

WSZECHŚWIAT JAKO RZECZYWISTOŚĆ FIZYCZNA PRZYCZYNOWO NIEZAMKNIĘTA

Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
Wydział Fizyki
zbigonys@amu.edu.pl

Streszczenie

Okolo 13,8 miliardów lat temu zamknięty wszechświat mógł mieć objętość znacznie mniejszą od objętości jąder atomowych. Do opisu tak małego wszechświata nie można stosować fizyki klasycznej, lecz teorię kwantową. Charakterystyczną właściwością teorii kwantowej jest to, że opisywany przez nią obiekt wykazuje dwa typy ewolucji: deterministyczną ewolucję unitarną U i nieprzewidywalną, skokową i nieodwracalną ewolucję R , występującą w momencie pomiaru kwantowego. Całkowita energia zamkniętego wszechświata wynosi zero, dlatego jego ewolucja unitarna U jest zamrożona i nie zachodzą w nim żadne zmiany. Zatem obserwowane zmiany we wszechświecie są generowane przez ewolucję R , która jednakże nie może być zredukowana do ewolucji unitarnej U . To prowadzi do istotnej konkluzji, że ewolucja R może być spowodowana tylko przez element rzeczywistości nie podlegający prawom fizyki kwantowej. Oznacza to, że kosmologia kwantowa nie tworzy zamkniętego systemu teoretycznego. Z tego powodu wszechświat stanowi rzeczywistość fizyczną przyczynowo niezamkniętą.

Słowa kluczowe: wszechświat obserwowalny, wszechświat zamknięty, kosmologia kwantowa, metakosmologia

Key words: observable universe, close universe, quantum cosmology, metacosmology

1. Obserwowalny wszechświat

W 1924 roku amerykański astronom Edwin Powell Hubble udowodnił, że w kosmosie oprócz Drogi Mlecznej, ogromnego systemu gwiazdnego zawierającego od 200 do 400 miliardów gwiazd, w tym Słońce, istnieją inne galaktyki. Kilka lat później – w roku 1929 – ogłosił on, że odległe galaktyki oddalają się od nas z prędkością wprost proporcjonalną do odległości od Ziemi, co zdają się potwierdzać późniejsze obserwacje. Wszechświat podlega więc ekspansji, podczas

której galaktyki odsuwają się jedna od drugiej, czyli że we wcześniejszych chwilach wszechświat miał większą gęstość materii i zgodnie z prawami termodynamiki jego średnia temperatura była wyższa. Około 13,8 miliardów lat temu ta średnia temperatura wynosiła ponad 3000K i wszechświat wypełniał zjonizowany gorący gaz. W takim wszechświecie nie mogło rozchodzić się promieniowanie elektromagnetyczne, co oznacza, że możemy obserwować wszechświat tylko do odległości około 13,8 miliardów lat świetlnych. Obserwowalny przez nas wszechświat jest więc kulą o takim właśnie promieniu, w której centrum się znajdujemy.

Ta kula, czyli obserwowalny wszechświat, ma ogromne, trudne do uzmysłowania rozmiary. Chcąc pomóc naszej wyobraźni, załóżmy, że średnica Drogi Mlecznej, mającej kształt dysku, wynosi 1 mm. W przyjętej skali promień obserwowalnego wszechświata ma około 140 m. Zauważmy, że bardziej przenikliwe od światła, czyli od fotonów, cząstki elementarne, np. neutrino, mogą docierać do nas z odległości tylko o 4 mm większej, a najdalsza zaobserwowana do listopada 2012 roku galaktyka MACSO647-JD znajduje się w odległości niemal 136 m od Ziemi. Kula obserwowalnego wszechświata jest wypełniona przez co najmniej 100 miliardów galaktyk (każda z grubszą milimetrowej wielkości) oddalonych jedna od drugiej średnio o kilka centymetrów. Zwróćmy uwagę na fakt, że promień kuli obserwowanego wszechświata w ciągu ostatnich 200 tysięcy lat zwiększył się tylko o 2 mm, a więc w skali czasu istnienia ludzkiej cywilizacji jest praktycznie niezmienny. Zatem obserwowalny wszechświat określa praktycznie niezmienny kres naszych możliwości obserwacyjnych. Możemy więc tylko przypuszczać, jaki jest wszechświat na zewnątrz kuli określającej granice naszych obserwacji.

