

5. Friedmannowskie modele kosmologiczne

Oto piąty z serii artykułów przedstawiających Niekonwencjonalną Wizję Wszechświata. Ta "niekonwencjonalność" coraz bardziej da o sobie znać w kolejnych artykułach.

Oto kolejny artykuł bazujący na książkach, które ukazały się niedawno:

1. **Pofantazujmy o Wszechświecie I.** *Oscylujący? To nie takie proste*

2. **Pofantazujmy o Wszechświecie II.** *W głąb materii. Grawitacja w "podwymiarach".*

Do nabycia w: www.kopernikanska.pl lub druktor@druktor

5

Friedmannowskie modele kosmologiczne

W roku 1916 Einstein zakończył pracę nad ogólną teorią względności. Już po roku podjął próbę zastosowania tej teorii dla celów kosmologicznych. Było to zanim Hubble ogłosił swoje prawo. W tych czasach obowiązującym był model Wszechświata statyczny, płaski, nieskończony, jednorodny i izotropowy; zgodny zresztą z zasadą kosmologiczną (odpowiadał modelowi 2 opisanemu w notce 2. Einstein, by otrzymać taki właśnie Wszechświat postanowił w swych równaniach dołożyć człon o nazwie „stała kosmologiczna”. Model bazujący na tak zmodyfikowanych równaniach nie przewidywał oczywiście przesunięcia ku czerwieni. W tym samym roku de Sitter na bazie równań Einsteina (ze stałą kosmologiczną) zbudował model quasi stacjonarny choć całkiem pusty, pozbawiony materii. Wszechświat w tym modelu stanowiła geometria zakrzywionej czasoprzestrzeni, zakrzywionej zgodnie z równaniami Einsteina. Do testowania tego modelu posłużyć się można ciałem próbnym, wszystko oczywiście na papierze. Gdyby wszechświat taki zappełnić galaktykami, byłby Wszechświatem ekspandującym, choć nie koniecznie. Zależnie od sposobu interpretacji jest to model statyczny lub dynamiczny. Obserwatorzy oczywiście mogą dojść do porozumienia, na bazie ogólnej teorii względności, widząc rzecz jako dwie strony tego samego medalu. Model ten przez wielu uznawany jest za model stacjonarny, co sugerują kryteria raczej matematyczne.

W roku 1922 Aleksander Friedmann (Rosja) znalazł nowe rozwiązania równań ogólnej teorii względności, mające modelować Wszechświat, nowe w związku z tym, że wbrew postanowieniu Einsteina, nie uwzględnił stałej kosmologicznej. Z równań tych wynika możliwość rozwoju Wszechświata (być może nawet realnego) zgodnie z jednym z trzech modeli, w zależności od jego masy, a właściwie średniej gęstości. Po krótkim czasie, w szczególności po odkryciu Hubble'a, uznał Einstein wprowadzenie stałej kosmologicznej za błąd i przyjął friedmannowskie rozwiązania równań pola za słuszniejsze. Przebieg rozwoju Wszechświata według trzech wspomnianych modeli znaleźć można z łatwością w różnych źródłach (dla mnie wklejenie tego wykresu tutaj, stanowi poważny problem techniczny). Oto trzy modele. Model otwarty - Wszechświat rozszerzać się będzie w nieskończoność, gdyż jego średnia gęstość jest zbyt mała, (grawitacja jest zbyt słaba), by zahamować nieograniczone rozszerzanie się. Model krytyczny, graniczny - o nim więcej dalej. Jeśli średnia gęstość (a więc i masa) Wszechświata jest odpowiednio duża, ekspansja jego ulegnie zatrzymaniu i rozpocznie się kontrakcja, aż do zapadnięcia się całości w osobliwość*, od której wszystko się zaczęło (zgodnie z modelem dość powszechnie dziś przyjętym) - model zamknięty. Być może Wszechświat realny pulsuje na przemian ekspansją i zapadaniem się? Jeśli masa nie jest wystarczająco duża, by zatrzymać ekspansję, Wszechświat będzie się wiecznie rozszerzał (model otwarty). Model krytyczny stanowi granicę między dwoma pierwszymi. Sądząc po tym, że matematycznie jest to granica punktowa, krytyczny rozwój Wszechświata jest właściwie czymś nieprawdopodobnym lub też, (Uwaga!) rozwój krytyczny jest jedyną możliwą opcją. Co wtedy z pozostałymi dwoma? Jak widać mamy nowy powód do zastanowień. Do kamienia filozoficznego jeszcze daleko. Problemem tym zajmować się będziemy niejednym raz, w różnych kontekstach.

