

SŁAWOMIR LECIEJEWSKI

## ANTROPIZM W KOSMOLOGII (OD WIELKICH LICZB DO IDEI MULTIŚWIATA)

### 1. WPROWADZENIE

Kosmologia relatywistyczna rozpoczęła swoje istnienie na naukowych marginesach, które były dość odległe od standardowych problemów stawianych sobie przez nauki empiryczne na początku XX wieku. W 1917 r., kiedy Einstein opublikował swój pierwszy model kosmologiczny, ogólna teoria względności, na której ten model się opierał, znana była niewielu specjalistom. Nawet kilkanaście lat później, gdy znano już szereg następnych rozwiązań równań ogólnej teorii względności (rozwiązania de Sittera, Friedmana, Lemaître'a), a pierwsze obserwacje odległych galaktyk (usystematyzowane przez Hubble'a<sup>1</sup>) dość wyraźnie wskazywały na rozwiązanie przedstawiające rozszerzający się Wszechświat<sup>2</sup>, ogół fizyków i astronomów traktował młodą kosmologię raczej jako rodzaj naukowej fantastyki niż wiarygodną hipotezę naukową. Było to o tyle uzasadnione, że kosmologia ciągle opierała się na zbyt wielu dowolnych założeniach.

Sytuacja pod tym względem zaczęła się zmieniać, i to dość radykalnie, dopiero od połowy lat sześćdziesiątych XX wieku. Odkrycie mikrofalowego promieniowania tła wyeliminowało model Wszechświata stanu stacjonar-

---

Dr SŁAWOMIR LECIEJEWSKI – Zakład Logiki i Metodologii Nauk, Instytut Filozofii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; adres do korespondencji: ul. Szamarzewskiego 89c, 60-569 Poznań; e-mail: slaaw@amu.edu.pl

<sup>1</sup> „Z punktu [...] widzenia genezy idei Wszechświata dynamicznego sformułowanie prawa Hubble'a było jednym z najważniejszych wydarzeń, które zadecydowały o ostatecznej akceptacji tej idei” (J. Turek, *Geneza idei Wszechświata dynamicznego*, „Roczniki Filozoficzne” 50 (2002), z. 3, s. 138).

<sup>2</sup> Najobszerniejsze w języku polskim i wyczerpujące opracowanie genezy idei Wszechświata dynamicznego znaleźć można w: J. Turek, *Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, Lublin: Wydawnictwo KUL 1995.

nego, który okazał się następstwem dowolnych założeń<sup>3</sup>. Odkrycie to dostarczyło także obserwacyjnych podstaw do zrekonstruowania wczesnych etapów ewolucji Wszechświata. Rozwój nowych technik, zarówno w dziedzinie astronomii, jak i radioastronomii, spowodował napływ nowych danych obserwacyjnych, co z kolei doprowadziło do ukształtowania się, w latach osiemdziesiątych, tzw. standardowego modelu kosmicznej ewolucji.

Model ten pozwolił wyjaśnić problemy XIX-wiecznej fizyki zarówno o charakterze globalnym (np. paradoks fotometryczny i grawitacyjny), jak i lokalnym (powstanie pierwiastków chemicznych, oddziaływanie materii z energią itp.). Model ten powinien wyjaśniać także m.in. takie cechy obserwowanego Wszechświata jak: ekspansja, ewolucja, izotropia promieniowania tła, rozkład galaktyk, parametry numeryczne (*fine tuning*). Jednakże kanoniczna wersja modelu Wielkiego Wybuchu ma trudności np. z wyjaśnieniem izotropii promieniowania tła czy z uzasadnieniem przyjmowanej w tym modelu hipotezy, według której Wszechświat zbudowany jest głównie z materii z niewielką jedynie „domieszką” antimaterii. Standardowy model kosmologiczny obarczony jest także poważnymi trudnościami teoretycznymi. Zalicza się do nich tzw. problem horyzontu oraz problem płaskości. Ponadto model ten nie radzi sobie także z problemem osobliwości, problemem asymetrii barionowej, problemem stosunku liczby fotonów do liczby barionów, problemem wielkoskalowego rozkładu materii, problemem entropii Wszechświata.

Nurt antropiczny pojawił się w kosmologii głównie jako próba rozwiązania problemów, które pojawiły się w kosmologii lat siedemdziesiątych XX wieku. Wiele ważnych problemów, jakie napotkał standardowy model kosmologiczny, w tym również niemożliwość dobrego wyjaśnienia koincydencji wielkich liczb<sup>4</sup>, inspirowało do poszukiwań nowych sposobów podchodzenia do zagadnień kosmologicznych. Tym nowym sposobem badań kosmologicznych okazało się tzw. wyjaśnianie antropiczne. Nie negowało ono potrzeby poszukiwania nowych teorii kosmologicznych, jednakże proponowano – do czasu ich pojawienia się – wykorzystanie argumentów antropicznych do wyjaśniania kosmicznych koincydencji.

---

<sup>3</sup> Por. T.M. Sierotowicz, *Między ewolucyjnym a stacjonarnym obrazem Wszechświata. Refleksje z pogranicza historii i filozofii nauki*, Kraków: Wydział Filozoficzny TJ w Krakowie 1989; t e n ż e, *Mikrofalowe promieniowanie tła jako experimentum crucis w kosmologii?*, Kraków: Wydział Filozoficzny TJ w Krakowie 1993.

<sup>4</sup> Por. P.C.W. Davies, *Zasada antropiczna*, „Postępy Fizyki” 37 (1986), z. 3, s. s. 215-231.

Zagadnienia antropiczne w badaniu Wszechświata pojawiły się jednak znacznie wcześniej. Już w latach międzywojennych zwracano uwagę na tzw. koincydencje wielkich liczb, a w latach pięćdziesiątych XX wieku pojawiały się argumenty antropiczne, które wydatnie przyczyniły się do genezy zasad antropicznych w kosmologii.

### GENEZA ZASAD ANTROPICZNYCH

W latach międzywojennych A.S. Eddington zwrócił uwagę na tzw. koincydencje wielkich liczb, rozpatrując je w kontekście współczesnych mu nauk empirycznych. Jeśli odpowiednio zestawić wielkości charakteryzujące Wszechświat w jego największej skali z wielkościami typowymi dla mikroświata, to nieodmiennie otrzymamy liczbę  $10^{40}$  lub jej wielokrotność<sup>5</sup>. Wielkie liczby w kosmologii są bezwymiarowymi stosunkami potęg stałych fundamentalnych fizyki.

Jako pierwszą z wielkich liczb należy wymienić liczbę Eddingtona  $N$ , określającą całkowitą liczbę cząstek we Wszechświecie<sup>6</sup>. Kolejne dwie wielkie liczby<sup>7</sup> to  $N_1$ , czyli stosunek wieku Wszechświata do czasu przejścia światła przez klasyczny promień elektronu, oraz  $N_2$  – stosunek siły oddziaływania elektromagnetycznego pomiędzy protonem a elektronem do siły oddziaływania grawitacyjnego pomiędzy nimi.

Te wyżej wymienione oraz inne wielkie liczby wymagają wyjaśnienia. Są one bowiem zbyt duże w stosunku do zwykłych bezwymiarowych stałych liczbowych lokalnej fizyki, które są zawsze rzędu jedności. R.H. Dicke odwołał się w ich wyjaśnianiu do faktu istnienia we Wszechświecie życia biologicznego. Można zatem powiedzieć, że w 1961 r. Dicke zaproponował pierwsze antropiczne wyjaśnienie wielkich liczb<sup>8</sup>. Jak wiadomo, życie bazuje na pierwiastkach cięższych od wodoru i helu. Pierwiastki te powstają w późnych etapach ewolucji gwiazd i rozprzestrzeniają się po Wszech-

---

<sup>5</sup> Najprostszym przykładem takiej koincydencji jest fakt, że nasz widzialny Wszechświat obejmuje około  $10^{30}$  sześciennych lat świetlnych, a w tej właśnie objętości znajduje się  $(10^{40})^2$  jąder atomowych. Por. J.D. Barrow, F.J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford–New York: Clarendon Press 1996, s. 224-247.

<sup>6</sup> Por. A.S. Eddington, *Czy wszechświat się rozszerza?*, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 2006, s. 100.

<sup>7</sup> Wielkie liczby  $N_1$  i  $N_2$  zaczerpnięto z: Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 232.

<sup>8</sup> Por. R.H. Dicke, *Dirac's Cosmology and Mach's Principle*, „Nature” 1961, nr 192, s. 440.

świecie dzięki wybuchom supernowych. Według Dicke'a tylko Wszechświaty z gwiazdami o wieku w przybliżeniu równym wiekowi gwiazdy ciągu głównego mogą produkować ciężkie pierwiastki, jak węgiel, na którego bazie powstaje życie.

