



Kraków, 3 grudnia 2014

Kosmos nieco bezpieczniejszy dla podróżników

Dobiegła końca analiza danych eksperymentu MATROSHKA – pierwszego kompleksowego pomiaru rzeczywistych dawek promieniowania pochłanianych przez astronautów. Przeprowadzony na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej eksperyment wykazał, że kosmos jest mniej nieprzyjazny podróżnikom niż się dotychczas wydawało.

Promieniowanie kosmiczne należy do czynników w największym stopniu zagrażających zdrowiu astronautów i silnie ogranicza czas przebywania ludzi w przestrzeni kosmicznej. W celu ustalenia rzeczywistego wpływu tego promieniowania na organizm człowieka, Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) we współpracy z instytucjami naukowymi Niemiec, Polski, Austrii, Szwecji i Rosji przeprowadziła eksperyment MATROSHKA. Ludzki fantom, naszpikowany kilkoma tysiącami detektorów, w istotnej części wyprodukowanych przez Instytut Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) w Krakowie, przez kilka lat rejestrował dawki promieniowania na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i w otwartej przestrzeni kosmicznej. Właśnie zakończona żmudna analiza wyników doprowadziła do interesujących wniosków.

„Można powiedzieć, że kosmos okazał się nieco mniej wrogi człowiekowi niż się nam pierwotnie wydawało. Efektywne dawki promieniowania, obliczone na podstawie pomiarów dokonanych naszymi detektorami, były mniejsze niż można było sądzić na podstawie wskazań dozymetrów noszonych przez astronautów”, mówi dr hab. Paweł Bilski z IFJ PAN.

Do pomiarów dawek promieniowania użyto odpowiednio zaadaptowanego fantomu medycznego, wykonanego z prawdziwych ludzkich kości zatopionych w tworzywach symulujących tkankę mięśniową i płuca. Pozbawiony nóg manekin był pocięty na 33 plastry grubości 2,5 cm. Wewnątrz plastrów umieszczono aparaturę pomiarową, w tym rurki zawierające zestawy pasywnych detektorów termoluminescencyjnych. W ten sposób w fantomie powstała przestrzenna sieć sześciu tysięcy detektorów termoluminescencyjnych, z których połowę wykonano w IFJ PAN. Tak zaprojektowany eksperyment pozwolił najpierw wyznaczyć przestrzenny rozkład dawki wewnątrz fantomu, następnie dawki pochłonięte w poszczególnych narządach, a w końcu tzw. dawkę efektywną, którą uważa się za najlepszą miarę rzeczywistego narażenia człowieka na promieniowanie.

„Nasze detektory termoluminescencyjne to cienkie, białe pastylki średnicy 4,5 mm. Wykonujemy je z fluorku litu z dodatkiem pewnych starannie dobranych domieszek”, wyjaśnia prof. dr hab. Paweł Oiko (IFJ PAN).

Domieszki zaburzają strukturę sieci krystalicznej i powodują, że w materiale powstają dodatkowe poziomy energetyczne. Ponieważ znajdują się one w obszarze zabronionym, gdy trafi na nie jakiś elektron wybity z materiału przez promieniowanie kosmiczne, zostanie trwale uwięziony. Po zakończeniu ekspozycji na promieniowanie, pastylkę detektora podgrzewa się w laboratorium, co prowadzi do uwolnienia elektronów-więźniów, a te, rekombinując, wysyłają światło – tym więcej, im większa była dawka promieniowania pochłonięta przez detektor.

Podstawowym ryzykiem związanym z ekspozycją na promieniowanie kosmiczne jest wzrost zagrożenia nowotworami. Wiele zależy tu jednak od rodzaju promieniowania. Ziemskie źródła promieniotwórczości wytwarzają głównie promieniowanie elektromagnetyczne o znacznej energii (gamma). Promieniowanie kosmiczne jest groźniejsze, ponieważ znajdują się w nim ciężkie cząstki naładowane, takie jak protony czy proste jony. Detektory termoluminescencyjne nie pozwalają ustalić rodzaju cząstek promieniowania, dlatego fantom wyposażono także w zestaw plastikowych detektorów śladowych.

Oprócz detektorów wewnętrznych, manekin na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej był ubrany w ponczo z dodatkowymi detektorami. Imitowały one osobiste dozymetry, noszone przez astronautów. Naukowcy mogli więc ustalić, w jakim stopniu dawki promieniowania zarejestrowane przez dozymetry odpowiadają rzeczywistym dawkom pochłoniętym przez ludzi.

