

Tadeusz Pabjan

Teoria wielu światów — nauka czy filozofia?

Współczesna nauka uczy pokory. Nie tylko dlatego, że pozwala się przekonać, że jak wielką starannością Wszechświat strzeże swoich tajemnic, a każda uzyskana odpowiedź na postawione pytanie generuje dziesiątki nowych pytań, na które nie ma odpowiedzi. Nauka uczy pokory, ponieważ dostarcza argumentów za tym, że świat, w którym żyjemy, nie jest skrojony na naszą miarę. Odkrywane przez naukę obszary fizycznej rzeczywistości, które różnią się od świata znanego z codziennego doświadczenia o wiele rzędów wielkości, a o istnieniu których ludzkość nie miała pojęcia przez większą część swojej historii, muszą budzić respekt. Prawdziwym powodem frustracji nie jest jednakże samo istnienie tego typu obszarów, ale to, że prawie wcale nie znajduje w nich zastosowania kategoria zdrowego rozsądku, która umożliwia zrozumienie reguł, w oparciu o które funkcjonuje świat makroskopowy. Teorie naukowe, które opisują fizyczną rzeczywistość na poziomie niedostępnym dla zmysłów człowieka, najczęściej nie posiadają naturalnej, zdroworozsądkowej interpretacji, ponieważ język matematyki, który pozwala precyzyjnie opisywać odpowiednie fragmenty wewnętrznej struktury tej rzeczywistości, nie znajduje prostego przełożenia na zdroworozsądkowe kategorie języka potocznego. Nic dziwnego, że interpretacje tego typu teorii nie są ani jednoznaczne, ani oczywiste, a obraz świata, jaki z nich się wyłania, bardzo często jest dziwny i zagadkowy. Zgodność z matematyczną strukturą teorii przemawia za tym, by takich interpretacji nie przekreślać jedynie z tego powodu, że są sprzeczne z intuicyjnym wyobrażeniem na temat tego, jak świat „powinien” wyglądać. To właśnie dlatego wielu fizyków poważnie rozważa dzisiaj hipotezy i teorie, które jeszcze niedawno wydawały się zupełnie absurdalne, ponieważ całkowicie zaprzeczały intuicji, wykształconej na zdroworozsądkowym podejściu do świata. Przykładem tego typu koncepcji jest teoria wielu światów.

Hipoteza istnienia wielu, lub nawet nieskończenie wielu, wszechświatów¹, jest obecnie dyskutowana w kontekście kilku niezależnych teorii fizycznych. Chronologicznie rzecz ujmując, idea ta ujrzała światło dzienne jako jedna z możliwych interpretacji formalizmu mechaniki kwantowej; nieco później pojawiła się w dyskusjach nad zasadą antropiczną, by wreszcie zaistnieć jako jeden z istotnych elementów kosmologii inflacyjnej i kosmologicznej teorii superstrun.² W niniejszym artykule koncepcja wielu światów zostanie poddana krytycznej ocenie z punktu widzenia tylko jednej z wymienionych powyżej teorii — mechaniki kwantowej. Najważniejsze argumenty, przemawiające zarówno za słusnością tej hipotezy, jak i za jej fałszywością, w przypadku pozostałych teorii są bowiem analogiczne, a niekiedy nawet identyczne. Co prawda, teorie te różnią się szczegółami technicznymi (dotyczącymi przede wszystkim mechanizmu generowania nowych światów³), ale te wydają się w tym przypadku najmniej istotne.⁴ Przedyskutowane zostaną w związku z tym głównie argumenty filozoficzne, ponieważ one wydają się odgrywać zasadniczą rolę w sporze o teorię wielu światów.

1. PROBLEM POMIARU

Interpretacyjne trudności mechaniki kwantowej od kilkadziesiąt lat niezmiennie ogniskują się wokół tak zwanego problemu pomiaru. Żeby wyjaśnić genezę tego problemu, należy odwołać się do formalizmu teorii. Konsekwencją liniowości równania falowego jest to, że dowolny układ, opisywany takim równaniem — zarówno kwantowy, jak i makroskopowy — może pozostawać w niezwykłym i sprzecznym ze zdroworozsądkową intuicją stanie superpozycji. Jednym z podstawowych zadań do-

¹ W sensie ścisłym, mówienie o wielu wszechświatach jest pewnym nadużyciem: jeśli przez „wszechświat” rozumie się wszystko, co istnieje, to — z definicji — może istnieć tylko jeden wszechświat. W teorii wielu światów odpowiednikiem rozumianego w taki sposób terminu „wszechświat” jest określenie „wieloświat” (*multiverse*) lub „ensemble wszechświatów”, zakres zaś znaczeniowy samego terminu „wszechświat” uzależniony jest od konkretnej teorii, w której ten termin występuje. I tak w teorii Everetta osobne „wszechświaty” są przyczynowo rozłączne i zawierają całą czasoprzestrzeń i całą, choć inaczej skonfigurowaną, materię, ale np. w kosmologicznej teorii chaotycznej inflacji przez osobne „wszechświaty” rozumie się ekspandujące obszary czasoprzestrzeni, które posiadają wspólny kauzalny początek w tej samej czasoprzestrzeni. Na temat tego, w jaki sposób rozumiany jest wieloświat w różnych sformułowaniach teorii wielu światów, por. M. Tegmark, *The multiverse hierarchy*, [w:] *Universe or Multiverse?*, red. B. Carr, Cambridge 2007, Cambridge University Press, s. 99-125; J. D. Bjorken, *The definition and classification of universes*, tamże, s. 181-189.

² Por. B. Carr, *Introduction and overview*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 3-7.

³ Na temat tych mechanizmów por. L. Smolin, *Scientific alternatives to the AP*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 332-338.

