

Katarzyna Adamczyk

Optymalizacja metod analizy danych z teleskopów czerenkowskich CTA

Streszczenie

Teleskopy czerenkowskie są od lat wykorzystywane w astrofizyce naziemnej. Kilka grup badawczych (H.E.S.S., MAGIC, VERITAS) zbudowało układy teleskopów, by szukać źródeł promieniowania kosmicznego w naszej Galaktyce i poza nią. Inna grupa CTA (Cherenkov Telescope Array) planuje budowę dwóch kolejnych układów teleskopów czerenkowskich na północnej i południowej półkuli Ziemi.

W naziemnych eksperymentach duże znaczenie mają warunki atmosferyczne. W standardowej analizie danych wykorzystuje się symulacje pęków z uwzględnieniem odpowiedniego profilu atmosfery. Wykonanie takich symulacji dla różnych warunków pogodowych byłoby kłopotliwe i czasochłonne, jednak prosta poprawka metod analizy danych pozwala odtworzyć poprawne widmo źródeł promieniowania kosmicznego pomimo obserwacji przeprowadzonych w warunkach zachmurzenia.

W mojej pracy doktorskiej pokazuję najpierw wpływ chmur na gęstość światła Czerenkowa z wielkich pęków i na detekcję pęków gammowych przez teleskopy czerenkowskie. W moich symulacjach wprowadziłam chmury o przezroczystości od 0 do 0.8 na wysokości 5 km i 7 km. W obecności chmur pogarsza się rozdzielczość kątowna i energetyczna, znacząco rośnie próg energetyczny, jednakże detekcja wysokoenergetycznych pęków (kilka TeV) jest możliwa nawet w przypadku całkowicie nieprzezroczystej chmury.

W dalszych rozdziałach prezentuję metodę poprawy rekonstrukcji energii i efektywnej powierzchni dla obserwacji w obecności chmur. Moja metoda wymaga jedynie znajomości wysokości i przezroczystości chmury (można je mierzyć np. za pomocą LIDAR-u) oraz wiedzy jak część światła Czerenkowa produkowana powyżej chmury zależy od energii fotonu inicjującego pęk.

Do symulacji wielkich pęków atmosferycznych użyłam programu CORSIKA, a do symulacji odpowiedzi układu detektorów programu `sim_telarray`. Symulacje wykonałam dla małych układów małych teleskopów CTA (SST-1M) umieszczonych w pobliżu planowanego południowego obserwatorium CTA (pustynia Atacama w Chile).

Pokazuję, że moja metoda pozwala poprawnie oszacować bias energetyczny dla obserwacji w obecności chmur o przezroczystości większej lub równej 0.6. Rozdzielczość

energetyczna i efektywna powierzchnia rejestracji mogą być przybliżone przez skalowanie energii dla chmur o wystarczająco dużej przezroczystości (odpowiednio co najmniej 0.6 i 0.4). Zarówno dla układu dwóch jak i pięciu teleskopów metoda ta działa dla pęków o energii 2-30 TeV. Może też być łatwo rozszerzona na przypadek wielowarstwowych chmur.

Moja metoda umożliwia rekonstrukcję widma źródeł promieniowania gamma o energii 2-30 TeV z dokładnością 20%. Odpowiada to dokładności rekonstruowanego widma przy założeniu dokładności rekonstruowanej energii na poziomie 12.5%.

Większość wyników przedstawionych w tej pracy została opublikowana w *Astroparticle Physics* 120, 102450 (rok 2020).

W. Adamczyk