Obserwatorzy nie mogą istnieć w czasie różnym od czasu życia gwiazdy ciągu głównego, gdyż brak ciepłych, stabilnych gwiazd uniemożliwia utrzymanie procesów fotosyntezy na planetach. Istnienie życia zatem jest bardzo prawdopodobne, kiedy wiek Wszechświata jest w przybliżeniu równy wiekowi gwiazdy ciągu głównego. Przy tak określonym czasie, według Dicke'a, można obserwować przybliżoną równość liczb  $N_1$  i  $N_2$ . Wartości stałych fizycznych obecnych w równaniach określających te dwie liczby są takie, jakie obserwujemy, albowiem gdyby były inne, we Wszechświecie nie byłoby sprzyjających warunków do powstania życia. Innymi słowy, związek ten nie jest tylko przypadkową koincydencją, przypadkową relacją między kilkoma stałymi, ale zawiera w sobie głębszy sens, tj. wyróżnia epokę, w której żyje obserwator.

Dicke podał zatem argument biologiczny (antropiczny), aby wyjaśnić koincydencję liczbową, która zadaje wartość wielkości fizycznej – wiekowi Wszechświata. Wyjaśnienie takie, w sformułowaniu Dicke'a, według którego „to, co spodziewamy się zaobserwować, musi spełniać warunki konieczne dla istnienia człowieka – obserwatora”<sup>9</sup>, zostało później uznane za jedno ze sformułowań tzw. słabej zasady antropicznej. Można zatem powiedzieć, że słaba zasada antropiczna zawarta była *implicite* w rozważaniach Dicke'a, choć *explicite* wyrażona została i tak nazwana kilkanaście lat później przez B. Cartera<sup>10</sup>.

Warto także podkreślić, że koncepcja Dicke'a została przedstawiona przed odkryciem promieniowania relikтового, kiedy to modele stanu stacjonarnego stanowiły alternatywę dla modeli ekspandujących od początkowej osobliwości. Argumentacja Dicke'a była do przyjęcia tylko w tych ostatnich i jednocześnie stawiała pod znakiem zapytania modele stacjonarne<sup>11</sup>. Powodem tego był fakt, że odwrotność szacowanej wtedy stałej Hubble'a (będącej miarą wieku Wszechświata) była, co do rzędu wielkości, równa czasowi życia typowej gwiazdy ciągu głównego. Tak więc można powiedzieć, że oprócz wyjaśnienia wielkich liczb Dicke podał także argument na rzecz zasadności przyjęcia modeli ekspandujących. W ramach modeli stacjonar-

<sup>9</sup> Tamże, przypis 7.

<sup>10</sup> Por. następny rozdział niniejszego artykułu.

<sup>11</sup> Por. Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 247.

nych nie można było bowiem w prosty sposób wyjaśnić tego, że odwrotność stałej Hubble'a jest wielkością rzędu czasu życia gwiazdy ciągu głównego. Była to zupełnie przypadkowa koincydencja w ramach tych modeli<sup>12</sup>.

Kolejnym rozumowaniem antropicznym, które pojawiło się przed sformulowaniem zasad antropicznych, było to, które zaproponował F. Hoyle. Jak wiadomo, cztery pierwiastki są szczególnie ważne dla życia: wodór, węgiel, tlen i azot. Dwa z nich – węgiel i tlen – zostały wykorzystane w antropicznej analizie Hoyle'a. Nie patrzył on na problem nukleosyntezy przez pryzmat sporu między modelami Wielkiego Wybuchu (którego był przeciwnikiem) i stanu stacjonarnego (którego był orędownikiem), lecz raczej jak na kwestię dotyczącą obu teorii. Model Wielkiego Wybuchu musiał wyjaśnić, w jaki sposób cząstki u zarania Wszechświata zaczęły przekształcać się w cięższe atomy. Podobnie model stanu stacjonarnego musiał wytłumaczyć, jak cząstki nieustannie stwarzane między oddalającymi się galaktykami, przeobrażały się w cięższe atomy. Hoyle doszedł do interesujących rezultatów, gdy zaczął zastanawiać się, co dzieje się z gwiazdą, która przechodzi przez różne etapy swego życia.

Główną drogą, na której dochodzi do budowy ciężkich pierwiastków wewnątrz gwiazd, jest stopniowe łączenie się jąder helu z innym jądrem. Jak właściwie tworzy się węgiel? Można by oczekiwać, że powstaje on przez dodanie jądra helu do berylu. Jądro berylu jednak (jądro, które można otrzymać przez połączenie dwóch jąder helu) jest wyjątkowo niestabilne i rozpada się prawie natychmiast po powstaniu. Jeśli zdarzy się, że dwa jądra helu zderzą się ze sobą we wnętrzu gwiazdy i się połączą, byłby to odpowiedni moment dla trzeciego jądra helu, aby zderzyło się z jądrem berylu. We wczesnych latach pięćdziesiątych XX wieku uważano, że jest daleko bardziej prawdopodobne, iż kolizja ta spowoduje raczej rozbitcie niestabilnego jądra na części niż zlepienie wszystkich trzech jąder tak, aby powstało jądro węgla. Jeśli nie byłoby węgla, nie byłoby również tlenu ani innych ciężkich pierwiastków. Nie byłoby także życia, zwłaszcza formy życia opartej na węglu, tj. takiego, jakie znamy.

Hoyle rozumował, że ponieważ jednak istniejemy, musi istnieć jakiś sposób na omińnięcie tego problemu nuklearnej syntezy. W 1954 r. zaproponował możliwą drogę od helu do węgla. Jego pomysł opierał się na tym, że jądro węgla istnieje w pewnym stanie zwanym stanem wzbudzenia, którego energia pozostaje w stanie rezonansu z energią jądra berylu plus jądro

---

<sup>12</sup> Por. tamże.

helu. Nie było żadnego powodu, aby spodziewać się istnienia takiego rezonansu na innej podstawie niż tylko fakt naszego istnienia. Węgiel znajduje się w naszym Wszechświecie, rozumował Hoyle, zatem jądro musi być w stanie właściwego rezonansu<sup>13</sup>.

Okolo 1954 r. wiedzano już, że energia połączenia jądra berylu i jądra helu wynosi 7,3667 MeV. Hoyle przewidywał, że poziom energii wzbudzenia węgla musi być nieco wyższy, tak aby energia kinetyczna nadlatującego jądra helu mogła podnieść całkowitą energię do właściwej wysokości wymaganej dla uzyskania rezonansu. Jeśli tak się stanie, to nadlatujące jądro helu nie rozbije niestabilnego jądra berylu, a utworzy wzbudzone jądro węgla, które następnie wypromieniuje nadmiar energii w normalny sposób i znajdzie się na poziomie podstawowym.

Kiedy Hoyle mówił o tym fizykom eksperymentalnym, ci najczęściej traktowali to rozumowanie z dużą dozą krytycyzmu. Pomysł przewidywania właściwości jądra atomowego na podstawie założenia, że ponieważ istniejemy, to jądro musi mieć wymaganą własność, wydawał się niepoważny. Hoyle jednak przekonał ich do przeprowadzenia koniecznych eksperymentów na jądrach węgla, a gdy je wykonano, okazało się, że poziom energii wzbudzenia wynosi 7,6549 MeV, czyli dokładnie tyle, ile trzeba, aby przewyższyć energię połączenia hel-beryl dla uzyskania rezonansu. Dalsze obliczenia pokazały, że jądrowe oddziaływania musiały być „dostrojone” z dokładnością 0,5%, aby mógł zadziałać rezonans<sup>14</sup>.

Jądra tlenu tworzą się we wnętrzu gwiazd przez dodanie jądra helu do jądra węgla. Ponieważ jądro węgla jest stabilne i przebywa wewnątrz gwiazd przez długi czas, cały węgiel zostałby szybko zmieniony w tlen, gdyby ten proces był również oparty na rezonansie. Okazało się, że połączona energia jądra węgla i jądra helu wynosi 7,1616 MeV. Poziom energii wzbudzenia dla jądra tlenu wynosi 7,1187 MeV, tzn. zbyt mało, aby mógł zajść rezonans.

Jest to znamienna para koincydencji. Jeśli poziom energii wzbudzenia węgla byłby tylko odrobinę niższy, nie byłoby węgla we Wszechświecie, ponieważ zostałby cały zmieniony w tlen. Innymi słowy, oparta na węglu forma życia, nigdy by nie zaistniała. Hoyle skomentował swoje rozumowanie w następujący sposób: „wygląda to tak, «jakby prawa fizyki zostały umyślnie zaprojektowane pod kątem skutków działania we wnętrzach gwiazd» i że Wszechświat wydaje mu się «dziełem zaplanowanym». Odwoływanie się do

---

<sup>13</sup> Por. S. Singh, *Wielki Wybuch. Narodziny Wszechświata*, Warszawa: Wydawnictwo Albatros 2007, s. 346-352.