⁴ M. Tegmark dowodzi, że nie istnieją zasadnicze różnice pomiędzy wieloświatem kwantowym i klasycznym; zob.: *Science and Ultimate Reality: From Quantum to Cosmos*, red. J. D. Barrow, P. C. W. Davies, C. L. Harper, Cambridge 2003, Cambridge University Press, s. 459.

wolnej interpretacji mechaniki kwantowej jest wyjaśnienie, dlaczego w rzeczywistym świecie nigdy żadnej tego typu superpozycji nie zaobserwowano. Interpretacja kopenhaska wyjaśnia ten problem, postulując, że żaden ze składowych elementów superpozycji przed momentem pomiaru nie istnieje realnie; dopiero proces pomiaru jest tym, co sprawia, że z całego spektrum możliwych wyników tylko jeden rezultat staje się częścią fizycznej rzeczywistości. Większość fizyków, zajmujących się zawodowo mechaniką kwantową, nie przykładają większej wagi do tego, w jaki sposób należy interpretować ten kluczowy element teorii, zadowolając się tym, że matematyczny formalizm mechaniki kwantowej pozwala poprawnie przewidywać wyniki pomiarów (jest to pragmatyczna filozofia znana pod hasłem: „zamknij się i licz”). Niektórzy z nich przyjmują pogląd Bohra, zgodnie z którym na bliżej nieokreślonym poziomie pomiędzy światem kwantów i obiektów makroskopowych zachodzi „nieodwracalne wzmocnienie” efektów kwantowych, przy którym prawa mechaniki kwantowej przechodzą w prawa fizyki klasycznej, a istniejące w stanie superpozycji obiekty uzyskują w momencie pomiaru realność znaną ze świata makroskopowego.

Niestety, teoria, która dostarcza skutecznego i najwyraźniej poprawnego algorytmu służącego do przewidywania wyników pomiarów, zawiera „fundamentalną nieścisłość”⁵, dotyczącą tego, gdzie leży granica pomiędzy podlegającym pomiarowi obiektem kwantowym i makroskopowym aparatem pomiarowym. Ten ostatni sam składa się z obiektów kwantowych, rządzonych przez prawa mechaniki kwantowej, dlatego efekty kwantowe powinny objąć nie tylko to, co podlega pomiarowi, ale również to, za pomocą czego dokonywany jest pomiar.⁶ Jeśli tylko aparat pomiarowy jest układem odizolowanym od otoczenia, to można go traktować jako odrębny układ kwantowy, opisywany określonym operatorem unitarnym i pozostający w stanie makroskopowej superpozycji.⁷ Do tego, aby zaszła redukcja wektora stanu tego układu, konieczny jest kolejny pomiar i kolejny aparat pomiarowy (pozostający na zewnątrz poprzedniego układu), ale jeśli i ten aparat jest układem izolowanym od otoczenia, to również i on znajduje się w stanie superpozycji. Interpretacja ta, posunięta do logicznej skrajności, prowadzi do wniosku, że w stanie makroskopowej superpozycji powinny znajdować się całe laboratoria, w których dokonuje się pomiarów obiektów kwantowych, a także wszystkie obiekty makroskopowe, takie jak piłki tenisowe i przelatujące nad głową gołębie. Za każdym razem, gdy tylko występuje potrzeba zredukowania wektora stanu każdego z tych układów, należy odpowiednio powiększyć całe „laboratorium”, aby układ poddawany pomiarowi można było potraktować jako układ izolowany od otoczenia. Tego typu „powiększanie laboratorium” nie może jednakże dokonywać się w nieskończoność. Największym z możli-

⁵ J. Bell, [w:] *Duch w atomie. Dyskusja o paradoksach mechaniki kwantowej*, przeł. P. Amsterdamski, red. P. C. W. Davies, J. R. Brown, Warszawa 1996, Wydawnictwo CiS, s. 73.

⁶ Efekty te są małe, ale niezerowe, a zatem należy je brać pod uwagę.

⁷ „If one assumes that a macroscopic system can be well described by quantum mechanics, then its generic quantum state is a superposition of various macroscopically different states”; V. Mukhanov, *Cosmology and the many world interpretation*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 268.

wych układów izolowanych jest Wszechświat. Konsekwentne stosowanie praw mechaniki kwantowej domaga się przyjęcia wniosku, że również i ten układ istnieje jako niefizyczna superpozycja nieskończenie wielu stanów kwantowych. Jak wiadomo, w standardowej interpretacji mechaniki kwantowej kluczową rolę odgrywa „obserwator”, odpowiedzialny za proces pomiaru i redukcję funkcji falowej układu, podlegającego pomiarowi. W przypadku funkcji falowej Wszechświata redukcji wektora stanu teoretycznie mógłby dokonać właśnie taki obserwator, ale musiałby on pozostawać na zewnątrz Wszechświata, a to jest — z definicji — niemożliwe.

Jeśli pominąć kłopoty z realnym istnieniem obiektów, pozostających w stanie superpozycji, to problem pomiaru sprowadza się do dwóch istotnych trudności: pierwszą z nich jest wyjaśnienie mechanizmu odpowiedzialnego za to, że w momencie pomiaru znika superpozycja wielu (lub nawet nieskończenie wielu) stanów i cały układ w jednym momencie „przeskakuje” do jednego wybranego stanu, w którym dana obserwabla uzyskuje jednoznacznie określoną wartość. Standardowe sformułowanie mechaniki kwantowej nie daje odpowiedzi na pytanie, dlaczego układ kwantowy z całego spektrum możliwości wybiera właśnie ten a nie inny stan, rejestrowany w momencie pomiaru. Druga trudność pojawia się w kwantowej kosmologii: o ile w przypadku „zwykłych”, skończonych układów, które opisuje mechanika kwantowa, można uznać, że za redukcję funkcji falowej odpowiada dokonujący pomiaru obserwator albo różnego rodzaju oddziaływanie z otoczeniem układu, który podlega pomiarowi⁸, o tyle w przypadku największego z możliwych układów izolowanych — Wszechświata — wyjaśnienie to zawodzi (w odniesieniu do Wszechświata pojęcie zewnętrznego obserwatora lub otoczenia traci sens). Proces pomiaru i redukcję funkcji falowej należy w tym przypadku wyjaśnić, odwołując się jedynie do stanów kwantowych samego układu. Standardowe sformułowanie mechaniki kwantowej nie przewiduje takiej możliwości i dlatego na gruncie tej interpretacji nie sposób wyjaśnić, co odpowiada za redukcję funkcji falowej Wszechświata. Obydwie powyższe trudności rozwiązuje za jednym zamachem teoria wielu światów.

