

## Michał Heller: Historia Kosmosu i kosmologii

Wszechświat zazdrośnie strzeże swoich tajemnic. Im głębiej będziemy wnikać w jego strukturę, tym więcej będziemy zmuszeni wykazywać intelektualnej przebiegłości. Logika naszych rozumowań jest w naturalny sposób zestrojona z naszym makroskopowym środowiskiem i nigdzie nie jest powiedziane, że ta sama logika jest logiką wszystkich zakamarków struktury wszechświata – pisze ks. prof. Michał Heller we wprowadzeniu do swojej książki „Jedna chwila w dziejach wszechświata”.

– Co wiemy i czego nie wiemy o wszechświecie?

Przede wszystkim, co to znaczy „wiemy” i „nie wiemy”?

„Wiemy” – w liczbie mnogiej. A więc chodzi o jakąś wiedzę zbiorową. Ponieważ jednak wiedzieć można tylko umysłem, a umysły są zawsze indywidualne (nie ma „umysłu wspólnego”), może chodzić jedynie o wiedzę nagromadzoną przez ludzi w sposób zorganizowany. Gdybyśmy chcieli zgromadzić w jedno to, co poszczególni ludzie sądzą, że wiedzą, na zasadzie prostego sumowania, powstałaby mieszanina poglądów niewiele różniąca się od zupełnej niewiedzy. A więc trzeba narzucić tej mieszaninie bardzo rygorystyczną organizację: kryteria wyboru, język prezentacji, metody weryfikowania i odrzucania tego, co wiedzą nie jest... Krótko mówiąc, o to, co wiemy, trzeba pytać naukę.

Nauka nauczyła nas ostrego krytycyzmu w stosunku do zdobywania i selekcjonowania wartościowej wiedzy i ten sam krytycyzm należy stosować w stosunku do samej nauki i jej rezultatów.

To, czego nie wiemy, to znaczy to, co znajduje się poza nauką, stanowi rodzaj „tła” dla nauki. Nie tylko wyznacza jej obecne granice, lecz również jest dla niej wyzwaniem, by te granice przekraczać.

– A więc, co wiemy (i czego nie wiemy) o wszechświecie?

*Jeżeli nauka mówi nam, że  
wszechświat JEST, to  
w zupełnie innym sensie.  
Wszechświat JEST jako jeden  
obiekt lub system, poddający  
się naukowym badaniom, czyli  
jako obiekt lub system  
badalny*

Wiemy przede wszystkim, że JEST. Oczywiście każdy z ludzi wie, z własnego bardzo osobistego doświadczenia, że on sam jest i jest także świat wokół niego. Ale jeżeli nauka mówi nam, że wszechświat JEST, to

w zupełnie innym sensie. Wszechświat JEST jako jeden obiekt lub system, poddający się naukowym badaniom, czyli jako obiekt lub system badalny. Te same prawa fizyki, stosowane do najdalszych części wszechświata, prowadzą do spójnych wyników. Wiedza o wszechświecie krystalizowała się stopniowo: od starożytnych przypuszczeń na temat tego, co widać gołym okiem i prób wyjaśniania tego przy pomocy stosunkowo prostych konstrukcji geometrycznych,

poprzez nowożytnie penetrowanie różnych jego struktur dzięki stopniowo odkrywanym i nieustannie ulepszanym teoriom fizycznym, aż do współczesnych wysoko zmatematyzowanych modeli. Modele te działają w bardzo wyrafinowany sposób: ich tworzywem są teorie fizyczne, które są „karmione” olbrzymią ilością danych obserwacyjnych dotyczących wszechświata i różnych jego części. Dane obserwacyjne, z chwilą gdy wejdą w sieć teorii, są przez nie natychmiast przetwarzane, produkując nową informację. Cały ten proces jest sterowany przez wynikania wewnątrz struktur matematycznych, stanowiących szkielet i ośnowę teorii fizycznych. Wynikania te nie są jednak tylko biernymi „kanałami”, wzdłuż których krążą informacje, lecz w sposób czynny uczestniczą w tym twórczym procesie. Mamy prawo podejrzewać, że czynnikiem odpowiedzialnym za to, iż modele współczesnej fizyki na wyjściach dają więcej informacji niż otrzymują na wejściach, jest twórcza – nie tylko przetwórcza – funkcja matematyki. Dzięki tej nadmiarowości produkowanych informacji, wiemy o wszechświecie coraz więcej. Porównując informacje uzyskiwane przez różne modele z tym, co aktualnie obserwujemy (to znaczy z tym, co już wiemy o wszechświecie dzięki danym przetworzonym przez poprzednie modele), pewne modele odrzucamy, gdyż – jak powiadamy – nie są potwierdzone przez obserwacje, a wybieramy te, które mają szansę poprawnie modelować wszechświat, w którym żyjemy.