<sup>14</sup> Por. tamże, s. 352-358.

Projektanta w celu wyjaśnienia poziomów energii w jądrach tlenu i węgla wydawało się wielu fizykom w 1965 roku poglądem cokolwiek skrajnym, ale [...] dzisiaj jakby mniej”<sup>15</sup>.

W inny sposób argumentem antropicznym posłużył się G.D. Whitrow, który w artykule opublikowanym w 1955 r.<sup>16</sup> rozważał, dlaczego przestrzeń, w której żyjemy, jest trójwymiarowa, a nie np. dwu-, cztero- czy pięciowymiarowa. Dobrze wiadomo bowiem, że nauka zna pojęcie wielowymiarowej przestrzeni i nic, *a priori*, nie ogranicza liczby wymiarów możliwego Wszechświata.

Pytanie Whitrowa nie było pozbawione kontekstu biologicznego. W istocie pytał on bowiem, czy trójwymiarowa przestrzeń nie jest przypadkiem konieczna, by mogło narodzić się życie, czy nie ma ona wyjątkowych własności, bez których jego istnienie byłoby niemożliwe<sup>17</sup>. Ta fundamentalna charakterystyka topologiczna Wszechświata, według Whitrowa, mogłaby być wywnioskowana jako towarzysząca innym unikatowym charakterystykom skorelowanym z ewolucją wyższych form życia na Ziemi, w szczególności z ewolucją człowieka, który sformułował problem wyjątkowości trójwymiarowej przestrzeni. Problem konieczności przestrzeni trójwymiarowej związany został później także ze stabilnością atomów we Wszechświecie<sup>18</sup>. Whitrow, wyjaśniając trójwymiarowość przestrzeni, postawił tezę, że przestrzeń musi być trójwymiarowa, aby możliwa była ewolucja i aby mógł pojawić się człowiek. Taki rodzaj uzasadniania, sugerujący celowościową funkcję niektórych cech Wszechświata (np. trójwymiarowości przestrzeni) skierowaną ku powstaniu człowieka, odpowiada później sformułowanej mocnej zasadzie anropicznej. Jednakże u Whitrowa znajdziemy także argumenty antropiczne, które można uznać za prowadzące do późniejszego sformułowania słabej zasady antropicznej. Chodzi o rozmiary i wiek Wszechświata.

W 1956 r. Whitrow postawił bowiem drugie pytanie o charakterze antropicznym: Dlaczego Wszechświat jest tak wielki i dlaczego jest tak stary?<sup>19</sup> Jaki jest sens istnienia miliardów gwiazd w bezmiarze Wszechświata, jeśli tylko jedna z nich miałaby mieć związek z życiem, a cała reszta

<sup>15</sup> J. Gribbin, *W poszukiwaniu multiświata*, Warszawa: Prószyński Media Sp. z o.o. 2010, s. 59.

<sup>16</sup> G.D. Whitrow, „British Journal for the Philosophy of Science” 1955, nr 6, s.13.

<sup>17</sup> Por. G. Whitrow, *The Structure and Evolution of the Universe*, New York: Harper and Brothers Publishers 1959.

<sup>18</sup> Por. Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 259.

<sup>19</sup> To zagadnienie autorstwa Whitrowa zostało omówione jako jego pomysł w pracy: E. M a s - c a l, *Christian theology and natural science*, London: Longmans, Green & Co. 1956.

byłaby jałowa (w sensie braku białkowych form życia)? Warto podkreślić, że Whitrow nie pytał tu o cel istnienia Wszechświata (gdyż nie jest to pytanie naukowe), ale o to, czy jego wiek i wielkość nabierają większego sensu, gdy rozpatrywać je z punktu widzenia istnienia życia na Ziemi.

Według Whitrowa, jeśli gdziekolwiek we Wszechświecie ma pojawić się życie, to muszą być spełnione pewne warunki: muszą istnieć określone pierwiastki, materia musi mieć określoną gęstość, średnie temperatury muszą mieć odpowiedni zakres, muszą istnieć stabilne źródła energii pochodzące z odpowiednich gwiazd itp. Innymi słowy, skoro wiemy, że życie powstało we Wszechświecie, to parametry go określające nie mogą być dowolne, przypadkowe, ale przeciwnie – muszą być właśnie takie, jakie są konieczne, by mogło narodzić się życie.

Idea ekspansji Wszechświata od osobliwości stwarza, zdaniem Whitrowa, pomost pomiędzy biologią a kosmologią. Konieczne bowiem warunki istnienia życia mogły nastąpić dopiero po upływie określonego, i to długiego, czasu po Wielkim Wybuchu, co możemy stwierdzić, znając tempo ekspansji Wszechświata i sposób tworzenia się gwiazd. Jeśli więc nawet życie istnieje tylko na Ziemi, to i tak Wszechświat musi być odpowiednio stary i odpowiednio wielki, by choć jedna planeta mogła być zamieszkała przez człowieka.

Whitrow nie dawał jednoznacznych odpowiedzi na konkretne pytania (np. czy Wszechświat musi mieć 15, a nie 5 czy też 50 mld lat, czy musi mieć tyle gwiazd, ile ma, a nie np. sto razy więcej), ale pokazywał, że wymóg znacznego wieku i znacznych rozmiarów Wszechświata związany jest z samym faktem istnienia życia na Ziemi i że możliwe jest zadawanie pytań dotyczących tego rodzaju relacji. Tego typu pytania pojawiły się także w argumentacji antropicznej B. Cartera.

#### ZASADY ANTROPICZNE

W 1973 r. z okazji pięćsetnej rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika odbywało się w Krakowie sympozjum sekcji kosmologicznej Międzynarodowej Unii Astronomicznej<sup>20</sup>. Któregoś dnia obradom przewodniczył J. Wheeler. W trakcie dyskusji, nawiązując do referatu wygłoszonego przez S. Hawkinga, zwrócił się on do B. Cartera z propozycją, by ten zechciał

---

<sup>20</sup> Według wspomnień Michała Hellera zawartych w: M. Heller, *Kosmiczna przygoda Człowieka Mądrego*, Kraków: Wydawnictwo Znak 1994, s. 238-239.



publicznie podzielić się swoimi przemyśleniami na temat roli ludzkiego obserwatora w strukturze i ewolucji Wszechświata. Carter wyraził zgodę, prosząc jednakże o dzień lub dwa zwłoki, by mógł przygotować swoje wystąpienie. Po tym czasie wygłosił odczyt, w którym po raz pierwszy zostało użyte określenie „zasada antropiczna”<sup>21</sup>.

Antropiczna argumentacja Cartera, która doprowadziła go do sformułowania zasad antropicznych, bazowała na strukturze gwiazd. Centralna rola Słońca – typowej gwiazdy – w podtrzymywaniu życia na Ziemi podsunęła Carterowi pytanie: Jak wrażliwe są własności gwiazd na wartości liczbowe podstawowych stałych przyrody?

Carter zauważył, że aby gwiazda uniknęła niestabilności konwekcyjnej, wartości stałych podstawowych (elektromagnetycznej i grawitacyjnej stałej struktury subtelnej, mas elektronu i protonu) muszą być odpowiednio dobrane. Gdyby grawitacja była minimalnie słabsza lub siły elektromagnetyczne minimalnie silniejsze, albo też elektron trochę lżejszy w stosunku do protonu, to wszystkie gwiazdy byłyby czerwonymi karłami. Gdyby podobnych zmian dokonać w przeciwną stronę, to wszystkie gwiazdy byłyby błękitnymi olbrzymami.

Carter zwrócił również uwagę na to, że konwekcja na powierzchni gwiazdy odgrywa bardzo ważną rolę w procesie powstawania planet. Z tego względu we Wszechświecie, w którym grawitacja byłaby odrobinę silniejsza, nie mogłyby istnieć planety, a w konsekwencji – życie w znanych nam formach. Tak więc zasługą Cartera było zauważenie, że zmiana natężenia siły grawitacyjnej dawałaby świat zupełnie odmienny od tego, który obserwujemy<sup>22</sup>. Zaproponował on także uzasadnienie, dlaczego grawitacyjna stała struktury subtelnej podniesiona do dwudziestej potęgi daje, z dokładnością do rzędu wielkości, elektromagnetyczną stałą struktury subtelnej<sup>23</sup>.