2. WIELE ŚWIATÓW

W roku 1957 Hugh Everett sformułował nową interpretację mechaniki kwantowej, wykorzystując w niej hipotezę istnienia wielu światów.⁹ Główna idea jego koncepcji przedstawia się następująco: jakkolwiek pomiar, dokonywany przez dowolnego obserwatora w dowolnym miejscu Wszechświata, powoduje natychmiastową zmianę w funkcji falowej tego, największego z możliwych, układu kwantowego. Pomiar nie prowadzi jednakże do redukcji funkcji falowej Wszechświata (jak głosi

⁸ Całkowita izolacja układu jest postulatem, który w praktyce jest niemożliwy do zrealizowania.

⁹ H. Everett, *'Relative state' formulation of quantum mechanics*, „Reviews of Modern Physics”, 29/3 (1957), s. 454-462. Artykuł ten był streszczeniem pracy doktorskiej Everetta (styczeń 1956), napisanej pod kierunkiem Johna Wheelera.

standardowe sformułowanie mechaniki kwantowej), ale do tego, że Wszechświat rozszczepia się na kilka kopii, a każda z nich zawiera tego samego obserwatora, otrzymującego inny wynik pomiaru.¹⁰ Jak widać, teoria ta likwiduje problem pomiaru: wyjaśnienie mechanizmu, odpowiedzialnego za redukcję funkcji falowej, staje się niepotrzebne, gdy przyjmie się, że żadna redukcja nie zachodzi — każdy z możliwych stanów kwantowych, które przed pomiarem istniały w stanie superpozycji, pojawia się jako osobny wynik w każdym z równoległych wszechświatów. Teoria ta usuwa również drugą ze wspomnianych trudności standardowej interpretacji mechaniki kwantowej: w przypadku rozgałęziających się wszechświatów nie zachodzi potrzeba odwoływania się do zewnętrznego obserwatora, który jest odpowiedzialny za redukcję funkcji falowej.

Zwolennicy teorii wielu światów uważają, że podstawową słabością interpretacji kopenhaskiej jest postulat redukcji funkcji falowej, który w sposób nieuzasadniony i całkowicie arbitralny „ustala granice stosowalności równania [Schrödingera] i zastępuje unitarną ewolucję tajemniczym kolapsem funkcji falowej”.¹¹ Podkreślają oni, że same równania mechaniki kwantowej niczego nie mówią o redukcji funkcji falowej, a Bohr wprowadził tę ideę do interpretacji teorii przede wszystkim w tym celu, aby uporać się z kłopotliwym problemem makroskopowych superpozycji. Dlatego zamiast przyjmować tego typu nieuzasadnione postulaty, należy jedynie „zinterpretować to, co mechanika kwantowa faktycznie mówi, bez podejmowania prób zmieniania jej reguł po to, by uzyskać zgodność z uprzednio przyjętymi założeniami”.¹² Właściwą interpretację formalizmu należy rozpocząć od przyjęcia założenia o realnym istnieniu makroskopowych superpozycji i zakończyć na wniosku o równie realnym istnieniu osobnych wszechświatów, w których realizują się wszystkie możliwe wyniki pomiarów, to znaczy — w których realnie istnieją wszystkie składowe każdej superpozycji. Uzyskuje się w ten sposób wolną od arbitralnych założeń interpretację formalizmu mechaniki kwantowej, w której istnienie obiektu, opisywanego funkcją falową, jest niezależne od obserwatora i tak samo realne przed momentem pomiaru, jak i po tym momencie. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest to, że zachowana w nim zostaje znana z fizyki klasycznej idea wzajemnie jednoznacznego przyporządkowania pomiędzy fizyczną rzeczywistością i matematycznymi symbolami, które tę rzeczywistość oznaczają.¹³

¹⁰ „The cosmic wave-function never collapses, but only appears to collapse from the point of view of observers who are part of the wave-function. Then Schrödinger’s cat lives or dies, the branch of the wave-function with the dead cat also contains observers who are dealing with a dead cat, and the branch with the live cat also contains observers who are petting a live one”; C. J. Hogan, *Quarks, electrons and atoms in closely related universes*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 227.

¹¹ V. Mukhanov, art. cyt., s. 268.

¹² Tamże, s. 270.

¹³ „In Everett’s interpretation, the different superpositions of the macroscopic states correspond to different ensembles of the universes which they describe. We are back to the ‘classical idea’ of a one-to-one correspondence between reality and the mathematical symbols which are used to de-