Tą drogą współczesna kosmologia wyselekcjonowała tzw. *concordance model*, czyli model, który najlepiej organizuje wszystkie informacje o wszechświecie, z dobrą dokładnością potwierdzone przez wszystkie dostępne obecnie dane obserwacyjne. Model ten kilkakrotnie pojawi się na dalszych stronicach tej książki.

Jeżeli mówimy, że wszechświat JEST w sensie fizycznym, tzn. jest jednym badalnym układem, to mamy również na myśli to, że cały proces jego badania jest niezwykle skuteczny – nie tylko działa, ale działa w sposób niejako samonapędzający się. To jest pierwsza „wielkoskalowa” informacja o wszechświecie, jaką zawdzięczamy nauce – że JEST jako jeden, ulegający naukowym badaniom, układ fizyczny.

To, iż wiemy, że wszechświat JEST (w powyższym sensie), stanowi ważne osiągnięcie. Kryje się ono u podstaw wszystkich innych informacji o wszechświecie. Gdybyśmy nie mogli powiedzieć o wszechświecie, że JEST, cała nasza wiedza o nim redukowalaby się do zlepkę czysto lokalnych informacji, których nie dałoby się powiązać ze sobą w sensowną całość. Ale oczywiście musimy pójść dalej. Jeżeli wszechświat jest całościowym systemem, poddającym się naukowym badaniom, chcielibyśmy wiedzieć, jakie są jego inne „wielkoskalowe” własności.

Tego rodzaju następną globalną własnością wszechświata, która wręcz narzuca się, gdy przeglądamy podręczniki współczesnej kosmologii, jest to, iż podlega on ewolucji i że ta ewolucja, przynajmniej na jej obecnym etapie, polega na globalnej ekspansji – wszystkie galaktyki oddalają się od siebie z ciągle rosnącymi prędkościami.

Odkrycie i zaakceptowanie tego faktu było procesem stopniowym i, jak wszystkie wielkie dokonania, rodziło się w bólach. Jeżeli wszechświat podlega ewolucji na wielką skalę, to musi to być ewolucja powolna w porównaniu do skali ludzkiego życia, a nawet do skali istnienia całej ludzkości. Wprawdzie w naszym bezpośrednim otoczeniu dostrzegamy

*Nawet astronomowie, pilnie obserwując niebo przez dwadzieścia parę wieków, nie dostrzegli żadnych niecyklicznych, wielkoskalowych zmian. Dopiero w pierwszych dekadach dwudziestego wieku, dzięki teleskopom nowej generacji, zaczęły się pojawiać pierwsze sygnały, że może być inaczej*

względnie szybkie zmiany (bardzo często mają one charakter cykliczny), ale nawet astronomowie, pilnie obserwując niebo przez dwadzieścia parę wieków (licząc od czasów starobabilońskich), nie dostrzegli żadnych niecyklicznych, wielkoskalowych zmian. Dopiero w pierwszych

dekadach dwudziestego wieku, dzięki teleskopom nowej generacji, zaczęły się pojawiać pierwsze sygnały, że może być inaczej. W historii nauki niełatwo znaleźć odkrycie, którego by wyobraźnia filozofów już jakoś – chociażby mgliście – nie przewidziała. W odniesieniu do ewolucji wszechświata trzeba było nieokiełznanej wyobraźni pisarza i poety, aby pokusić się o aż tak odważną i dalekosiężną hipotezę. Poetą tym był Edgar Allan Poe. W 1848 roku opublikował on „poemat prozą” pt. Eureka[2]. Jest to pełna erudycji mieszanina osobistych refleksji i zaskakująco trafnych spostrzeżeń dotyczących wszechświata w jego największej skali. Wszechświat Edgara Poe jest wszechświatem skończonym. Dla niego „idea nieograniczonej materii jest nie tylko nie do utrzymania, lecz także niemożliwa i niedorzeczna”. Wszechświat Edgara Poe jest oczywiście także wszechświatem Newtonowskim. Wszechobecna grawitacja każe całej materii wszechświata zapadać się do punktu. Wszechświat znajduje się w stanie globalnego kolapsu. Ten

kierunek ewolucji wszechświata mówi także coś o jego początku: „Bóg na początku... stworzył jedynie materię w stanie – czego? – jej maksymalnej prostoty”.