Znana z doświadczeń wartość stosunku stałej struktury subtelnej oddziaływań silnych i elektromagnetycznych jest bliska stosunkowi wartości mas protonu i elektronu. Siła oddziaływań silnych zaledwie wystarcza na związanie jąder atomowych. Gdyby była ona nieco słabsza, występowałby wyłącznie wodór; gdyby była nieco silniejsza, to atomy miałyby ogromne rozmiary. Okazuje się, że znane nam wartości tego stosunku i innych sto-

---

<sup>21</sup> Por. B. Carter, *Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology*, [w:] M.S. Longair (red.), *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*, Dordrecht–Boston: Reidel Publishing Company 1974, s. 291-298.

<sup>22</sup> Por. Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 336.

<sup>23</sup> Por. Carter, *Large Number Coincidences*, s. 291-298.

sunków, w których występuje stała oddziaływań silnych i masy cząstek elementarnych, są konieczne do zaistnienia różnorodnych pierwiastków chemicznych potrzebnych do powstania życia. Stosunek stałej struktury subtelnej oddziaływań słabych do stałej oddziaływań grawitacyjnych ma związek z powstaniem helu w kosmicznej nukleosyntezie w czasie kilku pierwszych minut po początkowym wybuchu. Gdyby stosunek ten był nieco mniejszy, cały wodór stałby się helem, nie byłoby zatem wody, a więc i życia.

Tak więc, według Cartera, nasze położenie we Wszechświecie jest z konieczności uprzywilejowane w takim stopniu, w jakim Wszechświat jest dopasowany do naszej egzystencji. Te podstawowe cechy i własności Wszechświata, jak jego rozmiar, wiek i prawa opisujące jego ewolucję, muszą być dokładnie takie, jakie obserwujemy, gdyż tylko takie umożliwiają wyewoluowanie białkowych form życia<sup>24</sup>.

Według Cartera takie spostrzeżenia wydają się w sposób oczywisty prawdziwe, ale sprawiają wrażenie trywialnych. Jednakże – jak twierdzi – pociągają za sobą bardzo głębokie konsekwencje dla fizyki. Mierzalne wartości bardzo wielu kosmologicznych i fizycznych parametrów, które określają nasz Wszechświat, mogą zostać wyznaczone, jeśli w tym Wszechświecie zaistniała ewolucja biologiczna. Także kosmiczna epoka ze swoimi astrofizycznymi parametrami może zostać wyznaczona, jeśli zdamy sobie sprawę, że biologiczna skala czasu umożliwiająca powstanie życia jest taka, jaką znamy z naszego otoczenia i wiemy, że jest to, opisywane przez znane nam biochemiczne prawa, otoczenie sprzyjające życiu.

Powyższe rozważania doprowadziły Cartera do sformułowania słabej i mocnej zasady antropicznej. Wersja słaba – będąca podsumowaniem powyższych antropicznych rozważań – stwierdza, że to, co spodziewamy się zaobserwować, musi spełniać warunki konieczne dla istnienia nas jako obserwatorów<sup>25</sup>. Trudno zaprzeczyć takiemu zdaniu, zwłaszcza gdy weźmie się pod uwagę, iż nasze położenie przestrzenne we Wszechświecie nie jest wcale dowolne, lecz wynika z warunków potrzebnych do przetrwania białkowych form życia. Większość obiektów astronomicznych ma przecież warunki wrogie organizmom żywym, dlatego nie powinno nas dziwić, że znajdujemy się na przyjaznej życiu planecie obiegającej stabilną gwiazdę.

Zgodnie z silną zasadą antropiczną Wszechświat musi być taki, aby dopuszczać powstanie w nim życia na pewnym etapie swej ewolucji<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> Por. Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 1-2.

<sup>25</sup> Por. tamże, s. 16.

<sup>26</sup> Por. tamże, s. 21.

Z takiego sformułowania wynika, że przyroda jest w jakiś sposób przymuszana do wytworzenia białkowych form życia i myślących obserwatorów. Wszechświat, którego nikt nie ogląda, jest – zgodnie z mocną zasadą antropiczną – pojęciem bezsensownym.

Powyższe wersje zasady antropicznej zostały *explicite* sformułowane przez B. Cartera<sup>27</sup>. Autor ten z pewnością nie tylko przyczynił się do powstania zasad antropicznych, co jest oczywiste, ale także miał swój wkład w upowszechnianie, zapoczątkowanego przez Dicke’a, antropicznego nurtu w dociekaniach kosmologicznych. Nurt ten zaowocował zaproponowaniem także innych, względem słabej i mocnej, wersji zasad antropicznych.

Po przyjęciu założeń H. Everetta<sup>28</sup> łatwo wyjaśnić koincydencje ukazwane przez zasadę antropiczną. Są one, w myśl kosmologii wieloświatowej, wynikiem naszej pozycji w zbiorze światów. W innych równoległych światach, gdzie występują inne stałe i obowiązują odmienne prawa fizyczne, nie mogło powstać życie (w formach jakie znamy). We Wszechświecie stanowiącym realizację wszystkich dopuszczalnych teoretycznie możliwości muszą istnieć układy takie jak nasz. Wszystko, co możliwe, uzyskuje aktualizację fizyczną i nie ma powodów, aby dalej tłumaczyć prawidłowości ukazwane przez zasadę antropiczną.

W kosmologii bazującej na pomysle Everetta można sformułować probabilistyczną zasadę antropiczną: „jeśli we Wszechświecie znajduje realizację nieskończony zbiór światów teoretycznie możliwych, wówczas przynajmniej w jednym z tych światów istniejące własności fizyczne pozwalają na powstanie białkowych form życia. Stwierdzenie występowania takich własności oznacza, iż znajdujemy się w tym właśnie wyróżnionym układzie”<sup>29</sup>.

J.D. Barrow i F.J. Tipler w swej monografii poświęconej zasadom antropicznym (*The Anthropic Cosmological Principle*) sformułowali celowościową wersję zasady antropicznej – ostateczną (*final*) zasadę antropiczną. Według niej „proces rozumowego przetwarzania informacji musi

---

<sup>27</sup> „Carter po raz pierwszy przedstawił ideę Zasady Antropicznej w 1968 r. w preprincie Uniwersytetu w Cambridge i w 1970 r. w Princeton na spotkaniu dla uczczenia Clifforda. Wykład wygłoszony w Krakowie został opublikowany pt. *Large Number Coincidences and the Anthropic Principle* [...] i jest pierwszą publikacją Cartera z zakresu problematyki antropicznej w kosmologii” (J. Turek, *Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii*, „Roczniki Filozoficzne” 54 (2006), nr 2, s. 273).

<sup>28</sup> Por. Gribbin, *W poszukiwaniu multiświata*, s. 40-53.

<sup>29</sup> J. Życiński, *Granice racjonalności. Eseje z filozofii nauki*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 1993, s. 182.

zaistnieć we Wszechświecie, a zaistniawszy nigdy nie może zagaść”<sup>30</sup>. W nieco innym brzmieniu ostateczna zasada antropiczna postuluje, że: „rozumne (*intelligent*) przetwarzanie informacji musi zaistnieć we Wszechświecie, a skoro już zaistnieje, będzie trwać wiecznie”<sup>31</sup>.

Przy założeniu, że w możliwych przyszłych historiach, którymi mogłyby podążać wielkoskalowe struktury Wszechświata, obowiązują znane zasady fizyki, Barrow i Tipler próbowali rozstrzygnąć, czy jakaś forma życia mogłaby istnieć bez ograniczeń w przyszłości. Skupili się jednak tylko na minimalnych warunkach, które są konieczne, aby funkcjonowała inteligencja. W praktyce oznacza to, według wyżej wymienionych autorów, że musi być możliwe pojawienie się przetwarzania informacji, a żeby to było możliwe, konieczna jest jakaś forma nierównowagi termodynamicznej. Barrow i Tipler uważają, że nie ma żadnej znanej przeszkody, aby jakieś urządzenia przetwarzające informacje przetwarzały ją zawsze w przyszłości. Deklarują, że nie jest to filozoficzna spekulacja, lecz własność, którą nasz Wszechświat posiada albo nie posiada<sup>32</sup>.

Jeszcze dalej w antropicznych spekulacjach dotyczących Wszechświata idzie J. Wheeler. Twierdzi on, że istnienie rozumnego obserwatora jest koniecznym warunkiem istnienia Wszechświata. Według Wheelera Wszechświat istnieje tylko wtedy, gdy jest obserwowany. Autor ten wiąże swój pomysł ze specyficzną interpretacją mechaniki kwantowej, zaproponowaną przez J. von Neumanna w 1932 r.<sup>33</sup>, oraz z ideą, zgodnie z którą obserwator nie tylko obserwuje procesy kosmiczne, ale także w nich uczestniczy. Stąd też pomysł ten zyskał sobie nazwę partycypacyjnej (uczestniczącej) zasady antropicznej. Według niej „obserwatorzy są konieczni, aby doprowadzić Wszechświat do istnienia”<sup>34</sup>.

