

Nr umowy: UMO-2016/23/B/ST9/01635

Tytuł: Pomiar składu promieni kosmicznych ultra-wysokich energii

Cel projektu

Projekt dotyczy eksperymentalnego badania składu promieni kosmicznych najwyższych energii, powyżej 10^{18} eV, docierających do Ziemi z nieznanymi źródłami. Pochodzenie cząstek o tak wysokich energiach stanowi obecnie jedną z najważniejszych zagadek astrofizyki. Dotychczasowe badania potwierdziły istnienie stłumienia widma promieni kosmicznych przy energiach powyżej ok. 4×10^{19} eV. Stłumienie takie zostało przewidziane jako efekt propagacji promieni kosmicznych, możliwe jest jednak, że spowodowane jest ono kresem wydajności źródeł. Kluczowe dla rozstrzygnięcia tej kwestii jest określenie składu promieni kosmicznych najwyższych energii. Z powodu małego strumienia cząstek, badanie promieni kosmicznych w tym zakresie energii możliwe jest tylko pośrednio, poprzez obserwacje wywołanych przez nie wielkich pęków atmosferycznych. W braku możliwości bezpośredniej obserwacji cząstek pierwotnych promieni kosmicznych, badania ich własności muszą być oparte na szczegółowych analizach wielkich pęków. Określenie składu cząstek pierwotnych stanowi szczególnie trudne wyzwanie, wymagające precyzyjnych obserwacji oraz złożonych symulacji rozwoju wielkich pęków. Niniejszy projekt ma na celu badanie składu promieni kosmicznych i oddziaływań jądrowych w zakresie ultra-wysokich energii w Obserwatorium Pierre Auger, a także udział w projektowanej rozbudowie detektorów Obserwatorium.

Dotychczasowe badania składu promieni kosmicznych o energiach powyżej 10^{18} eV opierały się głównie na obserwacjach wielkich pęków atmosferycznych uzyskanych w optycznych Detektorach Fluorescencyjnych, które mogą pracować tylko w nocy, w korzystnych warunkach. Takie ograniczenie czasu obserwacji oznacza mniejszą statystykę zebranych danych, niewystarczającą do zbadania szczególnie interesującego zakresu energii powyżej 4×10^{19} eV. Dlatego Współpraca Pierre Auger zdecydowała poszerzyć możliwości innej części Obserwatorium, a mianowicie sieci naziemnych detektorów cząstek, która zbiera dane w trybie ciągłym. Ta rozbudowa detektorów umożliwi dokładniejszy pomiar cząstek wielkich pęków docierających do powierzchni Ziemi, w szczególności rozdzielenie sygnałów pochodzących od składowych mionowej i elektromagnetycznej. W ramach przedstawionego projektu wnioskodawcy biorą udział w rozbudowie detektorów Obserwatorium Pierre Auger, jak również w akwizycji i analizie danych. Prowadzona jest analiza własności rozbudowanych detektorów Obserwatorium, konieczna dla właściwej interpretacji danych eksperymentalnych. Wykonywane są również szczegółowe symulacje rozwoju wielkich pęków i ich pomiarów w detektorach Obserwatorium, dla różnych cząstek pierwotnych i różnych modeli oddziaływań jądrowych, które są niezbędne przy badaniu składu promieni kosmicznych.

Prowadzona obecnie rozbudowa detektorów Obserwatorium Pierre Auger pozwoli osiągnąć niespotykaną dotąd dokładność obserwacji wielkich pęków atmosferycznych. Precyzyjne pomiary składowych mionowej i elektromagnetycznej wielkich pęków pozwolą na przeprowadzenie dokładniejszych analiz w zakresie najwyższych obserwowanych energii promieni kosmicznych. Wyniki tego projektu przyczynią się do znaczącego postępu w badaniach składu promieni kosmicznych najwyższych energii, co przybliży nas do ostatecznego wyjaśnienia ich natury i pochodzenia. Szczegółowe analizy rozwoju wielkich pęków, wsparte precyzyjnymi pomiarami z użyciem nowych detektorów, pozwolą nam również badać oddziaływania jądrowe i testować różne modele przy energiach znacznie wyższych od uzyskiwanych w akceleratorach na Ziemi. Budowa detektorów w IFJ PAN i związany z nią transfer technologii przyczyniają się do znaczącego rozwoju kadry inżynierskiej i technicznej Instytutu.