Wykorzystując zdobycze współczesnej fizyki, astronomii, techniki i technologii kosmicznej do obserwacji Księżyca, planet, Słońca, komet, Drogi Mlecznej i odległych galaktyk, stwierdzono, że w obserwowanej części wszechświata obowiązują te same prawa fizyki co na Ziemi. Ten fundamentalny fakt umożliwia właśnie stosowanie metod odkrytych i wypracowanych na Ziemi do badania całego dostępnego nam kosmosu. Dzięki temu mogła rozwinąć się astrofizyka, a następnie kosmologia.

Najnowsze badania mikrofalowego promieniowania tła przeprowadzone przez sondę kosmiczną Planck i ogłoszone przez ESA w marcu 2013 roku, pokazują, że około 68% średniej gęstości energii (czyli energii w jednostkowej objętości) wszechświata stanowi tzw. ciemna energia (dark energy), którą najczęściej uważa się za energię fałszywej próżni odpowiednich pól kwantowych. W tym miejscu warto zaznaczyć, że gęstości: ciemnej materii (o nieznanym dotąd składzie) i zwykłej materii (leptonów i kwarków) są odpowiednio na poziomie: 27% i 5% całkowitej gęstości wszechświata. Badania astrofizyczne i dominacja ciemnej energii sugerują, że w dużej skali, rzędu miliarda i więcej lat świetlnych, w dobrym przybliżeniu, wszechświat obserwowalny jest jednorodny (żaden dostatecznie duży obszar we wszechświecie nie różni się znacząco od innych) oraz izotopowy (niezależny od miejsca ani kierunku obserwacji).

W kosmologii najczęściej zakłada się, że te właściwości posiada nie tylko obserwowalny, lecz cały wszechświat, czyli największy układ fizyczny, poza którym nie istnieje żadna rzeczywistość fizyczna, a nie tylko jego część dostępna dla naszych obserwacji. Przyjęcie przestrzennej jednorodności całego wszechświata umożliwia wprowadzenie jednego uniwersalnego czasu kosmicznego, proporcjonalnego do promienia obserwowalnego wszechświata, jednakowego dla wszystkich obserwatorów.

Jedynymi siłami, jakie znamy, mogącymi oddziaływać na odległościach międzygalaktycznych, są siły grawitacyjne, dlatego drugim podstawowym założeniem kosmologii fizycznej jest przyjęcie, że właśnie te siły określają globalną dynamikę wszechświata.

Fizyka dysponuje doskonałą klasyczną teorią grawitacji sformułowaną w 1915 roku przez Alberta Einsteina (Hartle, 2010). Teoria ta, tzw. ogólna teoria względności, jest obecnie najlepiej potwierdzoną eksperymentalnie, z dokładnością jak 1 do 100 bilionów, teorią fizyczną. W tym miejscu warto przypomnieć, że 4 maja 2011 roku przedstawiono wyniki wieloletnich badań przeprowadzonych przez sondę Gravity Probe B, która wykryła przewidywany przez ogólną teorię względności subtelny efekt Lensa-Thirringa, polegający na „włoczeniu” czasoprzestrzeni przez wirującą Ziemię.

Ogólna teoria względności Einsteina redukuje zjawisko grawitacji do ruchu bezwładnego w zakrzywionej czasoprzestrzeni. Zgodnie z tą teorią przestrzeń jednorodnego wszechświata jest dynamicznym ośrodkiem mogącym zakrzywiać się zależnie od wartości gęstości i ciśnienia zawartej w nim materii oraz gęstości ciemnej energii. Z jednorodności wszechświata wynika, że w każdym jego punkcie krzywizna przestrzeni jest taka sama. Można pokazać, że istnieją tylko trzy rodzaje przestrzeni o stałej, niezależnej od miejsca krzywiznie: przestrzeń o geometrii sferycznej, przestrzeń o geometrii hiperbolicznej i przestrzeń płaska o geometrii euklidesowej.

Obserwacje astronomiczne zdają się wskazywać, że obserwowany wszechświat w dużej skali ma geometrię euklidesową, w której suma kątów trójkąta wynosi 180 stopni. Wszechświat może jednak być sferyczny (suma kątów trójkąta jest większa od 180 stopni) lub hiperboliczny (suma kątów trójkąta jest mniejsza od 180 stopni), ale tak duży, że obserwowalna jego część wydaje się euklidesowa, podobnie jak niewielki fragment powierzchni Ziemi wydaje się płaski.

