

Z przestrzeni kosmicznej do atmosfery ziemskiej docierają cząstki promieniowania kosmicznego, czyli cząstki naładowane, głównie protony o bardzo wysokich energiach. Podczas wejścia w atmosferę oddziałują one z cząsteczkami powietrza wywołując kaskadę cząstek wtórnych zwanych wielkim pękiem atmosferycznym (WPA).

Projektowany obecnie, satelitarny eksperyment JEM-EUSO w którym od 2008 roku uczestniczą naukowcy z Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku, umieszczony będzie na pokładzie międzynarodowej stacji kosmicznej i przeznaczony jest do badań promieniowania kosmicznego poprzez obserwacje WPA. Ponieważ podczas rozwoju pędu atmosferycznego produkowane są miliardy cząstek wtórnych, do analizy danych potrzebne są symulacje zakładające modele oddziaływań wielkich energii.

Celem badań w niniejszym projekcie jest analiza wpływu wybranych parametrów opisu oddziaływań wielkich energii na symulowany rozwój WPA. Wyniki rozważań posłużą do oceny wpływu tych parametrów na wyniki algorytmów rekonstrukcji w eksperymencie JEM-EUSO.

Dla analizy wpływu niepewności wartości parametrów modeli oddziaływań na wynik procedur rekonstrukcji energii cząstek w eksperymencie JEM-EUSO, zamierzam skonstruować szybki i specjalistyczny program przeznaczony specjalnie dla tego celu. Prowadzenie takich obliczeń programem który oblicza pełny rozwój WPA jakim jest na przykład powszechnie używana CORSIKA czy CONEX jest niecelowe i niepotrzebne. Aby otrzymać ilościowo takie same rezultaty, zamierzam skorzystać z metody hybrydowej polegającej na połączeniu obliczeń Monte-Carlo wysokoenergetycznej składowej hadronowej z interpolacją wyników obliczeń pękowych składowej elektromagnetycznej przy niższych energiach. Potrzebna jest szczegółowa analiza wpływu wszystkich parametrów produkcji wielorodnej. Badane będą parametry takie jak rozkłady zmiennej feynmanowskiej, przekrój czynny, krotność produkcji cząstek, wpływ procesów dyfrakcyjnych, rozkłady rapidity w obszarze fragmentacji czy efektywnego współczynnika nieelastyczności. Otrzymane zostanie specjalistyczne narzędzie służące do szybkiej symulacji WPA przy bardzo wysokich umożliwiającej łatwą zmianę parametrów użytych modeli oddziaływań.

Oddziaływanie cząstek promieniowania kosmicznego z atmosferą jest bardzo interesującym zagadnieniem ponieważ energie jakie osiągają cząstki są milion razy większe niż dostępne w akceleratorach budowanych na Ziemi. Badanie tych zjawisk wnosi zatem bardzo cenne informacje na temat oddziaływań przy skrajnie wysokich energiach. To właśnie było motywacją do realizacji opisywanego projektu.

Ekspiryment satelitarny JEM-EUSO, przygotowywany przez międzynarodową współpracę 17 krajów do startu w 2020 roku dedykowany jest do pomiaru promieniowania kosmicznego skrajnie wysokich energii ($>7 \cdot 10^{19}$ eV).

Ideą pomiaru WPA w JEM-EUSO jest rejestracja światła UV ze wzbudzeń atmosferycznych cząsteczek azotu wywołanych przez miliardy cząstek kaskady. Teleskop będzie działać jak komora projekcji czasowej (TPC) mierząc krok po kroku (kątowe) przemieszczanie się kaskady w czasie (co 2.5 mikrosekundy w układzie kamery – 400 000 klatek na sekundę). Pozwoli to na określenie kierunku i energii pierwotnej cząstki promieniowania kosmicznego. Opracowywane są specjalne algorytmy, które pozwolą na odtworzenie tych parametrów na podstawie obserwacji.