Poe spodziewał się wielkiego rozgłosu – swojemu wydawcy sugerował wydrukowanie pięćdziesięciu tysięcy egzemplarzy – ale się zawiódł. Eureka wzbudziła niewielkie zainteresowanie i wkrótce o niej zapomniano. Dziś pamięta się raczej inne dzieła Edgara Poe. Jego idea odżyła – zupełnie niezależnie od niego i przy zupełnie innej motywacji – w kosmologii relatywistycznej. Fizyka grawitacji, nie w ujęciu Newtonowskim, lecz ogólnej teorii względności, wymusiła model wszechświata ewoluującego. Wymusiła – w dosłownym tego słowa znaczeniu. Einstein długo opierał się idei wszechświata podlegającego ewolucji – tak długo, dopóki obserwacje astronomiczne odległych galaktyk nie zmusiły go do uległości. Zgodnie z obserwacjami (i z prawem grawitacji Einsteina), wszechświat się rozszerza, galaktyki uciekają od siebie z ciągle rosnącymi prędkościami. Zarysowują się dwie możliwości finału kosmicznej ewolucji: albo wszystko się roztopi w maksymalnym rozrzedzeniu i temperaturze absolutnego zera, albo nastąpi globalny kolaps (jak to przewidywał Poe).

Dochodzimy tu do kolejnej globalnej charakterystyki wszechświata, jaką nam ujawnia współczesna kosmologia. Jeżeli wszechświat się rozszerza, staje się coraz bardziej rozrzedzony i, cofając się, musimy dojść do stanu z maksymalną (teoretycznie nieskończoną) gęstością materii. Dziś standardowy model kosmologiczny przyjmuje – wymuszają to zarówno obserwacje, jak i teoria – że ewolucja wszechświata, a przynajmniej obecna jej faza, zaczęła się od supergęstego stanu. Edgar Poe wiązał z początkiem następujące intuicje: „Racjonalne myślenie natychmiast zwraca się tu do

zaprzeczenia szczególności (imparticularity) – do cząstki – do jednej cząstki – cząstki jednego rodzaju – o jednym charakterze – o jednej naturze – o jednej wielkości – o jednej postaci – a więc do cząstki „bez postaci i pustki” (without form and void) – do cząstki znajdującej się zdecydowanie we wszystkich punktach (positively a particle at all points) – cząstki absolutnie jedynej, indywidualnej i niepodzielnej...” To nagromadzenie częściowo wykluczających się określeń świadczy o tym, że intuicja autora znajduje się na granicy swoich możliwości i to uzasadnia nazwanie całego utworu „poematem prozą”. Jak zobaczymy na dalszych stronicach tej książki, Lemaître zmagał się z podobnymi trudnościami, gdy mówił o „Pierwotnym Atomie”, ale był w o tyle lepszej sytuacji niż Poe, że miał do dyspozycji matematyczne modele, które ułatwiały ujmowanie intuicji w bardziej przejrzyste interpretacje.

Dziś Lemaître’a uważa się za „ojca Big Bangu”. Sprawa ojcostwa niekiedy bywa bardziej złożona niż na to wskazywałyby pozory. Początek kosmicznej ewolucji, supergęsty stan początkowy (z teoretycznie nieskończoną gęstością materii), potem nazwany początkową osobliwością, wszedł do kosmologii niejako tylnymi drzwiami, albo może lepiej – dał o sobie znać zanim został odkryty. Gdy w 1917 roku Einstein konstruował pierwszy model kosmologiczny, zdecydował się na „sfalszowanie” swoich oryginalnych równań w tym celu, ażeby uniknąć rozwiązań z ewolucją, a więc i jej początkiem. W 1927 roku Lemaître znał już pełny zestaw rozwiązań równań Einsteina, a dane obserwacyjne, jakimi dysponował, wyraźnie wskazywały, że wszechświat podlega wielkoskalowej ewolucji. Chcąc skonstruować model kosmologiczny, który byłby zgodny zarówno z danymi obserwacyjnymi, jak i z teorią grawitacji Einsteina, wybrał rozwiązanie, przedstawiające wszechświat ekspandujący (z ucieczką galaktyk), ale takie, w którym początkowa osobliwość znajdowała się

w nieskończenie odległej przeszłości, czyli faktycznie jej nie było. Stanowiło to wyraz niechęci Lemaître'a do wprowadzania idei początku do kosmologii.

Dwa lata później, w 1929 roku, Edwin Hubble, uogólniając wyniki obserwacji odległych galaktyk, sformułował swoje słynne prawo, stwierdzające, że prędkość ucieczki galaktyki jest proporcjonalna do jej odległości od obserwatora. Wkrótce „prawo Hubble'a” stało się powszechnie znane. Hubble nie wiedział wówczas, że zależność tę Lemaître wyprowadził ze swojego modelu już dwa lata wcześniej.