Wszechświat o skończonej objętości przestrzeni nazywa się wszechświatem zamkniętym. Przestrzeń sferyczna ma skończoną objętość i istnieje w niej największa, skończona odległość. Wszechświat o przestrzeni sferycznej jest więc wszechświatem zamkniętym. Zgodnie z ogólną teorią względności galaktyki oddalają się od siebie w zamkniętym wszechświecie, ponieważ unoszone są przez przestrzeń zwiększającą swoją objętość. Z tego też powodu punkt, w którym nastąpiło najdalsze rozproszenie światła, w przyjętej skali nie znajduje się obecnie w odległości 140 m od Ziemi, lecz w odległości około 420 m.

Podstawową cechą ciemnej energii stanowi to, że jej dodatnia wartość gęstości przez długie okresy czasu kosmicznego jest stała, co generuje ujemne

ciśnienie, które, zgodnie z ogólną teorią względności, jest źródłem przyspieszonej ekspansji przestrzeni wszechświata. To z kolei powoduje stałe zwiększanie się ciemnej energii. Skąd się bierze ta dodatkowa energia? Na to pytanie sensownie można odpowiedzieć tylko w przypadku wszechświata zamkniętego, dla którego przyrost dodatniej ciemnej energii kompensowany jest przez zmniejszanie się ujemnej energii związanej z grawitacją. Z ogólnej teorii względności wynika, że całkowita energia wszechświata zamkniętego jest dokładnie równa zero. Dowód tego faktu jest analogiczny do dowodu, że ładunek elektryczny wszechświata zamkniętego jest też równy zero. Z tego powodu zakładamy, że wszechświat jest zamknięty o skończonej objętości.

Ciemna energia powoduje, że od 5 miliardów lat wszechświat przyspiesza swoją ekspansję. Przyspieszoną ekspansję wszechświata odkryły w 1998 roku dwa duże zespoły badaczy, obserwując dalekie gwiazdy supernowe typu Ia. Za to nieoczekiwane i doniosłe odkrycie Saul Perlmutter, Brian Schmidt oraz Adam Riess zostali uhonorowani Nagrodą Nobla z fizyki w 2011 roku. Przyspieszona ekspansja oznacza, że w miarę upływu czasu kosmicznego obserwowalny wszechświat będzie stanowił coraz mniejszą część całego wszechświata. Zatem najprawdopodobniej nigdy nie będziemy mogli badać całego wszechświata metodami fizycznymi. Możemy więc tylko zakładać, że cały wszechświat ma strukturę podobną do obserwowalnej jego części.

2. Kosmologia kwantowa

Około 13,8 miliardów lat temu objętość zamkniętego wszechświata mogła być mniejsza od objętości jąder atomowych, lecz znacznie większa od objętości Plancka, w której najprawdopodobniej istotne są kwantowe fluktuacje przestrzeni, nieuwzględniane przez ogólną teorię względności. Taki wszechświat możemy opisywać wykorzystując dwie fundamentalne i doskonale potwierdzone eksperymentalnie teorie fizyczne: teorię kwantową i ogólną teorię względności. Program zastosowania teorii kwantowej do opisu wszechświata jako całości, bez korzystania z hipotetycznych, niepotwierdzonych eksperymentalnie, teorii kwantowej grawitacji (Dąbrowski, 2002), nazywa się kosmologią kwantową. W kosmologii kwantowej, będącej działem fizyki kwantowej, ograniczamy się zazwyczaj do rozpatrywania modelu wszechświata zamkniętego, ponieważ tylko taki wszechświat możemy w pełni konsekwentnie opisać w ramach teorii kwantowej.

Wkład ciemnej energii, który był dominujący we wczesnym wszechświecie w epoce inflacji kosmologicznej (Jacyna-Onyszkiewicz, 2008), jest także dominującym obecnie i zapewne będzie dominujący również w przyszłości. Stąd, w prostym sformułowaniu kosmologii kwantowej rozpatruje się specyficzne pole kwantowe (tzw. kwantowe pole kosmologiczne), którego stanami wzbudzonymi są wszechświaty, każdy o zerowej całkowitej energii i zerowej objętości, wypełnione tylko ciemną energią (Jacyna-Onyszkiewicz, 2012). Pole to znajduje się w stanie próżni fizycznej, w której wszechświaty o zerowej objętości istnieją wyłącznie

