

Janusz MAĆZKA

PRZEKRACZANIE GRANIC NAUKI

Michał Heller, *Kosmologia kwantowa*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001, ss. 153.

Autor książki, M. Heller, cytując Evandro Agazziego, mówi o poszerzaniu granic nauki jako zadaniu naukowca, ale — również za Agazzim — sądzi, że owe granice nigdy nie bywają przekraczane. A może jednak obaj się mylą, może to czego poszukujemy wymagać będzie właśnie przekroczenia granic? Poszukujemy kwantowej teorii grawitacji, której jeszcze nie ma i nawet do końca nie wiadomo jak powinna wyglądać. Mówiąc językiem autora, poszukujemy takiej struktury matematycznej, która pozwoli nam zrozumieć podstawy fizyki, co w konsekwencji powinno doprowadzić do zrozumienia podstaw Wszechświata. Może zatem odkrycie tej teorii będzie wymagało użycia zupełnie nowego podejścia, które wykroczy poza znany nam dziś typ i sposób uprawiania nauki.

Prezentowana książka nie jest relacją z przebytej już drogi, lecz zaproszeniem do spojrzenia na aktualnie prowadzone poszukiwania. „Łatwo” jest ukazywać historię teorii, które już zostały odkryte, które już przybrały swoją dojrzałą postać. Chociaż, jak pokazuje historia nauki, teorie bywają nieraz mądrzejsze od ich odkrywców. Z perspektywy odkrytej teorii śmiało można powiedzieć, że jej strukturę matematyczną już znamy, że uchwyciliśmy jej najważniejsze własności i związki oraz znamy jej interpretację, a także jej zasięg. W przypadku kosmologii kwantowej musimy przygotować się raczej na różne hipotetyczne propozycje, co zrobić, aby przejść drogę, która jeszcze przed

*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

nami. Dość ryzykowne jest wybierać się w drogę, gdy nie jest ona jasno wytyczona. Tylko wytrawny przewodnik powinien nas prowadzić. Zobaczmy, jak poprowadzi nas autor omawianej książki. Zaraz na początku książki autor rozwija przed czytelnikiem bardzo kuszącą propozycję ujrzenia współczesnej, matematyczno-fizycznej panoramy „Wszczęświata”. Propozycja ta opatrzona jest jednak ważną uwagą: aby zaspokoić tę pokusę trzeba podjąć wysiłek intelektualny. Na szczęście autor postanowił nie pozostawiać czytelnika samego sobie w tym wysiłku, co nie oznacza, że droga będzie łatwa. Przekładanie trudnych problemów naukowych na język „względnie zrozumiały” jest niewątpliwie trudną sztuką. Ta książka należy do rodzaju tych, które o rzeczach trudnych mówią w sposób zrozumiały. Oczywiście zrozumiały dla czytelnika, który nie tylko przejawia zainteresowanie poruszonym tematem, ale jest również gotów podjąć wysiłek podążania za myślą autora. Co więcej, jest to pozycja, która może być swoistym „kierunkowskazem” na drodze ku trudniejszym tematom, dla tych którzy chcą zgłębiać tajniki kosmologii i podstaw współczesnej fizyki.

Punktem wyjścia i początkiem drogi jest geometria. Już w tym miejscu warto uczynić uwagę nieco ogólniejszej natury. Każdy zamierzony cel naukowy wymaga przygotowania narzędzia. Współczesna fizyka wydaje się coraz bardziej wkraczać w te obszary rzeczywistości, które wymykają się naszym obserwacjom. Odnosi się to tak do świata makroskopowego, jak i do świata w największej skali. Wydaje się jednak, że tam gdzie nie sięga obserwacja, tam „jest obecna” struktura matematyczna. Jest rzeczą dość oczywistą, że strukturę matematyczną można uznać za narzędzie badawcze, ale wydaje się, że sugestia autora idzie dalej: zdaje się on sądzić, że matematykę należałoby uznać także za „ontologię rzeczywistości”, za ontologię którą trzeba odkryć, a następnie z tej perspektywy spojrzeć na doświadczaną (obserwowalną) rzeczywistość. Wprawdzie autor nie używa terminu „ontologia”, ale drogą, jaką nas prowadzi, dość wyraźnie ujawnia jego intencje.