W Wheelerowskim uczestniczącym Wszechświecie istnienie obserwatora jest przyczyną (racją) powstania Wszechświata. W myśl tej zasady człowiek przestaje być pasywnym obserwatorem zjawisk fizycznych (tak bardzo charakterystycznym dla newtonowskiej mechaniki i dla całej tradycji myślowej, która wyrosła z newtonizmu) i w skali globalnej staje się ich uczestnikiem.

<sup>30</sup> Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 23.

<sup>31</sup> Tamże.

<sup>32</sup> Por. tamże, s. 613-677.

<sup>33</sup> Por. M. Grabowski, R.S. Ingarden, *Mechanika kwantowa. Ujęcie w przestrzeni Hilberta*, Warszawa: PWN 1989, s. 156-157.

<sup>34</sup> Barrow, Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 22.

Warto jednak zauważyć, że koncepcja ta prowadzi do pewnego paradoksu. Według Wheelera człowiek dokonuje redukcji superpozycji stanów Wszechświata do jednego obserwowanego Wszechświata. Nie wiadomo jednak, kto lub co dokonało kwantowego przejścia z możliwości do naszego Wszechświata, zanim pojawił się w nim człowiek-obserwator. Czy Wszechświat wytworzył człowieka, czy człowiek skonkretyzował Wszechświat? Jest to błędne koło, z którego Wheeler nie znajduje wyjścia.

### ZASTOSOWANIE ZASAD ANTROPICZNYCH

Zasady antropicznej użyć można jako (jakościowego) testu kosmologicznego. „Fakt naszego istnienia we Wszechświecie dowodzi, że wartości fundamentalnych stałych fizyki, wartości różnych parametrów charakteryzujących Wszechświat i jego warunki początkowe musiały być takie, aby umożliwić nasze istnienie – musiały, ponieważ faktycznie istniejemy. Jest to typowy przykład rozumowania «pod prąd»: jeśli jesteśmy, to Wszechświat «na początku» musiał być taki, aby nasze zaistnienie stało się możliwe. I tym razem zamiast człowieka w rozumowaniu mogłaby wystąpić np. ameba. W takim ujęciu istnienie człowieka (lub ameby) spełnia rolę testu kosmologicznego”<sup>35</sup>.

Tak więc istnienie obserwatora na Ziemi może być interpretowane jako kolejny test kosmologiczny. W tym wypadku z faktu istnienia białkowych form życia wnioskujemy, że Wszechświat jest „delikatnie zestrojony”, tzn. parametry go określające muszą być takie, aby w trakcie swej ewolucji mógł „wyprodukować” obserwatora. Warto także zauważyć, że struktura tego testu przypomina sformułowanie słabej zasady antropicznej. Innymi słowy, słaba zasada antropiczna umożliwia falsyfikowanie takich modeli kosmologicznych, w ramach których nie będzie warunków umożliwiających powstanie białkowych form życia<sup>36</sup>.

Sformułowanie zasad antropicznych pociągnęło za sobą pojawienie się wielu ciekawych z ontologicznego i światopoglądowego punktu widzenia pytań. Są to interesujące i doniosłe pytania, które zainspirowane były tzw. kosmicznymi koincydencjami, a których zagadkowość została dostrzeżona

<sup>35</sup> M. Heller, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas 2006, s. 432-433.

<sup>36</sup> Więcej o zasadzie antropicznej jako teście modeli kosmologicznych znaleźć można w: S. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 2007, s. 162-174.

w kontekście odkryć kosmologii lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku<sup>37</sup>. W szczególności chodzi tu m.in. o takie pytania jak:

- Dlaczego Wszechświat jest taki, jaki jest?
- Dlaczego jest tak prosty i symetryczny, że udało się nam go częściowo zrozumieć?
- Dlaczego jest taki, że mogło pojawić się w nim życie?
- Dlaczego fundamentalne stałe fizyki i główne parametry kosmologiczne posiadają akurat takie wartości, jakie posiadają?
- Czy zjawiska mogłyby przebiegać inaczej i czy możliwe są inne Wszechświaty?
- Jakie jest pochodzenie praw przyrody, zwłaszcza tych warunkujących życie?
- Czy prawa te mogłyby być inne?
- Czy prawa te stanowią element immanentny naszego Wszechświata, czy też odsyłają w swoisty sposób to transcendencji?
- Dlaczego z obszernej klasy teoretycznie możliwych wszechświatów fizycznych został zrealizowany właśnie ten, który umożliwia rozwój węglowych form życia?

Prób odpowiedzi na tego typu pytania możemy szukać w procedurach wyjaśniania antropicznego<sup>38</sup>. Okazuje się, że niektóre z tych prób można usytuować w ramach nauk empirycznych (słaba zasada antropiczna), a niektóre z pewnością poza takie ramy wychodzą (mocne zasady antropiczne). Procedury wyjaśniania antropicznego zostały wprowadzone do kosmologii wszędzie tam, gdzie tradycyjne sposoby wyjaśniania nie mogły podać zadowalających tłumaczeń odkrywanych tzw. kosmicznych koincydencji.

Fakt istnienia we Wszechświecie inteligentnych istot wykorzystywany jest w wyjaśnianiu antropicznym do udzielenia odpowiedzi na wspomniane wcześniej pytania o taką a nie inną naturę Wszechświata, jego globalne

---

<sup>37</sup> „Podstawową racją, dla której, zdaniem Einsteina, filozofia pojawia się w kontekście nauki, jest fakt, że wiedza naukowa nie daje wyczerpujących i zadowalających odpowiedzi na bardzo wiele pytań nurtujących człowieka. Pytania te odnoszą się zarówno do otaczającego nas świata, jak i samej nauki, jej istoty, celów, zadań, uzyskanych osiągnięć oraz stosowanych metod. Wiedza naukowa winna zatem być uzupełniana o wiedzę filozoficzną, zwłaszcza o tę, która w sposób wyraźny lub ukryty jest sugerowana i oczekiwana przez nauki przyrodnicze” (J. T u r e k, *Albert Einstein o wzajemnych związkach nauki i filozofii*, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), nr 1, s. 299-300).

<sup>38</sup> W literaturze przedmiotu problem wyjaśniania antropicznego został już bardzo dobrze opracowany w obszernym, przeglądowym artykule: J. T u r e k, *Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii*, „Roczniki Filozoficzne” 54 (2006), nr 2, s. 267-297, z którego tezami w pełni się zgadzam. Niniejszy fragment zatem – siłą rzeczy – będzie głównie streszczeniem przywoływanego tekstu.

własności, charakter praw przyrody, ściśle określone wartości stałych fizyki i podstawowych parametrów kosmologicznych itp. Innymi słowy, w wyjaśnianiu tym fakt istnienia życia na Ziemi służyć ma jako rzeczywiste wyjaśnienie innych aspektów Wszechświata. Jedną zatem własnością Wszechświata, jaką jest fakt istnienia w nim życia, służy do wyjaśniania innych jego własności – koniecznych warunków do zaistnienia życia.

Widać zatem, że w wyjaśnianiu antropicznym:

- *explanandum* (człon wyjaśniany) stanowią globalne własności naszego Wszechświata (zdanie A),
- *explanans* (członem wyjaśniającym) jest fakt życia w znanej nam postaci węglowej, realizowanej m.in. przez posiadającego świadomość i inteligencję człowieka (zdanie B).

Warto podkreślić, że stanowiące w tym wyjaśnianiu *explanandum* zdanie B: „Wszechświat posiada wyznaczone przez kosmiczne koincydencje globalne własności” nie wynika w żaden logiczny sposób z *explanansa*, tj. ze zdania A: „We Wszechświecie istnieje oparte na węglu życie biologiczne”<sup>39</sup>. Aby jednak takie wynikanie zachodziło, potrzebne jest trzecie zdanie, które odpowiednio dookreślając te związki, czyni to wynikanie zasadnym. W wyjaśnianiu antropicznym tym zdaniem C powinno być zdanie typu: „Globalne własności Wszechświata warunkują zaistnienie w tym Wszechświecie oparte na węglu życia biologicznego”. Widać, że z koniunkcji tego zdania i *explanandum* logicznie wynika *explanans*<sup>40</sup>. Tak więc wynikanie entymematyczne stanowi logiczną podstawę wyjaśniania antropicznego, ale – co warto podkreślić – kierunek wyjaśniania antropicznego jest przeciwny do kierunku wynikania entymematycznego<sup>41</sup>. Stąd słuszne stwierdzenia, że wyjaśnianie antropiczne jest wyjaśnianiem „od tyłu”, tzn. od faktu istnienia życia we Wszechświecie do wyznaczonych kosmicznymi koincydencjami globalnych własności tego Wszechświata.

