

Pochodzenie promieniowania kosmicznego najwyższych energii - protonów i jąder atomowych o energiach powyżej 10^{18} eV - zostało uznane przez amerykańską Narodową Radę Badań Naukowych za jedną z 11 najistotniejszych zagadek 21 wieku. Źródła promieniowania pozostają niezidentyfikowane od czasu wykrycia pierwszej cząstki z energią powyżej 10^{20} eV w Volcano Ranch, USA, w 1962 roku. Kluczowe w rozwiązaniu tej zagadki będą neutrina najwyższych energii, produkowane podczas zderzenia promieniowania kosmicznego najwyższych energii z promieniowaniem tła, materią u źródła lub materią międzygalaktyczną. W odróżnieniu od cząstek naładowanych, neutrina nie są zakrzywane przez pola magnetyczne i przylatują w linii prostej od źródła promieniowania kosmicznego.

Detekcja promieniowania kosmicznego najwyższych energii, a tym bardziej neutrin, jest niezwykle trudna. Cząstki te nie są wykrywane bezpośrednio, a za pomocą obserwacji wielkich pęków atmosferycznych - kaskad cząstek wtórnych wytworzonych przez nie w atmosferze. Dodatkowo, strumień pierwotnych cząstek naładowanych jest bardzo mały - dla najwyższych energii jest on mniejszy niż jedna cząstka na kilometr kwadratowy na 100 lat. Dla neutrin jest on jeszcze mniejszy, a te przy tym mają bardzo mały przekrój czynny na oddziaływanie z materią. Tym samym, w celu wykrycia owego promieniowania, trzeba monitorować wielkie połacie ziemi, a aby źródła, trzeba pokryć obszary znacznie przekraczające tysiące kilometrów kwadratowych zajmowane przez największe z obecnie działających eksperymentów. Wymaga to wdrożenia nowej metody obserwacyjnej. Wśród kandydatów najbardziej obiecujące wydają się obserwacje fal radiowych wytworzonych przez bardzo nachylone wielkie pęki atmosferyczne. Ten pomysł stoi za Giant Radio Array for Neutrino Detection (GRAND) - wielką macierzą radiową do wykrywania neutrin.

Przedłożony grant ma na celu wsparcie działań polskiej grupy analizującej dane z eksperymentu GRANDProto300 (GP300) - prototypu eksperymentu GRAND. Docelowo, w połowie lat 30 XXI wieku, GRAND będzie składał się z 200 000 anten rozstawionych na obszarze 200 000 km². GP300, jak to prototyp, będzie znacznie mniejszy - w jego skład wejdzie 300 anten, które niebawem zostaną rozstawione w Chinach. Głównym celem GP300 jest stworzenie w pełni autonomicznego systemu wykrywania bardzo nachylonych wielkich pęków atmosferycznych i rekonstrukcja ich parametrów w oparciu jedynie o sygnał radiowy. Ostatni cel nie został dotychczas osiągnięty w innych eksperymentach.

Grupa robocza wpierana przez ten grant skupia się na algorytmach rozpoznawania kaskad w zebranych danych i rekonstrukcji parametrów wielkich pęków atmosferycznych takich jak X_{max} (obszar pędu z największą zawartością cząstek naładowanych), energia i kierunek pochodzenia. Zagadnienia badawcze przedstawione w tym wniosku grantowym są kluczowe dla kolejnego etapu eksperymentu GRAND. Rozstawienie 10 000 anten w ramach pod-eksperymentu GRAND10k, spodziewane około roku 2025, rozpocznie poszukiwania neutrin najwyższych energii.