

Stygnięcie Wszechświata

Astronomia, no może raczej pra-astronomia, była prawdopodobnie pierwszą dziedziną ścisłego poznawania świata przez człowieka. W różnych stanowiskach archeologicznych do najstarszych znalezisk należą przedmioty z siedmioma nacięciami. Jedną z interpretacji ich pochodzenia jest powiązanie liczby nacięć z obserwacją faz Księżyca, które trwają (w zaokrągleniu) właśnie siedem dni.

Trudno powiedzieć, czy interpretacja ta jest prawdziwa. Nie ulega natomiast wątpliwości późniejsza fascynacja badaniem ruchów „gwiazd” (planet) uwieńczona w końcu powstaniem mechaniki newtonowskiej.

Najstarsza z nauk ścisłych nie utraciła nic ze swojej atrakcyjności, choć uprawianie jej wymaga obecnie używania wyrafinowanej aparatury, na zbudowanie której zazwyczaj pozwolić sobie mogą tylko wielonarodowe społeczności astronomów. Wydawać by się mogło, że nie ma tu już miejsca na jedno- czy kilkusobowe zespoły skupione po prostu wokół dobrego pomysłu. A jednak czas obserwacyjny najpotężniejszych teleskopów dzielony jest między grupy złożone czasem z zaledwie kilku osób. O przydziale czasu decyduje przede wszystkim (choć, oczywiście, nie wyłącznie) dobry i dobrze udokumentowany projekt.

Na początku grudnia ubiegłego roku ukazała się właśnie praca [1] trzech panów z Indii, Francji i Niemiec, w której zrelacjonowano pierwszy pomiar temperatury kosmicznego promieniowania tła wczesnego Wszechświata dokonany za pomocą spektrografu UVES (*UV-Visual Echelle Spectrograph*) zamontowanego na teleskopie Kueyen (Księżyc w języku Mapuców). Kueyen to jeden z czterech głównych, ośmiometrowych teleskopów układu VLT (Very Large Telescope), który kompletowany jest przez ESO (European Southern Observatory) na (górze) Cerro Paranal na pustyni Atacama w Chile, o czym pisaliśmy w numerze 9/2000. Natomiast w *Delcie* 11/2000 przeczytać można o najdokładniejszych pomiarach fluktuacji kosmicznego promieniowania tła i ich kosmologicznej interpretacji.

Skoro promieniowanie to jest pozostałością po Wielkim Wybuchu, to jego temperatura we wcześniejszych epokach powinna być wyższa niż obecnie. Jak się jednak o tym przekonać? Jak wiadomo, astronomia nie tylko jest najstarszą z nauk, ale również zajmuje się badaniem coraz starszych obiektów. Im dalej astronomowie sięgają w przestrzeń, tym bardziej zagłębiają się wstecz w czasie. Żeby zmierzyć temperaturę promieniowania tła w odległej przeszłości, „wystarczy” zaobserwować efekty jego oddziaływania z odpowiednio odległym obiektem. Problemem jest jednak upewnienie się, że obserwacja dotyczy podgrzewania kosmiczną mikrofalówką, a nie jakimś innym źródłem ciepła. Niezbędne jest w tym celu uzyskanie bardzo dokładnego i bogatego widma odległego obiektu pozwalającego na ilościową ocenę wkładu różnych źródeł.

Do tej pory, ze względu na trudności z oszacowaniem znaczenia innych możliwości podgrzewania, udawało się jedynie określać górną granicę mierzonej temperatury.

Teraz natomiast odpowiednio precyzyjnie zmierzone widmo kwazara PKS 1232+0815 udało się uzyskać za pomocą instrumentu UVES. Światło od tego odległego obiektu (przesunięcie ku czerwieni $z = 2,57$) po drodze przeszło przez gazowy obłok znajdujący się w galaktyce o $z = 2,34$ obserwowanej w czasie, gdy Wszechświat był pięć razy młodszy niż obecnie. Właśnie linie absorpcyjne związane z przejściami nadsubtelnymi dla atomów neutralnego węgla znajdujących się w tym obłoku posłużyły jako termometr. Dodatkowo linie widmowe odpowiadające (między innymi) przejściom między stanami cząsteczkowego wodoru pozwoliły na stwierdzenie dominującego wpływu promieniowania tła na kształt i intensywność linii węglowych. Było to możliwe dzięki dokładnemu określeniu warunków fizycznych panujących w prześwietlanym kwazarem obłoku.

W ten sposób nie tylko po raz pierwszy bezapelacyjnie stwierdzono obecność kosmicznego promieniowania tła w odległej przeszłości, lecz również określono, że temperatura odpowiadającego mu ciała doskonale czarnego była nie mniejsza niż 6 K oraz nie większa niż 14 K. Zgadza się to bardzo dobrze z przewidywaniem teoretycznym 9,1 K, dostarczając kolejnego argumentu przemawiającego za Wielkim Wybuchem.

Jak widać, księżycowe (kueyenowe) linie nadal stanowią o naszej znajomości Wszechświata.

Najdalsza supernowa

Dokładna analiza [2] obiektu oznaczanego SN 1997ff pokazała, że jest on najdalszą zaobserwowaną supernową typu Ia. Jego przesunięcie ku czerwieni z wynosi aż 1,7. Supernowe tego typu używane są jako standardowe świece, gdyż ich jasność absolutna jest już dość dobrze znana. Pozwoliło to na stwierdzenie (zobacz *Delta* 5/1998), że tempo rozszerzania Wszechświata rośnie, gdyż ich jasność obserwowana odpowiada większym odległościom niż wynikałoby to z rozszerzania bez dodatkowej akceleracji. Głównym zarzutem przeciwko takiej, brzemiennej w kosmologiczne skutki interpretacji pozostawała możliwość rozpraszania światła dalekich supernowych przez kosmiczny pył. Analiza danych dotyczących SN 1997ff oraz kilku innych bardzo (choć nie aż tak) odległych supernowych przeczy jednak tym zarzutom. Obiekty te znajdują się tak daleko, że pozwalają na zauważenie początkowego zwalniania tempa ekspansji Wszechświata. Jest to równoważne rejestrowaniu większej obserwowanej jasności, czyli efektu niemożliwego do wytłumaczenia rozpraszaniem.

Piotr ZALEWSKI

[1] R. Srianand, P. Petitjean, C. Ledoux; *astro-ph/0012222* oraz *Nature* z 21 grudnia 2000 roku.

[2] <http://www.nersc.gov/news/supernova04-02-01.html>