W poszukiwaniach kwantowej kosmologii nie jesteśmy już na początku drogi, pewne problemy stały się jaśniejsze, struktura matematyczna ujawniła coś ze swoich tajemnic. Myślę, że potrzebna jest tutaj

jeszcze jedna uwaga. Tak jak na szczyt góry nie prowadzi jedna droga, podobnie w poszukiwaniu rozwiązania trudnych problemów uczeni obierają różne strategie. Niekiedy to wygląda na rywalizację i z pewnością do pewnego stopnia nią jest, bo tylko zwycięzca cieszy się sławą. Ale w tej rywalizacji istnieje także element solidarności. Bez tego co zrobili inni na wcześniejszych etapach, następni nie zrobili by nic. Heller mając tę świadomość (sam wniósł niemało do poznania tej drogi), ma ogromny szacunek dla innych. To ważne, aby widzieć innych, aby docenić ich trud intelektualny. Czy rozwiązywanie problemu kosmologii kwantowej byłoby możliwe bez teorii grawitacji Newtona, bez ogólnej teorii względności Einsteina, lub bez mechaniki kwantowej? Wystarczy uważniej przejrzeć poszczególne rozdziały (lub przejrzeć bibliografię końcową, czy indeks), by uświadomić sobie ogrom wysiłku intelektualnego, jaki uczyniono na tej drodze. Niekiedy mała hipoteza lub pozornie niewiele znacząca propozycja stają się ważnym krokiem na drodze do celu.

Kwantowa teoria grawitacji ma być teorią łączącą ogólną teorię względności z mechaniką kwantową. Ponieważ nie ma „prostego” przełożenia jednej teorii na drugą, dlatego trzeba się przyjrzeć bliżej niejako „naturze” ich obu. Mówiąc o teorii względności, należy dobrze zrozumieć, w jaki sposób geometria czasoprzestrzeni łączy się z grawitacją, a następnie — przechodząc do kosmologii — spróbować zbudować model kosmologiczny. Z drugiej strony; mechanika kwantowa wymaga zrozumienia swojej matematycznej struktury, tj. przestrzeni Hilberta oraz specyfiki oddziaływań kwantowych. Zdaniem Hellera, powyższe zagadnienia przygotowują „grunt do podjęcia właściwego zagadnienia — kwantowania grawitacji”. Jedną z pierwszych propozycji rozwiązania postawionego problemu była tzw. kanoniczna teoria kwantowej grawitacji. Teoria ta wykorzystuje przede wszystkim pomysły geometrodynamiki Wheelera oraz jej rozwinięcie przez DeWitta. Jednak — uważa Heller — w przypadku tej teorii „można co najwyżej mówić o schemacie lub metodzie kanonicznego kwantowania grawitacji, [...] schemat ten nie może poszczycić się żadnym konkretnym przewidywaniem empirycznym”.

Poszukiwania kosmologii kwantowej jest również wyrazem dążenia do jedności w fizyce. Wielu fizyków uważa, że realizacja programu zunifikowania wszystkich oddziaływań będzie równocześnie realizacją programu stworzenia teorii kwantowej grawitacji. Program ten ma już na swym koncie ważne sukcesy, jak na przykład opracowanie przez Weinberga i Salama teorii unifikującej oddziaływania jądrowe słabe i elektromagnetyczne, ale tzw. Wielka Unifikacja (GUT), czy Superunifikacja (unifikacja wszystkich oddziaływań) są jeszcze w fazie opracowań; jak mówi autor „pierwotny entuzjazm osłabł, trzeba szukać nowych pomysłów”.

Teorią, która wyrosła na „kryzysie” programu unifikacji, była teoria strun i superstrun. Moda na te teorie rozpoczęła się w latach 70-tych XX w. i w jakimś stopniu trwa do dziś. Znaczącym krokiem w poszukiwaniach są prace nad tzw. M-teorią. Patrząc na te teorie z perspektywy czasu, należy stwierdzić, że mają one niewątpliwe sukcesy i stały się ważnymi i nadal eksploatowanymi dziedzinami badań, lecz nie wyeliminowały konkurencyjnych strategii.

Ważnym problem, który łączy się z kosmologią kwantową jest problem początku i końca Wszechświata. Ogromne zasługi w tej kwestii należy przyznać R. Penrose’owi oraz S. Hawkingowi. Model kwantowego stworzenia świata z niczego zaproponowali Hawking i Hartle. Zyskał on w swoim czasie dużą popularność. Bliższe przyjrzenie się temu modelowi pokazuje jednak, że odwołując się do praw fizyki, nie wyjaśnia on „skąd one się biorą? dlaczego są takie a nie inne? [...] Problem natury i pochodzenia praw przyrody jest jednym z najdonioślejszych problemów współczesnej filozofii fizyki”.

Badania prowadzone nad zagadnieniem kwantowania czasoprzestrzeni ujawniły kolejny, istotny problem całej układanki. Chodzi o problem entropii Wszechświata. Szczególnie ciekawe badania w tej dziedzinie prowadził R. Penrose. Kosmologia kwantowa będzie musiała poradzić sobie z wyjaśnieniem genezy praw termodynamiki. Prawa te w zastosowaniu do kosmologii ujawniły wiele problemów i postawiły nowe pytania, np: dlaczego entropia w obecnym Wszech-

świecie jest aż tak duża? Na to pytanie to nie ma jeszcze pełnej odpowiedzi.