jako fluktuacje kwantowe. Obliczenia pokazują, że tylko wszechświaty o skrajnie wysokiej gęstości ciemnej energii mogą w procesie tunelowania „przeskoczyć” do stanu o objętości różnej od zera. Po takim przeskoku wszechświat gwałtownie zwiększa swoją objętość, co nazywa się właśnie inflacją kosmologiczną. Trwa ona aż do osiągnięcia przez wszechświat objętości, w której ciemna energia zostaje zużyta na wykreowanie nadzwyczaj gorącego i gęstego gazu cząstek elementarnych. W takim momencie nastąpił wielki wybuch, wszechświatowa detonacja, która zapoczątkowała procesy fizyczne doprowadzające, po upływie 13,8 miliardów lat, do obecnie obserwowalnego wszechświata (Weinberg, 2008).

Lawrence Krauss w swojej szeroko propagowanej popularnonaukowej książce (Krauss, 2012), wydanej w 2012 roku, niestabilny stan kwantowy próżni fizycznej określił, zapewne głównie ze względów komercyjnych, mianem „nicości”. Należy jednak podkreślić, że zgodnie z kosmologią kwantową nie jest to nicość ontyczna – niebyt, lecz tylko jeden z możliwych stanów odpowiedniego pola kwantowego.

Wiemy, że w układach kwantowych zachodzą dwa rodzaje ewolucji: tzw. ewolucja unitarna U stanów układu oraz ewolucja R . Ewolucja U nie opisuje czasowych zmian układu fizycznego, lecz tylko determinuje zachodzące w czasie zmiany szans na takie czy inne zachowanie się układu w momencie obserwacji, wywołującej nieprzewidywalny proces R . W 1989 roku Daniel Greenberger, Michael Horn i Anton Zeilinger badali teoretycznie korelacje trzech cząstek, emitowanych przez centralne źródło, znajdujących się w specyficznym stanie splątanym, zwanym obecnie stanem GHZ. Doświadczenia korelacyjne dla cząstek w stanach GHZ i eksperymenty wykazujące naruszenie nierówności zaproponowanej przez Johna Bella oraz nierówności otrzymanych przez Anthony’ego Leggeta, a także uogólnień tych nierówności dowodzą, że nieobserwowany układ fizyczny (podlegający tylko ewolucji U) jest reprezentowany wyłącznie przez superpozycję możliwości (stanów) do takiego czy innego zachowania się w momencie pomiaru wywołującego proces R (Auletta, 2001).

Proces R jest skokowym przejściem od tego co możliwe, do tego, co rzeczywiste. Proces urzeczywistniania R układu w momencie pomiaru nie ma charakteru ewolucji zdeterminowanej przez prawa fizyki kwantowej, które określają tylko prawdopodobieństwa takiej czy innej aktualizacji. Mówimy, że w procesie R nastąpiła skokowa i nieprzewidywalna redukcja możliwości (redukcja superpozycji stanów), spowodowana uzyskaniem nowej informacji o stanie układu. Przed pomiarem nie istnieje, nawet teoretycznie, żadna wielkość fizyczna określająca dany izolowany układ fizyczny. Najczęściej przyjmuje się, że proces pomiaru polega na oddziaływaniu danego układu kwantowego z makroskopowym przyrządem pomiarowym, będącym częścią otoczenia mierzonego układu. W momencie pomiaru dany układ przestaje być układem izolowanym. Dlatego niekontrolowane jego oddziaływanie z otoczeniem powoduje efektywną redukcję R superpozycji stanów. Proces taki, obserwowany doświadczalnie, nazywa się procesem dekoherencji (Kryszewski, 2010).

Fundamentalne założenie kosmologii kwantowej zawiera się w określeniu wszechświata jako największego układu fizycznego, na zewnątrz którego nie

istnieje żadna rzeczywistość fizyczna. Dlatego w kosmologii kwantowej wszechświat uważa się za doskonale izolowany układ kwantowy, dla którego nie istnieje proces dekoherencji, ponieważ brak jest oddziaływania z otoczeniem. We wszechświecie zamkniętym, którego całkowita energia wynosi zero, zgodnie z ogólnymi zasadami teorii kwantowej, nie mogą zachodzić żadne zmiany jego stanu, ponieważ ewolucja unitarna U jest zamrożona (Jacyna-Onyszkiewicz, 2008). W takim wszechświecie nie może też istnieć czas kosmiczny, czyli parametr numerujący zmiany jego stanu, co pozostaje w rażącej sprzeczności z naszym doświadczeniem. Czyżby więc założenia kosmologii kwantowej były nieprawdziwe?

