

COBE – Nobel 2006

W marcu bieżącego roku zespół eksperymentu WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) opublikował wyniki trzech lat zbierania danych [1] (o rezultatach po pierwszym roku pisaliśmy w Aktualnościach w *Delcie* 6/2003). Tegoroczne publikacje nie tylko potwierdzają poprawność modelu ewolucji Wszechświata z ciemną energią i ciemną materią (model Λ CDM) z mogącą wzbudzać podziw precyzją, ale zaczynają rozróżniać między różnymi scenariuszami inflacji dzięki wrażliwości (na razie nie do końca wystarczającej) na formę fal grawitacyjnych pozostałych po epoce inflacji.

Dlatego dla nikogo nie powinno być zaskoczeniem, że John C. Mather i George F. Smoot, promotorzy sukcesu eksperymentu... COBE (Cosmic Background Explorer), otrzymali tegoroczną Nagrodę Nobla z Fizyki za „odkrycie, że mikrofalowe promieniowanie tła ma formę promieniowania ciała doskonale czarnego i jest anizotropowe”.

Brak zaskoczenia nie zmienia faktu, że lista pominiętych jest jak zwykle długa. Oprócz WMAPa należy przynajmniej wspomnieć zespoły eksperymentów balonowych BOOMERANG i MAXIMA, które jako pierwsze pokazały, że promieniowanie mikrofalowe wskazuje na euklidesowość Wszechświata (*Delta* 11/2000).

Wróćmy jednak do osiągnięć nagrodzonych. Niewątpliwie to ich zasługą było ostateczne przeniesienie kosmologii ze sfery spekulacji na grunt precyzyjnej nauki. Możliwość ta pojawiła się wraz z ogłoszeniem przez NASA w 1974 roku zaproszenia do przygotowania eksperymentu w przestrzeni kosmicznej. Wśród zgłoszonych projektów trzy dotyczyły badania mikrofalowego tła. Tak duża liczba chętnych wiązała się z faktem, że promieniowanie reliktove jest pochłaniane przez atmosferę w trudny do dokładnego przewidzenia sposób. Żeby je zobaczyć w pełnej krasie, trzeba było wyjść poza atmosferę. Dwa lata później NASA nakłoniła proponentów do połączenia i ostatecznie w 1977 roku pojawiła się propozycja eksperymentu COBE.

Rok później Nagrodę Nobla z Fizyki, za odkrycie promieniowania reliktove (w 1964 roku), otrzymali Arno Penzias i Robert Wilson. Lista pominiętych była wtedy jeszcze bardziej imponująca niż w tym roku, ale zostawmy to historykom nauki. Może tylko wspomnimy, że nagrody nie dostali ani ci, którzy wymyślili, że takie promieniowanie powinno istnieć, ani ci, którzy go specjalnie szukali (i nieopatrznie poinformowali nagrodzonych, co znaleźli), ani ci, którzy to promieniowanie znaleźli jako pierwsi.

Sonda COBE została ostatecznie wyniesiona na geocentryczną polarną orbitę heliosynchroniczną w listopadzie 1989 roku. Trzy lata później opublikowano wyniki, za które przyznano tegoroczną Nagrodę.

COBE była wyposażona w trzy instrumenty. Pierwszy, Diffuse Infrared Background Experiment (DIRBE), rejestrował kosmiczne podczerwone promieniowanie tła. Drugi, Far Infrared Absolute Spectrophotometer (FIRAS) służył do sprawdzenia, czy kosmiczne mikrofalowe promieniowanie tła (CMB) ma rozkład zgodny

z promieniowaniem ciała doskonale czarnego. Okazało się, że zgodność jest doskonała – jest to najlepszy znany przykład promieniowania termicznego, a wyznaczona temperatura wyniosła $2,725 \pm 0,002$ K w idealnej zgodzie z hipotezą gorącego Wielkiego Wybuchu. Odpowiedzialnym za FIRAS i za całość eksperymentu COBE, w którym ostatecznie zostało zaangażowanych ponad 1000 naukowców i inżynierów, był John Mather.

I wreszcie trzeci instrument, Differential Microwave Radiometer (DMR), posłużył do znalezienia oczekiwanej anizotropii CMB, która (według naszego obecnego stanu wiedzy) zapoczątkowała grawitacyjne różnicowanie się Wszechświata. Odpowiedzialnym za ten instrument był George Smoot.

Pomiar anizotropii okazał się najtrudniejszy. Początkowo oczekiwano, że jej względna amplituda powinna wynosić 10^{-3} , ale w trakcie przygotowań przewidywania te stawały się coraz mniej pomyślne. Związane to było przede wszystkim z poprawnym uwzględnieniem ciemnej materii. Im więcej ciemnej, oddziałującej tylko grawitacyjnie materii, tym mniejsze początkowe fluktuacje są potrzebne do wyjaśnienia obecnego rozkładu materii we Wszechświecie. Ostatecznie znaleziono anizotropię na poziomie 10^{-5} . Jej wiarygodność wzmocniono, dostrzegając korelację z wynikami eksperymentów balonowych.

Potwierdzonym przewidywaniem była niezależność anizotropii od skali dla rozmiarów kątowych mierzonych przez COBE (maksymalna rozdzielczość kątowa DMR wynosiła 7°).

Wyniki ogłoszone 15 lat temu zostały przyjęte entuzjastycznie przez specjalistów oraz rozpropagowane wśród szerokiej publiczności. Praca nad uzyskaniem jak najlepszej rozdzielczości najstarszego zdjęcia Wszechświata stała się ulubionym zajęciem kosmologów.

Za dwa lata Europa ma się włączyć na serio do gry, wysyłając satelitę Planck. W tej chwili chodzi przede wszystkim o wykrycie odcisków fal grawitacyjnych w mikrofalowym zdjęciu.

Na koniec spróbujmy zastanowić się, czy to rzeczywiście jest najstarsze możliwe zdjęcie. Zostało ono „zrobione” prawie 400 tysięcy lat po Wielkim Wybuchu i choć uważamy, że zapisane jest w nim to, co działo się dużo wcześniej, nie jest to obserwacja bezpośrednia.

A wcześniej obraz Wszechświata jest na wyciągnięcie ręki. Przenika nas w każdej chwili naszego życia, a atmosfera nie stanowi dla niego żadnej przeszkody. Ten wcześniej obraz zachowany jest w kosmicznym neutrinowym promieniowaniu tła. Jego wykrycie wydaje się jednak dzisiaj kompletną utopią. Podobnie myślano o sporej części zjawisk, za zbadanie których później przyznano Nagrodę Nobla.

Piotr ZALEWSKI

[1] Najnowsze wyniki WMAP najwygodniej jest oglądać poprzez stronę archiwum LAMBDA (Legacy Archive for Microwave Background Data Analysis) <http://lambda.gsfc.nasa.gov/>, zawierającego praktycznie całą spuściznę pomiarów mikrofalowego promieniowania tła.