Penrose ma swoiste podejście do poszukiwania kosmologii kwantowej. Uważa on, że zamiast: „albo starać się przystosować formalizm teorii względności do mechaniki kwantowej, albo odwrotnie — poszukiwać takich ulepszeń metod kwantowych, którym uległa by grawitacja, [...] trzeba szukać nowej, uogólnionej teorii kwantów, która w ogóle nie sprawiałaby trudności interpretacyjnych”. Program ten nie został jeszcze zrealizowany, ale zaowocował nowymi metodami matematycznymi i nowymi konstrukcjami, „bez których nie można by się już obejść”.

Ostatnie dwa rozdziały książki M. Hellera są prezentacją podejścia jego oraz W. Sasina do rozwiązania postawionego w tytule problemu. Zasadnicza idea ich podejścia odbiega od dotychczas prezentowanych. Propozycja ta idzie po linii Penrose’a; poszukują oni mianowicie tak bogatej struktury matematycznej, z której wyłaniałby się zarówno ogólna teoria względności, jak i mechanika kwantowa. Taką strukturę matematyczną udało im się już do dużym stopniu opisać, a nawet ukazać pewne jej własności. Zasadniczy jej zrab stanowi tzw. geometria nieprzemienialna, której fundamenty opracował A. Connes. Ta droga zaczyna nabierać rozpędu, ma już swoje sukcesy i, jak inne propozycje, rości pewne nadzieje na sukces. Heller pisze o swoim modelu: „Wprawdzie jest to na obecnym etapie badań propozycja hipotetyczna, ale obiecująca. Ukazuje ona — w dość ogólnych zarysach — jak mogła wyglądać fizyka w epoce, w której nie było ani czasu, ani przestrzeni, i w elegancki sposób tłumaczy, jak z nieprzemiennej fazy wynurzyła się fizyka wraz z jej równaniami obecnie rządzącymi Wszechświatem”.

Ten skrótowny przegląd to jakby ukazanie treści omawianej książki z pewnej oddali. Aby uchwycić całej jej piękno, trzeba by zawrzeć z nią bliższą znajomość. Również sama książka nie stanowi pełnej panoramy obecnych poszukiwań kwantowej kosmologii. Musimy wszakże pamiętać, że nie jesteśmy jeszcze u celu, że to co najciekawsze, to dopiero przed nami. Czy zatem można zapytać, na ile ta książka

jest aktualna. Została ona ukończona w 2001 r, ale od tego czasu żadna z propozycji nie stała w miejscu. Dynamika, z jaką rozwija się kosmologia, zawsze będzie zmuszała nas do pilnego śledzenia tego, co robią inni. „Śledzenie najnowszych osiągnięć jest czymś niezmiernie emocjonującym — twierdzi autor — Wrażenie, że oto trzyma się rękę na pulsie i że jest się świadkiem pierwszej linii badań, bywa fascynujące. Niekiedy jednak jest w stanie przyćmić fakt, iż te najnowsze osiągnięcia mogą być tylko wstępną hipotezą. Dopiero po chwili spokojniejszej refleksji nabiera się odpowiedniego dystansu i przychodzi czas na bardziej poważną ocenę”.

Trudno nie zauważyć bardzo istotnego aspektu prezentowanej książki. Chodzi o „przemycanie”, mniej lub bardziej otwarcie, pewnych filozoficznych preferencji. Właściwie ukryte filozoficzne poglądy można odnaleźć u prawie wszystkich cytowanych w książce autorów. Dla Hellera filozofia to jakby drugi oddech, a może nawet oddech głębszy, omawianych teorii. Warto i pod tym kątem czytać tę książkę.

Pozostaje nam jeszcze chyba jedna uwaga. Autor pisze z punktu widzenia fizyki teoretycznej. Dlatego tak wiele miejsce poświęca strukturom matematycznym. Mniej natomiast jest obecny w książce element doświadczalny. Jego braku nie należy jednak odczytywać, jako jego niedoceny. Musimy cały czas pamiętać, że obszar rzeczywistości jaki ma ambicję objąć kosmologia kwantowa, jak na razie, pozostaje ubogi w możliwości doświadczalne. Pojawiają się tutaj dwie istotne przeszkody: ograniczenia techniczne i finansowe. Natomiast zarówno teoria względności, jak i mechanika kwantowa dysponują bogatym zapleczem doświadczalnym.

Wielu fizyków i matematyków wyraża coraz częstsze przekonanie, że kosmologia kwantowa zostanie odkryta w niedalekiej przyszłości. Nie będzie to jednak oznaczać dotarcia do granic naszej wiedzy, ale — tak jak było to w przypadku wielu wcześniejszych teorii — z pewnością otworzą się inne, nieznanne nam jeszcze, drogi, na których znów rozpocznie się intelektualna przygoda. Nie ma dróg zamkniętych, są tylko drogi niedokończone.

Janusz Mączka