Ceną, jaką należy zapłacić za uporanie się z problemem pomiaru w ramach koncepcji Everetta, jest absurdalnie wielka liczba wszechświatów, które pojawiają się za każdym razem, gdy dowolny obserwator dokonuje jakiegokolwiek pomiaru. Tylko w wyjątkowych sytuacjach i przy wyidealizowanych eksperymentach (np. z kotem Schrödingera) wszechświat rozszczepia się na kilka kopii; w większości przypadków pomiar generuje nieskończoną liczbę nowych światów (funkcja falowa wszechświata najczęściej znajduje się w superpozycji n stanów kwantowych, gdzie n jest liczbą nieskończoną). Everett nie określił precyzyjnie, co należy uważać za pomiar. W przypadku wszechświata — największego z możliwych układów kwantowych — samo odróżnianie obserwatora (który wykonuje pomiar) i układu obserwowanego (na którym pomiar jest wykonywany) traci sens, jednakże w teorii tej za każdorazowe rozszczepienie wszechświata odpowiadają nie pomiary wykonywane na wszechświecie jako całości, ale jakiegokolwiek pomiary, wykonywane w obrębie (wewnątrz) tego mega-układu. Jakiego rodzaju muszą to być pomiary? Ścisłe reguły, sformułowane w ramach standardowej interpretacji mechaniki kwantowej, zostają w tym przypadku uchylone i dlatego pomiar rozumiany jest tu bardzo szeroko, na przykład jako określone oddziaływania pomiędzy fizycznymi układami.¹⁴ Oznacza to, że do rozszczepienia wszechświatów nie jest potrzebny obdarzony świadomością obserwator; wystarczy normalna, niekontrolowana przez nikogo, ewolucja dowolnego atomu w jakimkolwiek miejscu wszechświata. Wniosku takiego nie sformułował wprost Everett, ale jeden ze zwolenników jego teorii, Bryce DeWitt, właśnie w taki sposób interpretuje mechanizm, odpowiedzialny za rozszczepienie światów: „Każde przejście kwantowe zachodzące w dowolnej gwiazdzie, w dowolnej galaktyce, w dowolnym zakątku wszechświata powoduje rozszczepienie naszego lokalnego ziemskiego świata na niezliczone kopie”.¹⁵ Nic dziwnego, że „przeciętnemu fizykowi robi się słabo na samą myśl o tej teorii”.¹⁶

Chociaż Everett nie zajmuje się w swojej teorii ontologią wszechświatów równoległych, to jednak wszystko wskazuje na to, że zakłada on, iż każda z nieskończonej liczby kopii wszechświata, zawierająca jedną z nieskończonej liczby niemal identycznych kopii każdego z mieszkańców planety Ziemi, istnieje w sposób jak najbardziej realny¹⁷: „z punktu widzenia teorii — dowodzi Everett — wszystkie elementy superpozycji (wszystkie „gałęzie”) są „rzeczywiste””.¹⁸ Pomiędzy równoległymi

scribe it. We also return to the idea that physics describes not only ‘our knowledge and perceptions’ but also the world ‘out there’ which existed and will exist without any observers”; tamże.

¹⁴ „In the present formulation all measurements and observation processes are to be regarded simply as interactions between the physical systems involved — interactions which produce strong correlations.”; H. Everett, art. cyt., s. 456.

¹⁵ B. S. DeWitt, *Quantum mechanics and reality*, „Physics Today”, 23/9 (1970), s. 30.

¹⁶ J. Gribbin, *W poszukiwaniu kota Schrödingera*, Poznań 1997, Wydawnictwo Zysk i S-ka, s. 224.

¹⁷ Z tym poglądem polemizuje B. Carter, zob. *Micro-anthropic principle for quantum theory*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 296-300.

¹⁸ „From the viewpoint of the theory all elements of a superposition (all „branches”) are

światami nie jest możliwa żadna komunikacja, dlatego mieszkańcy tych światów nie mogą przekonać się o swym istnieniu — co ma tę dobrą stronę, że żyją oni w błogim przekonaniu o swojej niepowtarzalności i nie doświadczają frustrującej schizofrenii. Warto zauważyć, że właśnie w tym miejscu, w którym pojawia się problem „realności” stanów kwantowych, rozchodzą się interpretacyjne drogi teorii wielu światów i standardowego sformułowania mechaniki kwantowej: interpretacja kopenhaska głosi, że przed momentem pomiaru funkcja falowa Wszechświata, pozostająca w stanie makroskopowej superpozycji, nie opisuje rzeczywistych światów, ale jedynie światy istniejące potencjalnie. To właśnie pomiar jest tym, co sprawia, że tylko jeden świat uzyskuje fizyczną realność, a wszystkie inne bezpowrotnie znikają, nie doświadczwszy przywileju realnego zaistnienia. Teoria Everetta jest w tym względzie bardziej liberalna: pozwala istnieć realnie nie tylko jednemu światu, w którym obserwator rejestruje określony wynik własnego pomiaru, ale także wszystkim innym światom, odpowiadającym kwantowym stanom, składającym się na superpozycję funkcji falowej całego układu przed momentem pomiaru.

Żeby uwolnić się od kłopotliwej konieczności podawania technicznych szczegółów mechanizmu podziału (rozszczenia) układu tak wielkiego, jak cały wszechświat, niektórzy ze zwolenników teorii Everetta (np. David Deutsch) zakładają, że całkowita liczba wszechświatów jest stała i dlatego podczas pomiaru nie dochodzi do mechanicznego podziału wszechświata, a jedynie pomiędzy odpowiednimi wszechświatami pojawiają się określone różnice. Znane ze standardowej interpretacji prawdopodobieństwo otrzymania danego wyniku pomiaru informuje w tym przypadku o tym, w jakiej ilości (w jakim procencie) wszechświatów wynik ten zostanie zaobserwowany.¹⁹ Za podobną koncepcją opowiada się Stephen Hawking. Jego zdaniem, kwantowy charakter początkowej osobliwości decyduje o tym, że już w pierwszej chwili po Wielkim Wybuchu pojawia się nieskończenie wiele potencjalnie możliwych historii wszechświata. W momencie dokonywania pomiaru nie następuje zatem mechaniczny podział wszechświata na kilka podobnych kopii; otrzymany wynik oznacza jedynie, że obserwator wybiera jedną z potencjalnych historii, wygenerowanych w początkowej osobliwości.²⁰

3. SPÓR O TEORIĘ EVERETTA

Najważniejsze zalety teorii wielu światów zostały już wspomniane: interpretacja ta pozwala przede wszystkim uporać się z problemem pomiaru, zarówno w przypad-

„actual,” none are any more „real” than the rest. It is unnecessary to suppose that all but one are somehow destroyed, since all the separate elements of a superposition individually obey the wave equation with complete indifference to the presence or absence („actuality” or not) of any other elements.”; H. Everett, art. cyt., s. 458.