Kto więc odkrył ewolucyjny wszechświat, Hubble czy Lemaître? Spór o to rozgorzeje dopiero po prawie stu latach od samego odkrycia. Niech więc i Czytelnik powściągnie swoją ciekawość, gdyż odpowiedź na to pytanie znajdzie dopiero na ostatnich stronicach tej książki.

Niezależnie jednak od tego, jaka to będzie odpowiedź, z pewnością Lemaître'owi należy się zaszczytny tytuł „ojca Wielkiego Wybuchu”. Może właśnie dlatego Lemaître nie przypisywał wielkiego znaczenia swojemu pierwszeństwu w odkryciu rozszerzania się wszechświata, że wkrótce po opublikowaniu pracy na ten temat, jego ciekawość naukową przykuł inny problem. Jeżeli wszechświat się rozszerza, to kiedyś był bardzo gęsty i bardzo gorący, a w takich ekstremalnych warunkach do głosu musiały dojść prawa mechaniki kwantowej. Ta nowa dziedzina wiedzy zyskała już sobie wtedy pełne prawo obywatelstwa w fizyce. W ewoluującym wszechświecie energia dzieli się na coraz większą liczbę kwantów, a więc cofając się w czasie tak daleko, jak się tylko da, dochodzimy do stanu, w którym istniał tylko jeden kwant – cała

energia wszechświata była skoncentrowana w jednym kwancie. Lemaître nazwał go Pierwotnym Atomem. To był prototyp dzisiejszego Wielkiego Wybuchu.

Historia kosmologii jest nie mniej ciekawa niż historia Kosmosu. Choćby z tego względu, że o historii Kosmosu nie wiedzielibyśmy nic, gdyby nie historia kosmologii. Wiedza o Kosmosie jest stara jak ludzkość, a równocześnie bardzo młoda, gdyż jako naukowa dyscyplina liczy sobie niewiele ponad sto lat. A to w dziejach Kosmosu jest zaledwie jedną chwilą. Na tej właśnie chwili skupi się nasza uwaga podczas lektury tej książki. Jest to chwila szczególna, gdyż właśnie w tej chwili ludzkość zamieszkująca niepozorną planetę, krążącą wokół całkiem przeciętnej gwiazdy w dosyć dużej, ale niewyróżniającej się niczym szczególnym galaktyce, dokonała rzeczy – przynajmniej w swoim mniemaniu – niebywałej. Wprawdzie wyzwanie zostało rzucone światu dawno (w naszej perspektywie czasowej), bo już przez greckich filozofów przyrody (o ile nie wcześniej), ale dopiero teraz wszechświat uległ naszemu wyzwaniu i zaczął ujawniać tajemnice swojego istnienia.

Wyzwanie rzucone światu było wyzwaniem racjonalności: wszechświat mnie wydał i jestem skazany na życie we wszechświecie, więc chcę go zrozumieć, chcę poznać jego mechanizmy i jego ukryte strategie, chcę poznać swoje miejsce w jego strukturze. Dotychczas w tym splocie „ja – wszechświat” wysiłki myślicieli obracały się głównie „wokół poznającego „ja”, teraz – dzięki matematyczno-empirycznej metodzie badania – wszechświat dopuścił nas do bardziej dwustronnego dialogu. Dialog będzie trwał nadal, ale wcale nie będzie łatwiejszy. Wszechświat zazdrośnie strzeże swoich tajemnic. Im głębiej będziemy wnikać w jego strukturę, tym więcej będziemy zmuszeni wykazywać intelektualnej

*Dotychczas w tym splocie „ja  
– wszechświat” wysiłki  
myślicieli obracały się głównie  
„wokół poznającego „ja”, teraz  
– dzięki matematyczno-  
empirycznej metodzie  
badania – wszechświat  
dopuszczał nas do bardziej  
dwustronnego dialogu*

przebiegłości. Logika  
naszych rozumowań  
jest w naturalny  
sposób zestrojona  
z naszym  
makroskopowym  
środowiskiem  
i nigdzie nie jest  
powiedziane, że ta  
sama logika jest  
logiką wszystkich  
zakamarków  
struktury  
wszechświata. Już

przebyta przez nas droga jest pod tym względem poważnym  
ostrzeżeniem.

*Michał Heller*

*Fragment książki „Jedna chwila w dziejach wszechświata. Lemaître i  
jego kosmos”, wyd. Copernicus Center Press, Kraków 2020. Tekst  
publikujemy dzięki uprzejmości Wydawnictwa.*

<https://ccpress.pl/>

*Foto: <https://www.forum.com.pl/0428268689>*