

Mikrowazar pomaga odkryć tajemnice wielkich kwazarów

11 października 2018

Wieloletnie obserwacje mikrowazara SS 433 pozwoliły zidentyfikować szczegóły procesów odpowiedzialnych za produkcję wysokoenergetycznego promieniowania i lepiej poznać jego odległych masywnych kuzynów: kwazary – informuje IFJ PAN.

Podczas obserwacji mikrowazaru SS 433 przeprowadzonych w obserwatorium High-Altitude Water Cherenkov Gamma-Ray Observatory (HAWC) po raz pierwszy zarejestrowano promieniowanie gamma o energiach powyżej 25 TeV. Uważna analiza danych doprowadziła z kolei do zaskakujących wniosków dotyczących miejsc i mechanizmów odpowiedzialnych za produkcję tego promieniowania. Wyniki badań zostały właśnie zaprezentowane na łamach prestiżowego czasopisma naukowego „Nature” (DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0565-5>).

O badaniach poinformował PAP Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk (IFJ PAN) w Krakowie, którego pracownicy uczestniczyli w badaniach.

Kwazary – jak podkreśla IFJ PAN w przesłanej PAP informacji – należą do najbardziej niezwykłych, a jednocześnie najjaśniejszych obiektów Wszechświata. Siłą napędową kwazara jest znajdująca się w jego centrum supermasywna czarna dziura, otoczona dyskiem akrecyjnym, uformowanym przez spadającą materię.

Kwazary są źródłami ekstremalnie intensywnego promieniowania elektromagnetycznego, które obejmuje niemal całe spektrum: od fal radiowych po wysokoenergetyczne promieniowanie gamma. Jednak – jako rodzaj galaktycznych jąder – kwazary z definicji są obiektami od nas odległymi. Najbliższy spośród nich, napędzany szaleńczo wirującymi wokół siebie supermasywnymi czarnymi dziurami Markarian 231, gości w jądrze galaktyki

oddalonej o 600 milionów lat świetlnych. Nie jest to niestety dystans sprzyjający prowadzeniu wysokorozdzielczych obserwacji, które ułatwiłyby zrozumienie natury zachodzących tu procesów.

Naukowcy mogą jednak uciec się do obserwacji... kwazarów w miniaturze. Jak zauważa IFJ PAN, to, co kwazar wyczynia w skali galaktyki, mikrokwazar robi w skali układu gwiazdowego.

Czarne dziury Markariana 231 są gigantyczne: mniejsza ma masę 4 milionów mas Słońca, większa aż 150 milionów. Z kolei najbliższy nam mikrokwazar, znajdujący się w tle gwiazdozbioru Orła SS 433, jest układem podwójnym o radykalnie mniejszych rozmiarach. Znajduje się tu bardzo gęsty obiekt – prawdopodobnie czarna dziura o masie kilku słońc, będąca pozostałością po wybuchu supernowej. Pożera ona materię z dysku akrecyjnego zasilanego wiatrem gwiazdowym napływającym z pobliskiego nadolbrzyna o typie widmowym A (podobną gwiazdą, doskonale widoczną na nocnym niebie, jest Deneb, najjaśniejszy obiekt gwiazdozbioru Łabędzia). Całą tę malowniczą parę, wirującą wokół siebie w imponującym tempie 13 dni i otoczoną mgławicą W50, dzieli od Ziemi dystans zaledwie 18 tys. lat świetlnych.

„Zarówno kwazary, jak i mikrokwazary, mogą generować dzety, czyli bardzo wąskie i bardzo długie strugi materii, emitowane w obu kierunkach wzdłuż osi rotacji obiektu” – tłumaczy cytowana w informacji prasowej dr hab. Sabrina Casanova, prof. IFJ PAN. „Dzety są tworzone przez cząstki rozpędzone do prędkości nierzadko bliskich prędkości światła. Pod względem prędkości dzety z SS 433 nie są jednak specjalnie imponujące: osiągają zaledwie 26 proc. prędkości światła.”