¹⁹ Na temat tej koncepcji, por. D. Deutsch, *The Fabric of Reality*, The Penguin Press 1997.

²⁰ Por. S. Hawking, *Cosmology from the top down*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 94-95.

ku „zwyčajnych” układów kwantowych, opisywanych równaniem Schrödingera, jak i wtedy, gdy w grę wchodzi funkcja falowa całego Wszechświata. Cena jest wysoka, ale zysk oczywisty: w teorii tej znika konieczność wyjaśniania, dlaczego z całego spektrum możliwości układ wybiera właśnie tę, a nie inną. Każda z potencjalnych możliwości pojawia się jako osobny wynik w którymś z odrębnych wszechświatów. Okoliczność ta ma tę dodatkową zaletę, że uwalnia od konieczności odwoływania się do zasady antropicznej w wyjaśnianiu, dlaczego wszechświat, w którym żyjemy, jest taki a nie inny — to znaczy, dlaczego parametry, decydujące o jego ewolucji (warunki początkowe i brzegowe, stałe fizyczne itp.) mają takie wartości, które umożliwiają zaistnienie rozumnego obserwatora. Ponieważ każdy z możliwych (dopuszczalnych przez prawa przyrody) scenariuszy historii wszechświata faktycznie jest realizowany w którymś z równoległych wszechświatów, dlatego to, że w „naszym” wszechświecie panują takie a nie inne warunki, przestaje być czymś wyjątkowym i domagającym się wyjaśnienia.²¹ Teoria wielu światów zwalnia również z odpowiedzi na kłopotliwe pytanie, kto odpowiada za redukcję funkcji falowej w przypadku największego z możliwych układów izolowanych, który zawiera w sobie wszystkich potencjalnych obserwatorów. Wreszcie, zaletą tej teorii jest to, że w sposób naturalny wyjaśnia ona niektóre paradoksalne własności materii, odkrywane przez mechanikę kwantową.²²

Jeśli chodzi o zarzuty, jakie formułuje się pod adresem teorii wielu światów, to dotyczą one przede wszystkim problemów z jej falsyfikowalnością i gigantycznym „bagażem metafizycznym”, jaki niesie z sobą ta koncepcja. Wiele wskazuje na to, że teoria wielu światów jest doktryną całkowicie nieweryfikowalną i niefalsyfikowalną, ponieważ z założenia nie istnieje tu żaden sposób na to, by przekonać się o istnieniu, bądź nieistnieniu, światów równoległych. Obserwator nie odczuwa żadnych skutków rozszczepienia świata, ponieważ — argumentuje Everett — „wszystkie oddzielne elementy superpozycji stanów spełniają równanie falowe całkowicie niezależnie od istnienia (bądź nieistnienia) innych elementów. Ten całkowity brak wpływu jednej gałęzi [wszechświata] na inne sprawia, że żaden obserwator nigdy nie będzie świadomy jakiegokolwiek procesu „rozszczenia””.²³

²¹ Na ten temat, por. B. Carr, *The antropic principle revisited*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 77-89; L. Smolin, *Scientific alternatives to the antropic principle*; tamże, s. 323-366.

²² Taką własnością jest np. nielokalność, która wydaje się stawiać pod znakiem zapytania poprawność szczególnej teorii względności. John Bell pisze na ten temat: „W przypadku doświadczenia Einsteina–Podolsky’ego–Rosena teoria wielu światów ma pewne zalety i pozwala zrozumieć, jak coś mogło się zdarzyć w odległym punkcie bez konieczności wprowadzania sygnałów rozchodzących się szybciej niż światło. Jeśli wszystko może się zdarzyć, jeśli wszystkie możliwości są realizowane (w jednym z wielu światów równoległych) i selekcja możliwych wyników doświadczenia następuje dopiero później (co wynika z jednej wersji hipotezy wielu światów), to problem jest rozwiązany”; *Duch w atomie*, dz. cyt., s. 74.

²³ H. Everett, art. cyt., s. 458. Zdaniem Everetta, analogiczna sytuacja występuje w przypadku teorii heliocentrycznej: nie odczuwamy ruchu Ziemi wokół Słońca, ale mimo to nie przekreślamy

Pomimo tego, że nie istnieje bezpośredni sposób, by przekonać się o istnieniu światów równoległych, zwolennicy tej koncepcji przytaczają wiele argumentów za tym, że empiryczne testowanie teorii wielu światów w zasadzie jest możliwe. I tak np. Martin Rees dowodzi, powołując się na obserwacje astronomiczne, że w oparciu o metodę naukową można poszukiwać pośrednich dowodów istnienia innych wszechświatów, i dlatego pytanie o możliwość ich istnienia nie jest „ani absurdalne, ani pozbawione znaczenia — nawet jeśli na razie nie można się tu spodziewać szybkiej odpowiedzi”.²⁴ Również Max Tegmark opowiada się za tym, że teoria wielu światów w zasadzie jest „sprawdzalna i falsyfikowalna”, o czym przekonują nas „obserwacje astronomiczne”.²⁵ Autorem znanej krytyki tego poglądu jest George Ellis.²⁶ Jego zdaniem, możliwość empirycznej falsyfikacji teorii wielu światów jest wątpliwa i wysoce spekulatywna. Postulowana przez Tegmarka metoda wyznaczania rozkładu prawdopodobieństwa na zespole wszechświatów równoległych i wykazywania, że „nasz Wszechświat jest (...) jednym z najbardziej prawdopodobnych”²⁷, nie ma większej wartości, ponieważ na zbiorze wszystkich możliwych wszechświatów należałoby najpierw określić miarę probabilistyczną — bez tego operowanie pojęciem prawdopodobieństwa w odniesieniu do zbioru wszechświatów jest pozbawione sensu. Jak na razie żaden z entuzjastów testowania teorii wielu światów nie określił tego typu miary probabilistycznej (bardzo prawdopodobne, że taka miara w ogóle nie istnieje). Ellis wskazuje również na inną słabość tej metody: żeby można było mówić o rozkładzie prawdopodobieństwa na zespole wszechświatów, należy przyjąć, że w przestrzeni wszystkich możliwych światów nie panuje całkowity chaos, ale występują pewne regularności. Takie założenie prowadzi do wniosku, że muszą również istnieć swego rodzaju meta-prawa, które określają funkcję rozkładu prawdopodobieństwa i decydują o mechanizmach, generujących nowe wszechświaty. Pochodzenie tych meta-praw i ich natura to kolejny problem, z którym nie potrafią się uporać zwolennicy testowania teorii wielu światów.²⁸