Chcąc zachować ogólne założenia kosmologii kwantowej, które trudno byłoby zastąpić innymi, przyjmujemy, że obserwowane we wszechświecie zmiany generowane są przez liczne procesy R . Te procesy R nie są spowodowane przez procesy dekoherencji, lecz przez elementy rzeczywistości nie podlegające prawom fizyki kwantowej (Jacyna-Onyszkiewicz, 2008). To oznacza, że ewolucji R nie można zredukować do ewolucji U , co zakładają liczne interpretacje teorii kwantowej (Auletta, 2001), lecz odwrotnie – ewolucja U może być efektem licznych procesów obserwacji R . Oznacza to, że wszechświat nie jest systemem przyczynowo zamkniętym, a kosmologia kwantowa nie tworzy zamkniętego systemu teoretycznego. Fakt ten skutecznie zniechęca fizyków do zajmowania się kosmologią kwantową (Smolin, 2001). Nie można więc opisać wszechświata kwantowego w ramach matematyczno-empirycznej i naturalistycznej metodologii fizyki. Chcąc to uczynić musimy się przenieść na poziom metakosmologii. Pod tym terminem rozumiemy zagadnienia metafizyczne dotyczące wszechświata jako całości, wykraczające poza (stąd przedrostek „meta”) ramy kosmologii fizycznej, określanej jako fizyka wszechświata.

3. Metakosmologia

Pojawia się zasadnicze pytanie: Jaki element rzeczywistości nie podlegający prawom fizyki kwantowej powoduje procesy R we wszechświecie? W celu znalezienia odpowiedzi na to pytanie możemy oprzeć się na spostrzeżeniu, że kwantowy proces R przejścia od superpozycji możliwości do realności przypomina proces myślowy człowieka, który rozważa w umyśle różne potencjalne możliwości, a następnie podejmuje decyzje o wyborze jednej z nich. Posłużmy się tutaj prostym przykładem.

Student przystępuje do ustnego egzaminu. W fazie początkowej jego ocena z egzaminu jest tylko zbiorem możliwych ocen. Oceny te istnieją wyłącznie potencjalnie w zbiorze możliwych wzajemnie wykluczających się ocen, a egzaminator może tylko oszacować prawdopodobieństwo uzyskania przez niego określonej oceny. Prawdopodobieństwa uzyskania tych ocen zmieniają się w miarę odpowiedzi studenta na kolejne pytania egzaminatora, co odpowiada ewolucji U w układzie kwantowym. W końcu egzaminator podejmuje decyzję, wybierając jedną z ocen. W tym momencie następuje skokowa redukcja zbioru możliwych ocen do jednej, co odpowiada procesowi R w układzie kwantowym.

Zauważmy, że umysł egzaminatora jest rzeczywistością transcendentną dla studenta, który nie może znać przebiegu procesu podejmowania decyzji przez egzaminatora, a tylko jego końcowy wynik. Uwzględniając rozważania przeprowadzone przez Johna R. Lucasa i Rogera Penros'a (Barr, 2005) na gruncie logiki i matematyki, które zdają się wskazywać, że sprowadzenie ludzkiego myślenia do zamkniętego opisu matematycznego jest niemożliwe, przyjmujemy analogiczne do omówionego przykładu funkcjonowanie wszechświata na poziomie kosmologii kwantowej. Biorąc też pod uwagę sformułowaną na podstawie kwantowej termodynamiki statystycznej czarnych dziur (Hawking, 1996), tzw. „zasadę holograficzną” (Smolin, 2001) głoszącą, że każdy przedmiot można utożsamić ze skończonym zbiorem informacji (Jacyna-Onyszkiewicz, 2006), konstruujemy następujący model metakosmologiczny.