Modele te, jak widać, zakładają, że prędkość, a właściwie tempo ekspansji zmniejsza się, podobnie jak w

przypadku ciała rzuconego do góry. Nie jest to jednak zbieżne z poglądem zaprezentowanym w tej pracy. Zgodnie z nim prędkość względna galaktyk jest stała w czasie, a prędkość ekspansji równa jest dokładnie c (pojęcia te sprecyzowałem w poprzednich notkach). Do dyskusji na ten temat jeszcze wrócimy.

Trzy wspomniane modele będące rozwiązaniami równań pola Einsteina-Friedmanna stanowią do dziś podstawę kosmologii. To, jak realny Wszechświat rozwija się, co „nas” czeka, zależy od jego masy, a właściwie gęstości średniej, której stosunek do gęstości krytycznej nazwano parametrem gęstości W . Okazuje się, wskazują na to wyniki obserwacji, że realny Wszechświat ewoluuje (najprawdopodobniej) zgodnie z modelem krytycznym ($W = 1$). Wcale nie znaczy to, że zawsze tak będzie. Kto wie, może ewolucja Wszechświata przebiega tak, że wszystkie trzy modele są w niej reprezentowane i stanowią określone jej etapy? Wrócimy jeszcze do tego przypuszczenia, nie koniecznie by je poprzeć.

W ciągu krótkiego czasu, jeszcze w latach dwudziestych, namnożyło się sporo modeli Wszechświata, bazujących na ogólnej teorii względności. Stanowiły one doskonałą bazę intelektualną i heurystyczną dla odkryć, które przyszedły potem. Najwcześniejszym było odkrycie Hubble’a. Modele, którym poświęcony jest ten rozdział nie straciły na aktualności, nawet uwzględniane są przez najbardziej współczesne teorie. Innym modelom poświęcam w swej pracy niewiele miejsca, gdyż na ogół nie korespondują z prezentowaną tu koncepcją, a poza tym mają tylko znaczenie historyczne. Co innego modele Friedmanna, pomimo, że „ideologicznie” nie w pełni pasują do mojej wizji świata. Przedstawiłem je między innymi po to, by uwypuklić swe zapatrywania. Ogólnej teorii względności nie odrzucam. Bez cienia wątpliwości akceptuję ją, bo lepszej dotąd nie wymyślono. Uważam jednak, że teoria ta znakomicie opisuje układy, natomiast w odniesieniu do opisu Wszechświata, który jest sam w sobie absolutną jednością i „wszystkością”, traci (kto wie) swą adekwatność. Nie ma bowiem skąd przypatrywać się Wszechświatowi, bo poza nim przestrzeń nie istnieje, nie istnieje układ odniesienia. Pogląd ten jakby sprzeniewierza się sposobowi myślenia badaczy, dla których ogólna teoria względności (stosowana do opisu Wszechświata) jest codziennością ich badawczego warsztatu. Sądzą oni (intuicyjnie, choć intuicja w znacznym stopniu bazuje właściwie na tym, co tworzy aktualną wiedzę), że istnienie wielu wszechświatów lub chociażby materii poza horyzontem jest jak najbardziej do przyjęcia. Sam horyzont bowiem ma właściwie tylko znaczenie „łącznościowe” (o tym dalej). Pogląd ten, jak sądzę, jest także wyrazem kurczowego przywiązania intuicji do wszechświata statycznego i nieskończonego (to już psychologia). Jeśli chodzi o ogólną teorię względności, to, jak się dalej okaże, istnieje jeszcze jeden aspekt ograniczonego zakresu jej stosowalności.

Na zakończenie (i przy okazji) wypada wspomnieć o pracach belgijskiego kosmologa, Georges’a Lemaître, który doszedł (1927) niezależnie od Friedmanna i przed odkryciem Hubble’a, do bardzo podobnych wniosków, pomimo, że zachował w swych równaniach stałą kosmologiczną. W swych dociekaniach próbował też zmodelować sam wielki wybuch. Tym właściwie zasługuje na miano „ojca wielkiego wybuchu”, choć nie on wprowadził tę nazwę. Wybuch ten poprzedził, według niego, stan „pierwotnego atomu” (tak to nazwał) o rozmiarach trzydzieści razy większych niż Słońce. W wyniku jego eksplozji powstał Wszechświat, który do dziś ekspanduje.

Aktualnie kosmologia czerpać może nadal z dobrodziejstwa niewyczerpanych możliwości jakie pozostawia do dyspozycji uczonych ogólna teoria względności, choć ich mnogość bynajmniej nie czyni nas bliższymi jednoznaczności bytu obiektywnego. Nie ma obawy. Przyroda nie da się nakłonić do wyobraźni równań jeśli nie będą jej wyrażać w sposób absolutny. Można więc swobodnie i spokojnie szukać dalej śladów kamienia filozoficznego.

*) By wykluczyć punktowość, czyli nieskończoną małość, kłójącą się z realnością bytu materialnego, osobliwość traktować można jako obszar o rozmiarach plankowskich.

Autor: bardek

Artykuł pobrano ze strony eioba.pl