Głównym jednak problemem wyjaśniania antropicznego jest kwestia słuszności, poprawności i prawdziwości zdania dodatkowego (zdania C). Najczęściej bowiem w wyjaśnianiu tym milcząco przyjmuje się za prawdziwą całą wiedzę o procesach fizycznych uzyskanych w ziemskich labora-

<sup>39</sup> Wynikanie antropiczne niededukcyjne:  $B \rightarrow A$ .

<sup>40</sup> Wnioskowanie entymematyczne dedukcyjne (o ile zdanie C jest zdaniem prawdziwym):  $(A \wedge C) \rightarrow B$ .

<sup>41</sup> Wyjaśnianie antropiczne, którego konkluzywność zależy od prawdziwości zdania C:  $B \rightarrow (A \wedge C)$ . Warto zauważyć, że wyjaśnianie antropiczne nie jest logicznie równoważne wnioskowaniu entymematycznemu z poprzedniego przypisu.

toriach oraz założenie o tym, że wiedza ta obowiązuje we wszystkich okresach ewolucji Wszechświata i we wszystkich jego obszarach, co nie musi być założeniem prawdziwym, a jest *implicite* zawarte w zdaniu C.

Konieczność przyjmowania zdania C wskazuje na to, że głównym przejawem związków *eksplanandum* z *eksplananssem* w wyjaśnianiu antropicznym nie są związki logiczne, lecz pozalogiczne związki treściowo-rzeczowe obecne w zdaniu C. Są one wprowadzane i ustalane w ramach aktualnej wiedzy przyrodniczej, tj. w ramach znanych teorii fizykalnych, geofizycznych, chemicznych, astronomicznych, kosmologicznych i biologicznych. W ramach tych teorii dostrzeżono, że zasady determinowania struktury Wszechświata muszą być tak bardzo subtelnie zestrojone, a wzajemne odniesienia poszczególnych obszarów Wszechświata tak dopasowane do siebie, że pojawienie się inteligentnego życia byłoby niezgodne z każdym innym zestawem rzeczy i zdarzeń.

Widać zatem, że wyjaśnianie antropiczne odbiega od powszechnie przyjętego w naukach przyrodniczych wzorca wyjaśniania przyczynowego lub dedukcyjno-nomologicznego. Przede wszystkim nie jest to wyjaśnianie kauzalne, czyli wskazujące na przyczyny dostrzegalnych we Wszechświecie koincydencji. Nie jest bowiem tak, że sam fakt występowania we Wszechświecie życia stanowił jakąkolwiek przyczynę dowolnej globalnej własności tego Wszechświata. Wyjaśnianie antropiczne nie jest także wyjaśnianiem przez prawa, czyli nie odwołuje się w swoich procedurach eksplanacyjnych do ogólnych praw przyrody dających wyjaśnienie jakiegoś zdania opisującego jednostkowy fakt przez podciągnięcie tego zdania pod któreś ze znanych praw. Nie ma w nim także przechodzenia od szczegółu do ogółu, charakterystycznego w wyjaśnianiu generalizującym.

Wyjaśnianie antropiczne jest bowiem przechodzeniem od zdań jednostkowych, stwierdzających poszczególne koincydencje kosmiczne i wyznaczone przez nie własności globalne Wszechświata (A), do innego zdania jednostkowego, wskazującego na fakt istnienia życia w tym Wszechświecie jako czynnika wyjaśniającego te właśnie własności (B).

Warto podkreślić, że dopiero antropiczne spojrzenie na dzieje Wszechświata uświadomiło bardzo wyraźnie zarówno kosmologom, jak i biologom wzajemne powiązanie świata organicznego i nieorganicznego, domagając się w konsekwencji włączenia tego pierwszego w ogólny proces ewolucji Wszechświata i potraktowania ewolucji biologicznej jako integralnej części ogólnej ewolucji Wszechświata. Wyjaśnianie antropiczne zatem bardzo wyraźnie uświadamia nam, jako mocno jesteśmy osadzeni w globalnym śro-



dowisku kosmicznym. Pokazuje też, że fenomen życia, choćby miał miejsce tylko na jednej planecie, jest faktem znaczącym w skali całego Wszechświata.

Wyjaśnienia antropiczne w stylu: wartości fundamentalnych stałych fizycznych są, jakie są, ponieważ przy innych wartościach tych stałych nie moglibyśmy istnieć, należy uznać jednak za wyjaśnienia tymczasowe, zanim powstanie autentyczna teoria fizyczna, z której wynikałyby takie, a nie inne wartości stałych. Wyjaśnienia antropiczne nie są bowiem autentycznymi wyjaśnieniami fizycznymi, gdyż od tych ostatnich wymaga się, aby przynosiły informacje o strukturze świata, a nie tylko potwierdzały, że jest tak, jak jest, gdyż – z takich czy innych względów – inaczej być nie może. Ze względu jednak na tymczasowość wyjaśnień antropicznych, można zasadę antropiczną uważać za inspirującą poszukiwanie lepszych wyjaśnień poprzez proponowanie teorii fizycznych, w ramach których np. koincydencje numeryczne zostałyby wyjaśnione zgodnie ze standardami nauk ścisłych. Teorie takie jeszcze nie powstały w wersjach testowalnych empirycznie, a tym samym intrygujące poznawczo związki ukazywane przez zasady antropiczne czekają na swoje wyjaśnienie alternatywne względem wyjaśnienia antropicznego.

Inną możliwość wyjaśnienia kosmicznych koincydencji zaproponowali teiści. Od samego bowiem początku rozważań kosmologicznych (kosmologii naukowej) rozważana przez nią problematyka i uzyskane wyniki inspirowały nie tylko do podejmowania problematyki światopoglądowej, ale również do formułowania na podstawie tych osiągnięć konkretnej argumentacji teistycznej<sup>42</sup>. Najbardziej dyskutowany obecnie argument teistyczny z subtelnościami dostrojenia naszego Wszechświata do życia biologicznego usiłuje pokazać, że teistyczne wyjaśnienie subtelności kosmicznych koincydencji jest najlepszym z możliwych i w efekcie teza o istnieniu Boga jawi się jako w pełni zasadna<sup>43</sup>.

„Tok zatem rozumowania w omawianej tu argumentacji z subtelnych dostrożeń kosmicznych koincydencji ma następujący przebieg:

1. Kosmicznym koincydencjom przysługuje cecha subtelności, polegająca na bardzo małym, a wręcz zerowym prawdopodobieństwie zajścia tych koincydencji.

2. Wyjaśnienie tego faktu, tj. subtelności kosmicznych koincydencji, jest bardziej prawdopodobne w ramach hipotezy teistycznej niż naturalistycznej [...].

---

<sup>42</sup> Por. J. Turek, *Kosmologiczny kontekst formułowanych współcześnie argumentów teistycznych*, „Roczniki Filozoficzne” 54 (2008), nr 1, s. 299-303.

<sup>43</sup> Przegląd argumentów teistycznych opartych na kosmicznych koincydencjach znaleźć można także, s. 304-309.

3. Opierając się na Zasadzie Konfirmacji, należy przyjąć tezę teistyczną jako bardziej prawdopodobną od tezy naturalistycznej, czyli tezę lepiej wyjaśniającą subtelność kosmicznych koincydencji. Oznacza to, że stwierdzenie, iż Bóg rzeczywiście istnieje, posiada w pełni racjonalne i zasadne potwierdzenie<sup>44</sup>.

Aby taka argumentacja była zasadna, należałoby wykazać, że wyjaśnienie teistyczne jest bardziej prawdopodobne i lepiej uzasadnione niż wszelkie inne możliwe wyjaśnienia w tym względzie<sup>45</sup>. O ile w przypadku założenia o istnieniu tylko jednego, subtelnie dostrojonego do możliwości pojawienia się w nim życia, naszego Wszechświata próby wykazania, że wyjaśnienie teistyczne jest prostsze od innych, którymi na obecnym stanie rozwoju wiedzy kosmologicznej, fizycznej, chemicznej i biologicznej nie dysponujemy, byłoby możliwe, to w przypadku hipotezy realnie istniejących wielu światów, takie rozumowanie upada. Jeśli bowiem dysponujemy nieskończoną ilością różnych wszechświatów, to w zbiorze tym zupełnie przypadkiem może znaleźć się i taki, w którym powstanie białkowych form życia byłoby możliwe i nie ma potrzeby wyjaśniania subtelności dostrojenia naszego Wszechświata poprzez odwoływanie się do Boga Stwórcy, który właśnie tak a nie inaczej nasz Wszechświat stworzył.