W latach 2004-2009 manekin poddano trzem seriom kilkunastomiesięcznych ekspozycji na promieniowanie kosmiczne. Dwie z nich przeprowadzono wewnątrz rosyjskich modułów stacji kosmicznej, a jedną na zewnątrz, w otwartej przestrzeni kosmicznej (fantom umieszczono wtedy w obudowie imitującej własności ochronne skafandra kosmicznego). Nigdy wcześniej pomiary tego typu nie były wykonywane.

Żmudną analizę danych zebranych przez detektory eksperymentu MATROSHKA przeprowadzili naukowcy z krakowskiego IFJ PAN, Niemieckiego Centrum Kosmicznego (DLR) w Kolonii i Politechniki Wiedeńskiej. Wykazała ona, że podczas pobytu we wnętrzu stacji dozymetry astronautów podają dawkę promieniowania zawyżoną o ok. 15% w stosunku do rzeczywistej zmierzonej wewnątrz fantomu. Jednak w otwartej przestrzeni kosmicznej dawki zarejestrowane przez dozymetry były ponad 200% większe od faktycznych.

„Musimy jednak pamiętać, że pomiary w ramach eksperymentu MATROSHKA były dokonywane na niskiej orbicie wokółziemskiej, a więc w obrębie ziemskiej magnetosfery, która znacząco redukuje docierającą do nas liczbę cząstek naładowanych. W przestrzeni międzyplanetarnej takiej osłony nie ma”, zauważa dr Bilski.

Wyniki eksperymentu MATROSHKA oznaczają, że podróże na Księżyc czy Marsa byłyby dla astronautów nieco bezpieczniejsze niż się dotychczas wydawało. Niestety, choć pochłonięte dawki promieniowania byłyby mniejsze od oczekiwanych, nadal pozostawałyby ryzykownie duże.

Rozbudowaną analizę danych zebranych w eksperymencie MATROSHKA przeprowadzono dzięki projektowi HAMLET w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej. Zespół polski był dodatkowo współfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Instytut Fizyki Jądrowej PAN (IFJ PAN) w Krakowie zajmuje się strukturą materii i własnościami oddziaływań fundamentalnych od skali kosmicznej po wnętrza cząstek elementarnych. Wyniki badań – obejmujących fizykę i astrofizykę cząstek, fizykę jądrową i oddziaływań silnych, fazy skondensowanej materii, fizykę medyczną, inżynierię nanomateriałów, geofizykę, biologię radiacyjną i środowiskową, radiochemię, dozymetrię oraz fizykę i ochronę środowiska – są każdego roku przedstawiane w ponad 450 artykułach publikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Częścią Instytutu jest nowoczesne Centrum Cyklotronowe Bronowice, unikalny w skali europejskiej ośrodek, obok badań naukowych zajmujący się terapią protonową nowotworów. IFJ PAN jest członkiem Krakowskiego Konsorcjum Naukowego „Materia-Energia-Przyszłość” o statusie Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego (KNOW) na lata 2012-2017. Instytut zatrudnia ponad pół tysiąca pracowników. W klasyfikacji MNiSW Instytut został zaliczony do kategorii naukowej A+ w grupie nauk ścisłych i inżynierskich.

KONTAKT:

dr hab. **Paweł Bilski**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 12 6628414
email: pawel.bilski@ifj.edu.pl

prof. dr hab. **Paweł Olko**
Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk
tel. +48 12 6628100
email: pawel.olko@ifj.edu.pl

PRACE NAUKOWE:

„NUNDO: a numerical model of a human torso phantom and its application to effective dose equivalent calculations for astronauts at the ISS”; M. Puchalska, P. Bilski, T. Berger, M. Hajek, T. Horwacik, Ch. Körner, P. Olko, V. Shurshakov, G. Reitz; Radiation and Environmental Biophysics (2014) 53:719–727; DOI 10.1007/s00411-014-0560-7.

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ifj.edu.pl/>
Strona Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

<http://press.ifj.edu.pl/>
Serwis prasowy Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IFJ141203b_fot01s.jpg HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2014/12/IFJ141203b_fot01.jpg
Budowa wewnętrzna fantomu użytego w eksperymencie MATROSHKA. Białe rurki zawierają zestawy detektorów termoluminescencyjnych. Połowę detektorów tego typu wyprodukował i dostarczył Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. (Źródło: DLR)

IFJ141203b_fot02s.jpg HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2014/12/IFJ141203b_fot02.jpg
Fantom eksperymentu MATROSHKA, prezentowany przez astronautów (S. Krikaliew, J. Philips) na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. (Źródło: NASA)

IFJ141203b_fot03s.jpg HR: http://press.ifj.edu.pl/news/2014/12/IFJ141203b_fot03.jpg
Podczas ekspozycji w otwartej przestrzeni kosmicznej, fantom w eksperymencie MATROSHKA był osłonięty obudową imitującą właściwości ochronne skafandra kosmicznego. (Źródło: DLR)