Do argumentów Ellisa można dodać jeszcze jedną uwagę: nawet gdyby udało się wykazać, że interpretacja wieloświatowa rzeczywiście jest falsyfikowalna, to nie oznacza to od razu, że należy tej interpretacji nadawać nobilitujące miano teorii na-

teorii Kopernika. Jest tak dlatego, że „w obydwu przypadkach sama teoria przewiduje, że nasze doświadczenie będzie takie, jakie jest w rzeczywistości”; tamże.

²⁴ Por. M. J. Rees, *Cosmology and multiverse*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 61. Argumenty Reesa: s. 57-75. Podobne argumenty za możliwością testowania teorii wielu światów formułuje D. N. Page w artykule *Predictions and tests of multiverse theories*, [w:] tamże, s. 411-429.

²⁵ Zob. M. Tegmark, *Wszechświaty równoległe*, „Świat Nauki”, VI 2003, s. 23, 26. Autor przedstawia swoje argumenty szczegółowo w artykule *The multiverse hierarchy*, art. cyt., s. 99-125.

²⁶ Por. G. Ellis, *Multiverses: description, uniqueness and testing*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 387-409.

²⁷ M. Tegmark, *Wszechświaty równoległe*, art. cyt., s. 26.

²⁸ Por. G. Ellis, art. cyt., s. 404-405.

ukowej.²⁹ Kryterium Poppera jest koniecznym, ale niewystarczającym warunkiem „naukowości” określonej hipotezy. Oprócz podatności na falsyfikację istnieje jeszcze równie istotny problem testowania teorii. Co prawda, obrońcy idei wielu światów wskazują na teorie, których nie odrzuca się ani nie podejrzewa o „nienaukowość”, pomimo tego, że zawierają one tezy, które są nietestowalne.³⁰ Problem polega jednakże na tym, że jeśli nawet w jakiejś teorii rzeczywiście występują tezy, których nie sposób poddać empirycznym testom, to jednak zawsze istnieje wtedy możliwość testowania innych tez, które przemawiają na korzyść tej teorii. „Testowalność teorii fizycznej — argumentuje Steven Weinberg — nie sprowadza się do tego, że w teorii wszystko powinno dać się zaobserwować, i że każda predykcja teorii powinna być testowalna, ale raczej do tego, że można zaobserwować i przetestować tyle, aby nabrać przekonania, że teoria jest poprawna”.³¹ Wiele wskazuje na to, że teoria wielu światów nie spełnia tego kryterium.

Drugim istotnym zarzutem, sformułowanym pod adresem teorii Everetta, jest to, iż interpretacja ta sprzeciwia się metodologicznej zasadzie brzytwy Ockhama: w celu wyjaśnienia subtelnych zjawisk kwantowych, jakim jest redukcja funkcji falowej, powołuje ona do fizycznego istnienia nieskończenie wiele bytów, a na dodatek każdy z nich składa się z wszystkich obiektów, jakie tylko istniały, istnieją lub istnieć będą.³² Metafora Johna Wheelera, który mówi o „nadmiernym bagażu metafizycznym”³³ tej teorii, staje się w tym kontekście w pełni zrozumiała. Wheeler, który początkowo był entuzjastą teorii Everetta, ostatecznie wycofał swoje poparcie dla tej koncepcji właśnie z tego powodu, że zmusza ona do przyjmowania zbyt mocnych założeń o charakterze filozoficznym. Jego zdaniem, to właśnie tego rodzaju „bagaż metafizyczny” sprawia, że „nauka zmienia się w mistycyzm”.³⁴ Jest to mocny argument przeciwko teorii wielu światów; nic dziwnego, że zwolennicy tej interpretacji na różne sposoby próbują pomniejszyć jego rangę. Gribbin pisze na przykład: „Ja osobiście odbieram fakt okazałego bagażu metafizycznego jako rzecz daleko mniej niepokojącą niż (...) konieczność istnienia trzykrotnie większej liczby wymiarów

²⁹ Z tego samego powodu, dla którego nie jest naukowym twierdzeniem (pomimo tego, że można je falsyfikować) to, że Księżyc składa się w większej części z czekolady z orzechami.

³⁰ Por. M. Livio, M. J. Rees, *Anthropic Reasoning*, „Science”, 309 (2005), s. 1022-1023; M. Tegmark, *Is 'the theory of everything' merely the ultimate ensemble theory?*, „Annals of Physics”, 270 (1998), s. 1-51.

³¹ S. Weinberg, *Living in the Multiverse*, [w:] *Universe or Multiverse?*, dz. cyt., s. 39.

³² Tegmark nazywa ten zarzut „argumentem z rozrzutności” i odpowiada na niego w następujący sposób: „What precisely would nature be wasting? Certainly not space, mass or atoms — the uncontroversial Level I multiverse already contains an infinite amount of all three”; *The multiverse hierarchy*, art. cyt., s. 122-123.