Warto także odnotować, że nie tylko wyjaśnienia teistyczne, ale także silniejsze wersje zasady antropicznej, zmierzając zbyt pośpiesznie do ambitnie globalnych wyjaśnień, zrodziły reakcję niektórych środowisk naukowych<sup>46</sup>. Zamiast dyskutować ze zwolennikami zasad antropicznych i teistami, zaczęli poszukiwać alternatywnych sposobów rozwiązywania problemów, które zrodziły się przy głębszych analizach standardowego modelu kosmologicznego. Jednym ze współczesnych sposobów deprecjonowania wyjaśnień antropicznych i argumentów teistycznych z wyjaśniania kosmicznych koincydencji jest postulowanie przez niektórych kosmologów idei multiświata.

Bazę teoretyczną tej idei stanowi opracowana w latach pięćdziesiątych XX wieku – wspomniana już – interpretacja mechaniki kwantowej H. Everettta. Jedną z lepiej znanych teorii tego typu jest tzw. chaotyczna inflacja A. Lindego<sup>47</sup>. W bezpośredni sposób zaoferowała ona coś, co zastąpiło antropiczne wyjaśnienie kosmicznych koincydencji. Spośród nieskończonej ilości możliwych bąblowych wszechświatów będących częścią metawszech-

<sup>44</sup> Tamże, s. 307-308.

<sup>45</sup> Por. tamże, 308-309.

<sup>46</sup> Por. M. Heller, J. Życiński, *Dylematy ewolucji*, Tarnów: Biblos 1996, s. 209-211.

<sup>47</sup> Por. J. Such, M. Szczesniak, A. Szczuciński, *Filozofia kosmologii*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 1998, s. 140.

świata znaleźliśmy się przypadkowo we Wszechświecie odpowiednim do życia. Inne bąble mogą mieć nie tylko inne rozmiary czy szybkość inflacji, ale mogą mieć także inne wartości takich parametrów, jak siła grawitacji czy wydajność reakcji jądrowych, co byłoby następstwem sposobu interakcji pola skalarnego z cząstkami Plancka i sposobu, w jaki fundamentalne siły odłączają się jedna od drugiej. Nawet liczba fundamentalnych sił i specyfika fundamentalnych cząstek może być różna w różnych bąblach.

Model cykliczny Steinhardta-Turoka<sup>48</sup> przedstawia inną wizję Wszechświata, ale także taką, w ramach której wyjaśnianie antropiczne – jak w wizji inflacyjnej – jest zasadniczo zbędne. We Wszechświecie cyklicznym fragmenty przestrzeni spokojnie ewoluują dzięki seriom regularnie powtarzających się cykli, z których każdy zaczyna się od wielkiego wybuchu, a kończy się razem z krachem, i w których ciemna energia gra zasadniczą rolę w utrzymywaniu regularności cykli. Każdy z regionów, raz za razem, tworzy galaktyki, gwiazdy, planety oraz życie. W ramach tego modelu „Wszechświat nie jest statystycznym przypadkiem, a raczej nieuniknionym wynikiem dynamicznej ewolucji rządzonej prawami fizyki. [...] Wszechświat jest pojedynczym, spójnym bytem, który istnieje w stabilnym stanie cyklicznym o zrozumiałych własnościach będących konsekwencją podstawowych praw przyrody”<sup>49</sup>.

„Najlepszy matematyczny opis Multiświata, którym dziś dysponujemy, to krajobraz strun, który, jak wykazał Leonard Susskind, okazał się zasadniczo taki sam jak «krajobraz» wielu światów Hugh Everetta, idea wyrażona obecnie najlepiej przez Davida Deutscha. Z innej perspektywy dokonane przez Teda Harrisona wzbogacenie idei ewolucji wszechświatów Lee Smolina przez włączenie roli inteligentnych projektantów wszechświatów dopełniło ten obraz. Poza tym nie istnieje zagadka kosmicznych koincydencji. Wszechświat był rzeczywiście ustawiony tak, aby zapewnić miejsce dla życia, ale kiedy już wystartował, życie ewoluowało w procesie doboru naturalnego, bez potrzeby zewnętrznej ingerencji”<sup>50</sup>. Jeśli dysponujemy nieskończoną liczbą różnych (inflacyjnych lub cyklicznych) wszechświatów to w zbiorze tym znajdzie się i taki, w którym wyewoluowanie białkowych form życia będzie możliwe. Zgodnie z ideą multiświata nasze zaistnienie nie jest czymś wyjątkowym, co wymagałoby jakiegoś dodatkowego (antropicznego) wyjaśniania.

---

<sup>48</sup> Z modelem tym zapoznać się można dzięki obszernej monografii opublikowanej przez jego autorów: P.J. Steinhardt, N. Turok, *Nieskończony Wszechświat. Poza teorię Wielkiego Wybuchu*, Warszawa: Prószyński i Sk-a 2009.

<sup>49</sup> Tamże, s. 200.

<sup>50</sup> Gribbin, *W poszukiwaniu multiświata*, s. 240-241.

## PODSUMOWANIE

W kontekście zasad antropicznych i wyjaśniania antropicznego bazującego na nich pojawiają się trzy możliwe odpowiedzi na pytanie o ontologię i genezę takiego antropicznego Wszechświata<sup>51</sup>:

1. Być może istnieje nieskończona liczba wszechświatów albo istniejących równolegle z naszym (jak w koncepcjach chaotycznej inflacji), albo pojawiających się w jakiejś kolejności (jak w modelu cyklicznym Steinhardta-Turoka), w których stałe fizyczne przybierają różne wartości i w których być może obowiązują nawet inne prawa fizyki. Nie jesteśmy jednak w stanie ich obserwować. Możemy istnieć jedynie w tym Wszechświecie, w którym wszystkie własności fizyczne są tak dobrane, że pozwalają na powstanie białkowych form życia. Nasz Wszechświat wcale nie jest wyjątkowy, to po prostu efekt selekcji antropicznego Wszechświata spośród nieskończonej liczby wszechświatów możliwych. Takie podejście najczęściej nazywa się hipotezą multiświata (multiwszechświata).

2. Istnieje tylko jeden Wszechświat i jest nim właśnie ten, w którym żyjemy. Przez przypadek, złożyło się, że ma odpowiednie własności, aby mogło w nim powstać inteligentne życie. Gdyby ich nie miał, nie byłoby nas tutaj, aby się nad tym zastanawiać.

3. Istnieje tylko jeden Wszechświat i jest nim właśnie ten, w którym żyjemy. Jednakże precyzyjne dopasowanie wszystkich stałych fizycznych i praw fizyki, umożliwiające powstanie i trwanie białkowych form życia, nie jest wcale dziełem przypadku, lecz wynikiem działania Stwórcy.

Wyjaśnianie antropiczne bazujące na słabej zasadzie antropicznej odnosiłoby się do drugiej z wymienionych możliwości<sup>52</sup>. Mocna, finalna lub partycypacyjna zasada antropiczna mogłaby (przy – mniej lub bardziej zasadnej – teistycznej interpretacji) prowadzić do trzeciej z nich<sup>53</sup>. Trzeci obraz Wszechświata preferowałiby także zwolennicy argumentacji teistycznej opartej na kosmicznych koincydencjach<sup>54</sup>. Pierwsza natomiast możliwość implikowałaby rezygnację z omówionych rozumowań antropicznych bazujących na słabej zasadzie antropicznej (pierwsza z możliwości byłaby opisana przez probabilistyczną zasadę antropiczną).

---

<sup>51</sup> Por. F.S. Collins, *Język Boga. Kod życia – nauka potwierdza wiarę*, Warszawa: Świat Książki 2008, s. 62-67.

<sup>52</sup> Tak rozumiane wyjaśnianie antropiczne zostało szczegółowo opisane w: J. Turek, *Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii*, „Roczniki Filozoficzne” 54 (2006), nr 2, s. 267-297.

<sup>53</sup> Por. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych*, s. 176-177.

<sup>54</sup> Por. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, s. 81.

Zasady antropiczne i wyjaśnianie antropiczne bazujące na nich postulowały szukanie innych niż antropiczne wyjaśnień kosmicznych koincydencji. Pojawiły się one w ramach modeli kosmologicznych promujących ideę multiświata, a zatem tymczasowe wyjaśnianie antropiczne zaczęło tracić na znaczeniu. Przewagą wyjaśniania kosmicznych koincydencji bazującego na modelach z zakresu kosmologii kwantowej nad wyjaśnianiem antropicznym jest to, że z modeli tych można wyprowadzać testy empiryczne<sup>55</sup>, a z wyjaśniania antropicznego raczej nie. To właśnie odróżnia te dwa sposoby myślenia, dając np. modelowi cyklicznemu Steinhardta-Turoka przewagę nad wyjaśnianiem antropicznym. Dlatego właśnie idea multiświata zwyciężyła z wyjaśnianiem antropicznym, gdyż to ostatnie nie spełnia kryteriów naukowości (np. możliwości zaproponowania jakościowo nowych testów empirycznych). Model Steinhardta-Turoka spełnia kryteria poznania i wyjaśniania naukowego, łatwiej go zatem zaakceptować przez społeczność naukową. Wyjaśnianie antropiczne nie spełnia kryteriów wyjaśniania naukowego i dlatego w społeczności naukowej traci na znaczeniu.