Zakładamy mianowicie, że rzeczywistość naturalna, czyli fizyczna, funkcjonuje na analogicznej zasadzie jak istniejące urządzenia techniczne wytwarzające rzeczywistość pozorną, czyli tzw. rzeczywistość wirtualną. Zasada działania tych urządzeń wydaje się jedyną możliwą symulacją rzeczywistości naturalnej. Przyjmijmy, że w przyszłości będziemy dysponować technologią umożliwiającą wykonanie bardziej wyrafinowanego wariantu urządzenia generującego rzeczywistość wirtualną, niż obecne. Załóżmy, że dwóch fizyków uległo wypadkowi komunikacyjnemu, w którym nieuszkodzone pozostały tylko ich mózgi. Przyjmijmy też, że dysponujemy technologią pozwalającą utrzymywać ich mózgi przy życiu i umożliwiającą przekazywanie do nich bodźców nerwowych w takim samym zakresie jak przed wypadkiem, ale przez odpowiednie urządzenie komputerowe. Ich mózgom może się wydawać, że nadal mają własne ciała, poruszają się i działają w rzeczywistości identycznej z rzeczywistością naturalną. Fizycy ci mogą wykonywać eksperymenty fizyczne w rzeczywistości wirtualnej generowanej przez odpowiednio zaprogramowane i skorelowane ciągi informacji, przekazywane ich mózgom przez komputer, w postaci bodźców nerwowych. Jeżeli reguły przekazu tych informacji są identyczne z zasadami fizyki kwantowej, rzeczywistość wirtualna może być dla nich nie do odróżnienia od rzeczywistości naturalnej.

Rzeczywistość wirtualna w tej wyidealizowanej sytuacji ma następujące istotne cechy:

- Przekaz informacji między mózgami fizyków odbywa się wyłącznie za pośrednictwem komputera.
- Nie istnieją doświadczenia fizyczne wykonywane w rzeczywistości wirtualnej umożliwiające tym fizykom poznanie budowy ich mózgów, komputera oraz sposobu przekazu informacji między nimi. W rzeczywistości wirtualnej „fizykę” stanowią tylko reguły przekazu informacji i ich ciągi. Budowa ich mózgów i komputera oraz sposób transmisji informacji między nimi należą do rzeczywistości naturalnej, lecz ich opis należy do metafizyki rzeczywistości wirtualnej.
- Rzeczywistość wirtualna jest utworzona z ciągów informacji przekazywanych mózgom tych fizyków w postaci bodźców nerwowych. Jest więc rzeczywistością subiektywną, ponieważ istnieje wyłącznie w ich umysłach.

Interpretacja rezultatów kosmologii kwantowej prowadzi do modelu metakosmologicznego, w którym rzeczywistość naturalna zbudowana jest w sposób analogiczny do rzeczywistości wirtualnej w przytoczonym przykładzie (Jacyna-Onyszkiewicz, 2012). Zakładamy, że w rzeczywistości naturalnej:

- Istnieją samoświadome indywidualne ludzkie umysły zdające sobie sprawę, że istnieją.
- Istnieje umysł u , który pełni taką samą funkcję w rzeczywistości naturalnej, jak komputer w rzeczywistości wirtualnej. Według określonych reguł przetwarza on informacje uzyskane od wszystkich ludzkich umysłów i po ich przetworzeniu przesyła z powrotem do nich. Nie ma natomiast bezpośredniego przekazu informacji pomiędzy ludzkimi umysłami, z pominięciem umysłu u .
- Zasady fizyki kwantowej odnoszą się tylko do reguł przekazu informacji między umysłem u a umysłami ludzkimi. Nie dotyczą one natury umysłów, która jest niepoznawalna metodami fizycznymi. W ten sposób umysły nie podlegają prawom fizyki kwantowej, co, jak pamiętamy, jest warunkiem koniecznym zachodzenia procesów R w zamkniętym wszechświecie.
- Zbiór umysłów ludzkich sądzi, że znajduje się w jednej przestrzeni tworzącej wszechświat, ponieważ otrzymuje od umysłu u wzajemnie skorelowane i uporządkowane informacje według reguł, które odbierane są jako prawa przyrody.

Wszechświat oczywiście istnieje jako zjawisko i obowiązują w nim prawa przyrody. Umysł u jest bezustannie aktywny, tworząc i przetwarzając informacje, które dla nas, ludzi, konstytuują wszechświat. W tym modelu metakosmologicznym (Jacyna-Onyszkiewicz, 2013) wszechświat to epifenomen – rzeczywistość wtórna w stosunku do substancji umysłowych.