³³ „Przyznaję, że z bólem serca musiałem w końcu wycofać swoje poparcie dla tego poglądu — chociaż na początku byłem jego zdecydowanym zwolennikiem — ponieważ obawiam się, że niesie on ze sobą nadmierny bagaż metafizyczny”; J. Wheeler; *Some Strangeness in the Proportion*, red. H. Woolf, Massachusetts 1980, Addison-Wasley, s. 385-386.

³⁴ J. Wheeler, [w:] *Duch w atomie*, dz. cyt., s. 79.

przestrzeni fazowej niż liczba cząstek we wszechświecie”.³⁵ Argument ten nie jest specjalnie przekonujący, ponieważ przestrzeń fazowa jest konstruktem matematycznym i dlatego jej istnienie (z dowolną, a nawet nieskończoną liczbą wymiarów) różni się w sposób zasadniczy od fizycznego istnienia wszechświatów w teorii Everetta.

Zwolennicy teorii wielu światów spotykają się też z zarzutem „dziwaczności” tej interpretacji³⁶ i jej nadmiernego skomplikowania, które sprzeciwia się pożądanemu w każdej teorii postulatowi prostoty. Standardowa odpowiedź na pierwszy z tych zarzutów głosi, że „dziwaczność” jest jedynie kategorią estetyczną i nie powinna być brana pod uwagę w przypadku oceny poprawności teorii naukowej.³⁷ Jeśli zaś chodzi o brak prostoty, to zwolennicy hipotezy wielu światów podkreślają, że zarzut ten w rzeczywistości nie dotyczy teorii, za którą się opowiadają: „jest ona — argumentuje Deutsch — zdecydowanie najprostsza, ponieważ wymaga przyjęcia najmniejszej liczby dodatkowych założeń, poza tymi, które są konieczne, aby poprawnie przewidzieć wyniki doświadczeń”.³⁸ Jako ostatnie — co nie znaczy, że najmniej istotne — należy wspomnieć trudności natury technicznej, jakie wynikają z interpretacji Everetta. Tytułem przykładu, rozszczepienie wszechświata powinno nastąpić — zgodnie z tą koncepcją — dokładnie w tym punkcie czasu i przestrzeni, w którym następuje pomiar; tymczasem w wielu przypadkach jednoznaczne ustalenie takiego punktu jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.³⁹

4. ZAMIAST WNIOSKÓW

Zestawienie argumentów, przemawiających za słusnością i za fałszywością teorii wielu światów, warto na koniec uzupełnić o kilka uwag natury ogólnej. Wiadomo, że uprawianie nauki zakłada wolną i niczym nieskrępowaną możliwość formułowania dowolnych hipotez i poddawania ich pod osąd uczonych, zgodnie z ogólnie przyjętymi w świecie naukowym zasadami. W ostatecznym rozrachunku to właśnie to prawo decyduje o tym, że w nauce co jakiś czas pojawiają się hipotezy dziwaczne i całkowicie niezgodne z dotychczasowym paradygmatem naukowym. Historia nauki uczy, że niektóre z takich hipotez prowadziły w przeszłości do rewolucji naukowych, w czasie których „dziwaczna hipoteza” stawała się częścią nowego paradygmatu. Teoria wielu światów nie należy do tego typu koncepcji choćby z tego powodu, że

³⁵ J. Gribbin, dz. cyt., s. 230.

³⁶ Według Johna Bella, dziwaczność teorii wielu światów wystarcza do tego, by tę teorię odrzucić; zob. *Duch w atomie*, dz. cyt., s. 74.

³⁷ Por. M. Tegmark, *The multiverse hierarchy*, art. cyt., s. 123.

³⁸ D. Deutsch, [w:] *Duch w atomie*, dz. cyt., s. 104. Podobnym argumentem posługuje się Tegmark: „But an entire ensemble is often much simpler than one of its members”; *The multiverse hierarchy*, art. cyt., s. 123.

³⁹ Tę trudność teorii wielu światów podkreśla John Bell, który podaje prosty przykład, ilustrujący ten problem: „Doświadczenia w CERN-ie trwają miesiącami i nikt nie może powiedzieć, w której chwili został wykonany pomiar i wszechświat się rozszczepił”; *Duch w atomie*, dz. cyt., s. 74.

status tej hipotezy jako pełnoprawnej teorii naukowej jest więcej niż wątpliwy, a przemawiające za jej słusnością dane empiryczne — niemal żadne. Nie bez znaczenia jest również i to, że podstawowym zadaniem hipotezy wielu światów (w interpretacji Everetta) nie jest jedynie pozostawanie w formalnej zgodności z matematyczną strukturą mechaniki kwantowej; koncepcja ta ma również w jakiś sposób przybliżyć do odpowiedzi na pytanie, jak *naprawdę* wygląda świat, opisywany przez tę teorię. Co najmniej od czasów Quine’a wiadomo, że z każdą teorią związana jest pewna ontologia, którą należy przyjąć, zakładając poprawność tej teorii. Jeśli hipoteza wielu światów nie jest poprawna, to zgodność z matematycznym formalizmem mechaniki kwantowej jest całkowicie bezużyteczną cechą interpretacji Everetta, ponieważ prowadzi ona do całkowicie *nieprawdziwego* obrazu świata — a to z filozoficznego punktu widzenia jest o wiele gorsze niż sama niezgodność z metodologią nauk.⁴⁰

