

Głównym celem naukowym tego projektu są badania oddziaływań neutrin z wymianami prądów naładowanych i prądów neutralnych z pionem w stanie kołowym z wykorzystaniem bliskiego detektora eksperymentu T2K.

T2K jest obecnie jednym z wiodących eksperymentów badających zjawisko oscylacji neutrin. W eksperymencie wykorzystuje się intensywny wiązki neutrin o średniej energii 0.6 GeV oraz bazę pomiarów wynoszącą 295 km. T2K został zaprojektowany w ten sposób, aby umożliwić bezprecedensowe obserwacje neutrin o innym zapachu niż te, które zostały pierwotnie wytworzone. Jest to pierwszy eksperyment, który zarejestrował nowy rodzaj oscylacji neutrin, w którym neutrina mionowe przekształcają się w elektrony.

Precyzyjne wyznaczenie wartości parametrów modelu oscylacji neutrin w zasadniczy sposób zależy od dobrej znajomości oddziaływań neutrin z danym rodzajem tarczy i w różnych zakresach energii. Dane na temat przekrojów czynnych na oddziaływanie neutrin są wciąż niekompletne lub obciążone dużymi niepewnościami pomiarowymi, a większość modeli teoretycznych nie jest zweryfikowana do wiarygodności.

Oddziaływanie neutrin z produkcją pionów stanowi ponadto znaczące tło przy badaniach: zanikanie strumienia neutrin mionowych z wiązki oraz pojawianie się neutrin elektronowych w wiązce, w eksperymencie T2K.

Niniejszy projekt zakłada badania oddziaływań neutrin w ramach następujących zadań:

1. Rozwinięcie algorytmów selekcji oddziaływań z wymianami prądów naładowanych (CC) na ołowiu.
2. Udoskonalenie metod wyboru inkluzywnych oddziaływań typu CC na węgla z produkcją mezonów π^0 .
3. Stworzenie metod wyboru inkluzywnych reakcji z wymianami prądów neutralnych z produkcją π^0 na węgla.
4. Testy metod selekcji oddziaływań neutrin oraz udoskonalenie algorytmów rekonstrukcji zdarzeń.
5. Oszacowanie niepewności systematycznych związanych z metodami wyboru przypadków.

Bliski detektor eksperymentu T2K (ND280) ma za zadanie m. in. dokładniej zmierzyć przekroje czynne na oddziaływanie neutrin aby zredukować błędy systematyczne w pomiarach oscylacji neutrin. ND280 składa się z szeregu pod-detektorów, dzięki czemu może badać oddziaływanie neutrin na różnych tarczach.

Głównym celem projektu jest rozwinięcie metod wyboru oddziaływań neutrin z wymianami prądów naładowanych i neutralnych z produkcją pionów (CC1 i NC1) na tarczy ołowianej i węglovej. Oddziaływania wybrane w wyniku zastosowania powyższych metod zostaną wykorzystane w wyznaczaniu przekrojów czynnych. W procesie selekcji przypadków zostaną także wykorzystane wielowymiarowe metody analizy danych.

Badania oddziaływań neutrin z tarczami węgla i ołowianymi z produkcją pionów są szczególnie istotne z punktu widzenia analizy prowadzonej w eksperymencie T2K. Wyniki analiz przeprowadzonych w ramach niniejszego projektu pozwolą zredukować niepewności systematyczne w pomiarach oscylacji neutrin. W rezultacie zwiększy to czułość eksperymentu na pomiar fazy odpowiedzialnej za łamanie tzw. symetrii ładunkowo-przestrzennej (CP) w oddziaływaniach neutrin. Dotychczas obserwowano łamanie tej symetrii tylko dla kwarków. Łamanie symetrii CP w oddziaływaniach neutrin na wczesnym etapie ewolucji Wszechświata mogło być przyczyną obserwowanej, lecz nie wyjaśnionej do tej pory dominacji materii nad antymaterią. Wyniki niniejszego projektu powinny również posłużyć innym eksperymentom badającym oscylacje neutrin oraz pomóc w modelowaniu oddziaływań neutrin w różnych generatorach Monte Carlo na różnych rodzajach tarcz.