovisko na Lomnickom štíte.