To właśnie z tego powodu najważniejszym pytaniem, związanym z teorią wielu światów — o wiele ważniejszym niż wszystkie szczegóły natury technicznej — jest pytanie o to, czy wieloświat rzeczywiście istnieje. Zarówno interpretacja Everetta, jak i wszystkie pozostałe teorie, w których pojawia się idea wielu światów, stają się koncepcjami niemal całkowicie bezużytecznymi (jeśli pominąć względy heurystyczne), jeżeli opisują coś, co nie istnieje w rzeczywistości. W świetle przytoczonych powyżej argumentów, na pytanie to należy za Ellisem odpowiedzieć następująco: „Istnienie wieloświata nie zostało naukowo udowodnione i nie jest ono naukowo dowodliwe. Koncepcja ta znajduje uzasadnienie raczej filozoficzne niż naukowe”.⁴¹ Jest tak dlatego, że „przekonanie o istnieniu wieloświata zawsze będzie kwestią wiary w to, że logiczne argumenty dostarczają poprawnej odpowiedzi w sytuacji, gdy bezpośrednie obserwacyjne dowody są nieosiągalne, a domniemana fizyka [wieloświata] — nietestowalna”.⁴²

Czy to oznacza, że teorię wielu światów należy całkowicie wyrugować z nauki? Jeśli potraktować tę hipotezę nieco szerzej, jako pewien element „kulturowej otoczki nauki”,⁴³ który stymuluje rozwój badań naukowych (również takich badań, które za cel stawiają sobie eliminację pseudonaukowych spekulacji, mających swoje źródło jedynie w bujnej wyobraźni ich autora), to nie ulega wątpliwości, że również i ona odgrywa pozytywną rolę w żmudnym procesie odkrywania prawdy o świecie, w którym żyjemy.

⁴⁰ „W koncepcji *Multiverse* mamy do czynienia z czymś w rodzaju zakładu Pascala: jeżeli jest prawdziwa, to ta prawdziwość jest całkowicie bezużyteczna, jeżeli jednak jest fałszywa, to jej szkodliwość jest wprost nieskończona”; A. Staruszkiewicz, *Koncepcja Multiverse zamachem na tradycyjne pojmowanie praw przyrody*, [w:] *Prawa przyrody*, red. M. Heller i inni, OBI — Biblos, Kraków–Tarnów 2008, s. 19.

⁴¹ G. Ellis, art. cyt., s. 407.

⁴² Tamże, s. 406.

⁴³ Zob. M. Heller, *Filozofia i Wszechświat*, Kraków 2006, Universitas, s. 427-429.

* * *

Wzrastające zainteresowanie teorią wielu światów jest fenomenem nie mniej niezwykłym niż sama teoria. Niektóre z możliwych powodów tego stanu rzeczy zostały powyżej zasygnalizowane, ale należy zaznaczyć, że dyskusji nad statusem tej teorii nie sposób sprowadzić do kilku prostych argumentów za i przeciw; dyskusja ta toczy się obecnie zarówno na łamach czasopism, książek i publikacji (ściśle naukowych i popularnonaukowych), jak i na różnego rodzaju konferencjach i sympozjach, dotyczących wprost lub tylko pośrednio tego zagadnienia. Jak w przypadku każdej kontrowersyjnej koncepcji, tak i tutaj zaobserwować można wyraźną polaryzację stanowisk: obok gorących zwolenników tej teorii występują jej zdecydowani przeciwnicy. To właśnie oni (przedstawiciele skrajnych stanowisk) nadają zasadniczy ton dyskusji nad teorią wielu światów. Doświadczenie uczy, że w pewnych przypadkach skrajne opinie i skrajne interpretacje nie są poprawne. Wyznawcy krańcowo różnych poglądów na dany temat często zmuszeni są do tego, by iść na kompromis. Czy tak jest i tutaj? Czy w przypadku teorii wielu światów prawda leży pośrodku? Wiele wskazuje na to, że tak radykalna koncepcja nie może być „tylko trochę” poprawna albo „jedynie w pewnym zakresie” błędna, ponieważ podstawową tezę teorii — istnienie wielu „kopii” wszechświata — niezależnie od modyfikacji, jakim poddawany jest formalizm teorii (nie tylko w mechanice kwantowej, ale również w kosmologii inflacyjnej i kosmologicznej teorii superstrun) należy albo w całości zaakceptować, albo w całości odrzucić. W przypadku teorii wielu światów nie znajduje zastosowania zasada korespondencji — co w ostatecznym rozrachunku tłumaczy tak wyraźną polaryzację stanowisk w kwestii poprawności tej doktryny. Ale niezależnie od wyniku sporu o tę teorię, nie ulega wątpliwości, że popularność idei wielu światów jest zwiastunem nowego podejścia do tego, w jaki sposób należy dzisiaj uprawiać naukę, ewentualnie jakie miejsce w tej nauce należy zarezerwować dla koncepcji czysto filozoficznych.

Przez długi czas sądzono, że nauka zajmuje się tylko i wyłącznie tym, co można empirycznie zweryfikować (kryterium pozytywistów) lub sfalsyfikować (kryterium Poppera). Teoria wielu światów, która powstała jako odpowiedź na interpretacyjne trudności mechaniki kwantowej, jest dowodem na to, że respektowane w nauce kryteria poprawności metodologicznej podlegają nieustannej ewolucji. To, co jeszcze nie tak dawno społeczność naukowa uznawała za czysto filozoficzną spekulację, obecnie staje się przedmiotem zaawansowanych analiz przedstawicieli wielu nauk ścisłych. Wszystko wskazuje na to, że współczesna nauka będzie się rozwijać właśnie w tym kierunku, który wyznaczają teorie coraz bardziej abstrakcyjne i coraz bardziej sprzeczne z kategorią zdrowego rozsądku. Teoria wielu światów — niezależnie od wszystkich swoich wad — jest dobrą szkołą „gimnastyki wyobraźni” i wyzbywania się dogmatycznej wiary w słuszność zdroworozsądkowego podejścia do świata. Wbrew pozorom, jest to niebanalny wkład w przygotowanie gruntu pod recepcję przyszłych, zaawansowanych teorii naukowych. Jeśli nawet teoria wielu

światów nie jest jeszcze nauką, ale jedynie pewną filozofią, to na pewno jest to filozofia, której warto bacznie się przyglądać.