

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Emisja optyczna ze źródeł astronomicznych jest od wielu wieków badana przy użyciu naziemnych teleskopów. Jednakże w przypadku krótszych długości fal światła (czyli wyższych energii fotonów) fotony nie docierają do naziemnych instrumentów. Promieniowanie rentgena oraz fotony gamma o energiach MeV-GeV (milionów do miliardów elektronowoltów) są obserwowane przy użyciu eksperymentów umieszczonych na satelitach, ze względu na absorpcję promieniowania w ziemskiej atmosferze. Z drugiej strony, przy jeszcze większych energiach (VHE, ang.: very-high-energy, bardzo wysokie energie, powyżej 30 GeV) możemy wykorzystać właśnie tę absorpcję w atmosferze. Foton gamma wpadający w atmosferę oddziałuje z jądrami atmosferycznymi, produkując tysiące elektronów i pozytronów w tzw. pęku atmosferycznym. Te cząstki, które poruszają się z prędkością większą niż prędkość światła w atmosferze, powodują powstawanie słabych, nanosekundowych błysków światła, tzw. promieniowania Czerenkowa. Naziemne teleskopy czerenkowskie mierzą to światło i rejestrują na swoich kamerach obrazy pęków atmosferycznych pojedynczych fotonów gamma. Technika ta jest stosunkowo nowa, dopiero w 1989 udało się przy użyciu teleskopu Whipple odkryć pierwsze źródło promieniowania gamma bardzo wysokich energii, mgławicę Kraba. Przełom nastąpił około 2004 roku, kiedy obecna generacja teleskopów czerenkowskich rozpoczęła obserwacje. W ciągu ostatnich 10 lat liczba źródeł znanych w tym zakresie energetycznym wzrosła z 10 do ponad 170. Trzy główne układy teleskopów czerenkowskich działające obecnie to: MAGIC na La Palmie w Hiszpanii, H.E.S.S. w Namibii oraz VERITAS w Arizonie w USA. Wszystkie te trzy eksperymenty to małe układy 2-5 teleskopów. Następna generacja teleskopów czerenkowskich to duży międzynarodowy projekt CTA (ang. Cherenkov Telescope Array), który będzie zawierał 100 teleskopów w 3 różnych rozmiarach. Uważa się, że CTA nie tylko znacznie zwiększy liczbę znanych źródeł, ale także pozwoli nam je efektywnie badać w szerszym zakresie energii: od dziesiątek GeV do setek TeV.

Obecnie znamy wiele typów źródeł promieniowania gamma bardzo wysokich energii: począwszy od galaktycznych, takich jak układy podwójne, pulsary czy ich mgławice oraz pozostałości po supernowych aż do pozagalaktycznych, czyli głównie aktywne i gwiazdotwórcze galaktyki. Poprzez badania widm i krzywych blasku tych obiektów możemy badać procesy przyspieszania naładowanych cząstek w tych źródłach. Pozwala nam to szukać możliwych miejsc produkcji promieniowania kosmicznego — zagadki, która zadziwia naukowców od 100 lat. Wyniki obserwacji prowadzonych przy pomocy teleskopów czerenkowskich dają naukowcom także wyjątkową szansę na badanie modeli fizyki podstawowej i kosmologii. Emisja wykrywana z niektórych źródeł może wykazywać zmienność w przeciągu minut z obiektu o rozmiarze odległości Ziemi od Słońca. Pozwala to szukać efektów kwantowej grawitacji, czyli zależności prędkości światła od energii fotonów. Promieniowanie dochodzące do nas z dalekich aktywnych galaktyk pozwala nam badać pozagalaktyczne promieniowanie tła (światło emitowane przez galaktyki i pył międzygwiazdny), a także bardzo słabe międzygalaktyczne pola magnetyczne, co z kolei przekłada się na nasze rozumienie kosmologii. Teleskopy czerenkowskie szukają także sygnatur anihilacji i rozpadu hipotetycznej ciemnej materii w pobliżu masywnych obiektów oraz sygnału z enigmatycznych błysków gamma.

Badania fotonów gamma z tych wszystkich klas obiektów przy użyciu teleskopów czerenkowskich są niemniej jednak utrudnione przez silne tło promieniowania kosmicznego, czyli energetyczne, naładowane cząstki docierające do atmosfery Ziemi (głównie protony). Nawet przy obserwacjach najjaśniejszych źródeł, na każdy foton gamma przypada rzędu tysiąca przypadków tła. Specjalne metody analizy danych z teleskopów czerenkowskich są używane, aby zidentyfikować i usunąć jak najwięcej przypadków tła. W ramach tego projektu planujemy dogłębnie zbadać strukturę przypadków tła w celu znalezienia metody ich lepszej eliminacji i w ten sposób poprawić czułość CTA. Skoncentrujemy się na zakresie energii poniżej 100 GeV, który jest dotychczas słabo zbadany przez teleskopy czerenkowskie, ze względu na zbyt małą dla efektywnej analizy ilość światła czerenkowskiego rejestrowanego od pojedynczych pęków. Z nadejściem dużych teleskopów będących częścią CTA to się zmieni. Nowe metody separacji tła znajdą zastosowanie dzięki wyraźniejszym obrazom poszczególnych pęków.

Wyniki zaproponowanego tutaj projektu będą użyte nie tylko w przyszłych danych z CTA, lecz także mogą być wykorzystane do danych z obecnie pracujących teleskopów. Ponowna analiza dziesięciu lat już zebranych danych przy użyciu nowo-powstałych metod może doprowadzić do nowych odkryć.