Proponowany model (Jacyna-Onyszkiewicz, 1999) jest tylko w pewnym sensie podobny do metafizyki George'a Berkeley'ego (Berkeley, 1956), która nie przyjęła się na gruncie nowożytnej tradycji filozoficznej. Ontologia Berkeley'ego wywoływała bowiem i nadal wywołuje wiele zastrzeżeń ze strony filozofów. Obecnie jesteśmy zdecydowanie w innej sytuacji, ponieważ właśnie na zasadzie zaproponowanej w jego ontologii działają realnie istniejące urządzenia informatyczne generujące rzeczywistość wirtualną. Proponowany model metakosmologiczny daje jeszcze jedną i wolną od paradoksów interpretację fizyki kwantowej i kosmologii kwantowej oraz wyjaśnia pochodzenie zasadniczej części struktury matematycznej teorii kwantowej (Jacyna-Onyszkiewicz, 2012).

Bibliografia

- Auletta, G. (2001), *Foundation and Interpretation of Quantum Mechanics*. Singapore: World Scientific.
- Barr, S. M. (2005), *Fizyka współczesna a wiara w Boga*. Wrocław: Techtra.
- Berkeley, G. (1956), *Traktat o zasadach poznania ludzkiego. Trzy dialogi między Hylasem i Filonousem*. Warszawa: PWN.

- Dąbrowski, M. P. (2002), *String Cosmologies*. Szczecin: Wyd. Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Hartle, J. B. (2010), *Grawitacja. Wprowadzenie do ogólnej teorii względności Einsteina*. Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Hawking, S. W. (1996), Kwantowe czarne dziury. W: S.W. Hawking, R. Penrose (red.), *Natura czasu i przestrzeni* (46-70). Poznań: Zysk i S-ka.
- Jacyna-Onyszkiewicz, Z. (1999), Berkeley's model of the Universe and the genesis of the principles of quantum theory. *Physics Essays 12*: 397-401.
- Jacyna-Onyszkiewicz, Z. (2006), Zasada holograficzna a materia pierwsza. W: J. A. Janik (red), *Nauka-Religia-Dzieje* (27-36). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Jacyna-Onyszkiewicz, Z. (2008), *Kosmogeneza kwantowa*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Jacyna-Onyszkiewicz, Z. (2012), *Quantum Cosmogenesis*. Bayreuth: The Uni-Publications.
- Jarczyk, L. (2012), *Wczesny rozwój Wszechświata. Model Wielkiego Wybuchu – Big Bang*. Warszawa: WNT.
- Krauss, L. M. (2012), *A Universe from Nothing*. New York: Free Press.
- Jacyna-Onyszkiewicz, Z. (2013). *Essence of Reality*. Bayreuth: The-Uni-Publications.
- Kryszewski, S. (2010), Dekoherencja i nieodwracalność zjawisk fizycznych. W: J. A. Janik (red.), *Nauka-Religia-Dzieje* (95-116). Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Smolin, L. (2001), *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*. Warszawa: Wydawnictwo CIS.
- Weinberg, S. (2008), *Cosmology*. Oxford: Oxford University Press.

Abstract

The Universe as Physical Reality Causally Open

About 13 800 000 000 years ago the entire closed universe could have a volume much smaller than the volume of the atomic nuclei. A description of so small a universe cannot be made in classical physics but requires quantum theory. A characteristic feature of the quantum theory is that an object described can undergo two types of evolution: determined unitary evolution U and unforeseeable, instantaneous and irreversible evolution R, appearing at the moment of quantum measurement. In a closed universe the total energy is zero, therefore, the unitary evolution U is frozen – so no changes take place. Hence, the changes observed in the universe are generated by evolution R, which however cannot be reduced to a unitary evolution U. This reasoning implies an important conclusion that the evolution R can be caused by an element of the reality not subjected to the laws of quantum physics. Thus, quantum cosmology does not make a closed theoretical system. For this reason, the closed universe is a physical reality causally unclosed.

Nota o autorze

Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz – prof. dr hab., profesor zwyczajny w Zakładzie Fizyki Kwantowej na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz doktor honoris causa Bałtyckiego Federalnego Uniwersytetu im. Immanuela Kanta w Kaliningradzie (Królewcu). Autor ponad 130 prac naukowych oraz 10 książek z zakresu fizyki teoretycznej oraz fundamentalnych problemów fizyki kwantowej i kosmologii kwantowej. Pięciokrotnie na zaproszenie i w obecności Ojca Świętego Jana Pawła II wygłaszał referaty na seminariach w Castel Gandolfo.