„Zaproponowane mechanizmy powstawania różnych teoretycznie możliwych wszechświatów stały się okazją do poważnych dyskusji nie tylko nad naturą samego przedmiotu kosmologii i innymi jej kwestiami metodologicznymi, ale również nad zagadnieniami wyraźnie świątopoglądowymi, koncentrującymi się głównie wokół problematyki naturalizm-teizm”<sup>56</sup>. Każda z zasad antropicznych została użyta do uzasadniania innego Wszechświata, innego ontologicznie (jeden lub wiele wszechświatów) i genetycznie (wszechświat jako dzieło przypadku lub jako byt stworzony przez Boga). O ile w XX wieku wszystkie trzy – wyżej wzmiankowane – możliwości istniały i rozwijały się równolegle, to z początkiem XXI wieku widać wyraźną tendencję do faworyzowania pierwszej z nich. W ramach współczesnej kosmologii idea multiświata jest promowana przez najnowsze modele kosmologiczne (z zakresu kosmologii kwantowej<sup>57</sup>), a trzecia z możliwości, tzn. idea jednego Wszechświata stworzonego przez Boga jest mocno deprecjonowana np. przez, powstały na początku XXI wieku, nurt nowego ateizmu<sup>58</sup>.

<sup>55</sup> Por. Steinhardt, Turok, *Nieskończony Wszechświat*, s. 176-198.

<sup>56</sup> J. Turek, *Filozofia kosmologii – zarys problematyki*, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), nr 2, s. 294.

<sup>57</sup> Por. Steinhardt, Turok, *Nieskończony Wszechświat*; Gribbin, *W poszukiwaniu multiświata*.

<sup>58</sup> W dniach 16-17 listopada 2010 r. w Lublinie odbyła się konferencja pt. *Nauki przyrodnicze a nowy ateizm*, na której dyskutowano te zagadnienia.

Z pewnością zasady antropiczne i wyjaśnianie antropiczne odegrały ważną rolę w rozwoju kosmologii w XX wieku<sup>59</sup>, obecnie jednak ich rola w tym zakresie jest raczej marginalna. Niemniej także i dziś „uprawianie współczesnej kosmologii może stać się ważną inspiracją do edukacji filozoficznej, inspiracją tym bardziej znaczącą, że wprowadzającą w najbardziej aktualne i żywotne kwestie filozoficzne, dyskutowane w środowisku współczesnych uczonych przyrodników”<sup>60</sup>. Myślę, że – niezależnie od chwilowych rozwiązań i stawianych tymczasowo tez – cały czas taką dyskutowaną kwestią będzie miejsce człowieka we Wszechświecie.

#### LITERATURA CYTOWANA I WYKORZYSTANA

- Barrow J.D., Tipler F.J.: *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford–New York: Clarendon Press 1996.
- Carter B.: *Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology*, [w:] M.S. Longair (red.), *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*, Dordrecht–Boston: Reidel Publishing Company 1974.
- Collins F.S.: *Język Boga. Kod życia – nauka potwierdza wiarę*, Warszawa: Świat Książki 2008.
- Collins C.B., Hawking S.W.: *Why Is the Universe Isotropic?*, „*Astrophysical Journal*” 1973, nr 180, s. 317.
- Davies P.C.W.: *Zasada antropiczna*, „*Postępy Fizyki*” 37 (1986), z. 3, s. 213-259.
- Dicke R.H.: *Gravitation and the Universe*, [w:] *The Jayne Lectures for 1969*, American Philosophical Society, 1969, s. 62.
- Dicke R.W., James P., Peebles E.: *The Big Bang Cosmology – Enigmas and nostrums*, [w:] S.W. Hawking, W. Israel (red.), *General Relativity: An Einstein Centenary Survey*, Cambridge: Cambridge University Press 1979.
- Eddington A.S.: *Czy wszechświat się rozszerza?*, wstęp M. Demiański, tł. A. Włodarczyk, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 2006.
- Gabińska T.: *Od nauki do metafizyki*, Warszawa–Wrocław: Wydawnictwo Naukowe PWN 1998.
- Grabowski M., Ingarden R.S.: *Mechanika kwantowa. Ujęcie w przestrzeni Hilberta*, Warszawa: PWN 1989.
- Gribbin J.: *W poszukiwaniu Multiświata*, Warszawa: Prószyński Media Sp. z o.o. 2010.
- Heller M., Życiński J.: *Dylematy ewolucji*, Tarnów: Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej Biblos 1996.
- Heller M.: *Filozofia i wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas 2006.

<sup>59</sup> Rola zasad antropicznych w rozwoju kosmologii została przeze mnie szczegółowo przedyskutowana w monografii *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii*. Struktura i zawartość tej pracy zawdzięcza wiele konsultacjom jej autora z ks. prof. Józefem Turkiem. Bez jego cennych uwag książka ta z pewnością byłaby znacznie uboższa.

<sup>60</sup> Turek, *Filozofia kosmologii – zarys problematyki*, s. 301.

- Kosmiczna przygoda Człowieka Mąrego, Kraków: Wydawnictwo Znak 1994.
- Osobliwy Wszechświat, Warszawa: PWN 1991.
- Leciejewski S.: Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 2007.
- Mascal E.: Christian theology and natural science, London: Longmans, Green & Co. 1956.
- Misner Ch.W.: The Mixmaster Universe, „Physical Review Letters” 1969, nr 22, s. 1071.
- Narlikar J.: Struktura Wszechświata, Warszawa: PWN 1985.
- Sierotowicz T.M.: Między ewolucyjnym a stacjonarnym obrazem Wszechświata. Refleksje z pogranicza historii i filozofii nauki, Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego w Krakowie 1989.
- Mikrofalowe promieniowanie tła jako *experimentum crucis* w kosmologii?, Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego w Krakowie 1993.
- Singh S.: Wielki Wybuch. Narodziny Wszechświata, Warszawa: Wydawnictwo Albatros 2007.
- Steinhardt P.J., Turok N.: Nieskończony Wszechświat. Poza teorię Wielkiego Wybuchu, Prószyński i Sk-a, Warszawa 2009.
- Such J., Szcześniak M., Szczuciński A.: Filozofia kosmologii, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 1998.
- Turek J.: Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii, Lublin: Wydawnictwo KUL 1995.
- Geneza idei Wszechświata dynamicznego, „Roczniki Filozoficzne” 50 (2002), z. 3, s. 135-142.
- Albert Einstein o wzajemnych związkach nauki i filozofii, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), nr 1, s. 263-308.
- Filozofia kosmologii – zarys problematyki, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), nr 2, s. 269-308.
- Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii, „Roczniki Filozoficzne” 54 (2006), nr 2, s. 267-297.
- Kosmologiczny kontekst sformułowanych współcześnie argumentów teistycznych, „Roczniki Filozoficzne” 56 (2008), nr 1, s. 295-313.
- Filozoficzne interpretacje faktów naukowych, Lublin: Wydawnictwo KUL 2009.
- Whitrow G.: The Structure and Evolution of the Universe, New York: Harper and Brothers Publishers 1959.
- Zabierowski M.: Wszechświat i człowiek, Wrocław: Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 1993.
- Życiński J.: Granice racjonalności. Eseje z filozofii nauki, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 1993.

ANTHROPISM IN COSMOLOGY  
(FROM LARGE NUMBERS TO THE MULTIVERSE CONCEPT)

Summary

The origin of anthropic trend in cosmology is connected to the, so called, large number coincidence, which was observed by Eddington. Dicke, Hoyle and Whitrow developed the anthropic notion of the universe, which made Carter formulate the anthropic principles. These principles may be used as qualitative cosmological tests. In the anthropic thought there were also found procedures of anthropic explanation, used, e.g., by theists and criticized by the followers of the multiverse concept.

This article will be devoted to the history of anthropic thinking in cosmology, from large numbers to the concept of multiverse, stressing prof. Józef Turek's contribution to the development of this matter.

*Summarised by Sławomir Leciejewski*

**Słowa kluczowe:** wyjaśnienie antropiczne w kosmologii, zasada antropiczna, multiświat, koincydencje wielkich liczb.

**Key words:** the anthropic explanation in cosmology, the anthropic principle, the multiverse, large number coincidences.

**Information about Author:** SŁAWOMIR LECIEJEWSKI, Ph.D. – Department of Logic and Methodology of Science, Institute of Philosophy, The Adam Mickiewicz University in Poznań; address for correspondence: ul. Szamarzewskiego 89c, PL 60-569 Poznań; e-mail: slaaw@amu.edu.pl