Jak jednak podkreśla dr hab. Casanova, ważniejsze jest tu coś innego: „Większość obserwowanych kwazarów ma dzety mniej lub bardziej, ale jednak skierowane w naszą stronę. Taka orientacja utrudnia rozróżnienie szczegółów. Natomiast mikrokwazar SS 433 był na tyle uprzejmy, że skierował swoje

dżety nie ku nam, a niemal prostopadłe do kierunku, w którym patrzymy. Zatem nie dość, że mamy obiekt niemal +pod ręką+, to jeszcze jest on ustawiony optymalnie, jeśli chodzi o obserwacje takich detali, jak miejsca, gdzie powstaje promieniowanie” – stwierdza badaczka.

SS 433 jest jednym z zaledwie kilkunastu kwazarów znajdujących się w naszej galaktyce – a do tego, jako jeden z nielicznych, emituje promieniowanie gamma. Przez 1017 dni promieniowanie to było rejestrowane w obserwatorium HAWC, pracującym na wysokości ponad 4100 m n.p.m. na zboczu meksykańskiego wulkanu Sierra Negra. Zbudowany tu detektor składa się z 300 stalowych zbiorników z wodą, wyposażonych w fotopowielacze wrażliwe na ulotne błyski świetlne, znane jako promieniowania Czerenkowa. Pojawia się ono w zbiorniku, gdy wpadnie do niego cząstka poruszająca się z prędkością większą od prędkości światła w wodzie.

Kluczowe znaczenie ma fakt, że część błysków pochodzi od cząstek wygenerowanych wskutek zderzeń wysokoenergetycznych kwantów gamma z ziemską atmosferą. Odpowiednia analiza błysków w zbiornikach pozwala zidentyfikować ich przyczynę. W ten sposób każdej doby HAWC pośrednio rejestruje fotony gamma o energiach od 100 gigaelektronowoltów (GeV) do 100 teraelektronowoltów (TeV). Są to energie nawet trylion razy większe od energii fotonów światła widzialnego i kilkunastokrotnie większe od energii protonów w akceleratorze LHC.

W trakcie obserwacji SS 433 (prowadzonych na granicy możliwości rozdzielczych HAWC) naukowcom udało się zarejestrować fotony o energiach powyżej 25 TeV, tj. od 3 do 10 razy większych od raportowanych w całej historii badań mikrokwazarów. Ku zaskoczeniu badaczy w zakresie wysokoenergetycznego promieniowania gamma najjaśniejszym obiektem w układzie wcale nie był sam SS 433 – lecz znajdujące się po jego obu stronach miejsca, w których dżety urywają się, zderzając z materią odrzuconą przez supernową.

„To nie koniec niespodzianek” – dodaje cytowany w komunikacie dr Francisco Salesa Greus z IFJ PAN. „Fotony gamma o energiach 25 TeV muszą być produkowane przez cząstki o jeszcze większych energiach. Mogłyby to być protony, ale wtedy musiałyby mieć ogromne energie, na poziomie 250 TeV. Ze zgromadzonych danych wynikało jednak, że ten mechanizm, nawet jeśli rzeczywiście działa, w przypadku SS 433 nie jest w stanie wygenerować odpowiedniej ilości promieniowania gamma” – tłumaczy naukowiec.

W trakcie dalszych prac dane z HAWC zestawiono z pomiarami SS 433 w pozostałych zakresach spektralnych z innych obserwatoriów. Ostatecznie udało się ustalić, że wysokoenergetyczne kwanty gamma – lub przynajmniej ich większość – muszą być emitowane przez elektrony w dziecie w trakcie ich zderzeń z wypełniającym cały kosmos niskoenergetycznym promieniowaniem mikrofalowym tła. Powyższy mechanizm – po raz pierwszy opisany właśnie w artykule w „Nature” – nie mógł być wykryty w obserwacjach kwazarów z dżetami skierowanymi ku Ziemi. Mikrokwazar SS 433 pomógł więc ujawnić nie tylko własne tajemnice, ale także tajemnice najjaśniejszych latarni Wszechświata.

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl