

## ROZDZIAŁ ÓSMY

### LIKWIDACJA LUK: RUNDA DRUGA

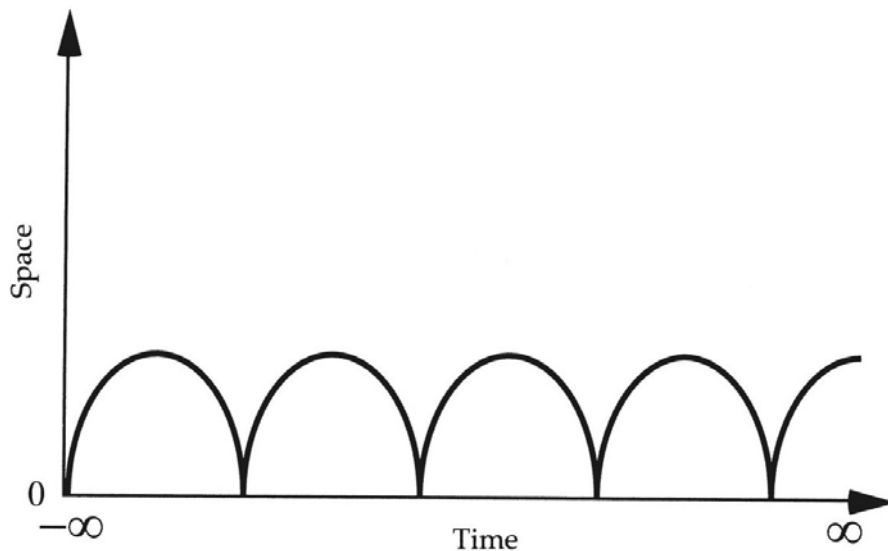
Badania, które zniszczyły modele wszechświata stanu stałego, jednocześnie przyczyniły się do zbudowania teorii Wielkiego Wybuchu z jego implikacjami dotyczącymi początku i Tego, Który Był na Początku. Kosmologowie, którzy nadal oponowali przeciwko temu zwrotowi w badaniach, wskrzesili model wszechświata zaproponowany tysiące lat temu przez hinduskich nauczycieli, a później przez rzymskich filozofów – wszechświat reinkarnujący się albo oscylujący. Atrakcyjność tego modelu polega na tym, że wydaje się on dopuszczać stosunkowo niedawny początek (na przykład w czasie Hubble'a), zachowując jednocześnie możliwość nieskończonego lub prawie nieskończonego czasu.

#### Odbijający się wszechświat

Znane prawo grawitacji mówi, że ciała obdarzone masą przyciągają się. Wiemy również, że wzajemne przyciąganie się takich ciał we wszechświecie hamuje rozszerzanie się wszechświata. Jak być może pamiętamy z wcześniejszego omówienia masy krytycznej, ekspansja wszechświata mogłaby zostać zatrzymana przez grawitację, gdyby wszechświat zawierał wystarczająco dużo masy. Ale to nie wszystko, co może zrobić grawitacja. Może też po zatrzymaniu ekspansji odwrócić ją i zmniejszyć wszechświat z powrotem do niewielkiej objętości.

Tu właśnie model wszechświata oscylującego wykorzystuje wyobraźnię. Sugeruje on, że wszechświat zamiast zapadać się z powrotem do „osobliwości” (nieskończenie małej przestrzeni stanowiącej granicę, na której albo przestrzeń przestaje istnieć, albo od której przestrzeń zaczyna istnieć), taki zapadający się wszechświat w jakiś sposób odbija się i rozpoczyna nowy cykl ekspansji. Zwolennicy tego modelu twierdzą, że istnieje jakiś nieznan mecha-

nizm odbicia (patrz rysunek 8.1).



**Rysunek 8.1:** Model Wszechświata oscylujący w nieskończoność

Według fizyka z Princeton, Roberta Dicke’ego, nieskończona liczba cykli rozszerzania się i kurczenia wszechświata „uwolniłaby nas od konieczności zrozumienia, skąd się wzięła materia w jakiejś odległej chwili w przeszłości”.<sup>1</sup> Stworzenie stałoby się więc nieistotne, a nasze istnienie można by przypisać któremuś szczęśliwemu odbiciu. Ostatecznie przecież – jak się argumentuje – jeśli weźmiemy pod uwagę nieskończoną liczbę odbić kosmosu, to z pewnością w którymś odbiciu można stworzyć wszystkie warunki niezbędne do przekształcenia się cząstek i atomów w istoty ludzkie w ściśle naturalnych procesach.

W modelu wszechświata oscylującego sugerowanym przez takich fizyków, jak Robert Dicke i John Gribbin, wszechświat nieskończenie długo prze-

<sup>1</sup> Robert H. Dicke *et al.*, „Cosmic Black-Body Radiation”, *Astrophysical Journal Letters* 1965, vol. 42, s. 415.

chodzi kolejne fazy rozszerzania się i kurczenia. Grawitacja zatrzymuje ekspansję i generuje kolejną fazę kurczenia się. Jakiś nieznanymi mechanizm fizyczny w jakiś sposób odbija wszechświat z okresu kurczenia się do okresu ekspansji i przypuszcza się, że charakterystyka faz kurczenia się i rozszerzania nie zmienia się znacząco w czasie.

W 1965 roku, kiedy model oscylującego Wszechświata po raz pierwszy pojawił się jako poważna teoria,<sup>2</sup> wielu astronomów podjęło rozmaite wysiłki, aby znaleźć masę wystarczającą do zatrzymania i odwrócenia ekspansji Wszechświata. Jak zauważyłem w rozdziale 5 (patrz tam podrozdziały „Pomiary materii egzotycznej” i „Masa neutrin”), wszystkie dowody, zarówno obserwacyjne, jak i teoretyczne, wskazują na coś przeciwnego. Nawet wzięwszy pod uwagę egzotyczną materię, całkowita masa wszechświata jest wyraźnie mniejsza od takiej, która wymusiłaby ostateczne jego zapadnięcie się. Najnowsze pomiary wskazują, że kosmiczna gęstość masy wynosi  $0,3 \pm 0,1$  potrzebnej do odwrócenia kosmicznej ekspansji.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> J.w., s. 414–415.

<sup>3</sup> Perlmutter *et al.*, s. 565–586; Aaron D. Lewis, E. Ellingson, Simon L. Morris, and R. G. Carlberg, s. 587–608; Joseph J. Mohr, Benjamin Mathiesen, and August Evrard, s. 627–649; N.A. Bahcall *et al.*, s. 1–9; Kentaro Nagamine, Renyue Cen, and Jeremiah P. Ostriker, s. 25–36; David H. Weinberg *et al.*, s. 563–568; Nevalainen, M. Markevitch, and W. Forman, s. 1–9; J.S. Alcaniz and J.A.S. Lima, s. L87–L90; Megan Donahue and G. Mark Voit, s. L37–L40; Asantha R. Cooray, „An Upper Limit on  $\Omega_m$  Using Lensed Arcs”, *Astrophysical Journal* 1999, vol. 524, s. 504–509; Masashi Chiba and Yuzuru Yoshii, „New Limits on a Cosmological Constant from Statistics of Gravitational Lensing”, *Astrophysical Journal* 1999, vol. 510, s. 42–53; Stephano Borgani, Piero Rosati, Paolo Tozzi, and Colin Norman, „Cosmological Constraints from the ROSAT Deep Cluster Survey”, *Astrophysical Journal* 1999, vol. 517, s. 40–53; Neta A. Bahcall and Xiaohui Fan, „The Most Distant Clusters: Determining  $\Omega_m$  and  $\sigma_8$ ”, *Astrophysical Journal* 1998, vol. 504, s. 1–6; James Robinson and Joseph Silk, „Star Formation As a Cosmological Probe”, *Astrophysical Journal* 2000, vol. 539, s. 89–97; Esther M. Hu, Richard G. McMahon, and Lennox L. Cowie, „An Extremely Luminous Galaxy at  $z = 5.74$ ”, *Astrophysical Journal Letters* 1999, vol. 522, s. L9–L12; B.F. Roukema and G.A. Mamon, „Tangential Large Scale Structure as a Standard Ruler: Curvature Parameters from Quasars”, *Astronomy and Astrophysics* 2000, vol. 358, s. 395–408; B. Novosyadlyj *et al.*, „Cosmological Parameters from Large Scale Structure Observations”, *Astronomy and Astrophysics* 2000, vol. 356, s. 418–434; P. Valageas, „Weak Gravitational Lensing Effects on the Determination of  $\Omega_m$  and  $\Omega_\Lambda$  from Snela”, *Astronomy and Astrophysics* 2000, vol. 354, s. 767–786; J.F. Macias-Perez *et al.*, „Gravitational Lensing Statistics with Extragalactic Surveys”, *Astronomy and Astrophysics* 2000, vol. 353, s. 419–426; Karl Glazebrook, „The 2dFGRS – Galaxy Properties and Evolution”, *American Astronomical Society Meeting* 06 May, 2000, vol. 196, #56; R. Bennett, „Survey Confirms Composition of the Cos-

---

**Problem z odbiciem**

Ale brak masy to nie jedyna trudność. Nawet gdyby wszechświat zawierał wystarczającą masę, aby odwrócić swoją ekspansję, i nawet gdyby odkryto lub opracowano teoretycznie jakiś mechanizm odbicia, to liczba odbić czyli oscylacji byłaby ograniczona z powodu wzrostu entropii (degradacji energii).

Druga zasada termodynamiki mówi nam, że entropia wszechświata rośnie z czasem. Wzrost entropii oznacza spadek energii, dzięki której możliwe jest wykonanie pracy mechanicznej, takiej jak odbijanie. Tak więc przy każdym odbiciu będzie coraz mniej energii mechanicznej potrzebnej do odbicia.

Spadek energii mechanicznej przy kolejnym odbiciu ma dwie konsekwencje. Po pierwsze, oznacza to, że z każdym odbiciem wszechświat rozszerza się coraz dalej, zanim zacznie się zapadać. Wyobraźmy sobie ruch piłeczki przymocowanej gumką do drewnianej paletki.

Kiedy gumka jest nowa, jej elastyczność jest największa i silnie ciągnie piłeczkę z powrotem. Ale po kilkakrotnym rozciągnięciu trochę się rozgrzewa i traci nieco przyczepności do piłeczki, w rezultacie piłeczka łatwiej oddala się od paletki. Ten sam efekt dla kosmosu przedstawiono na rysunku 8.2.

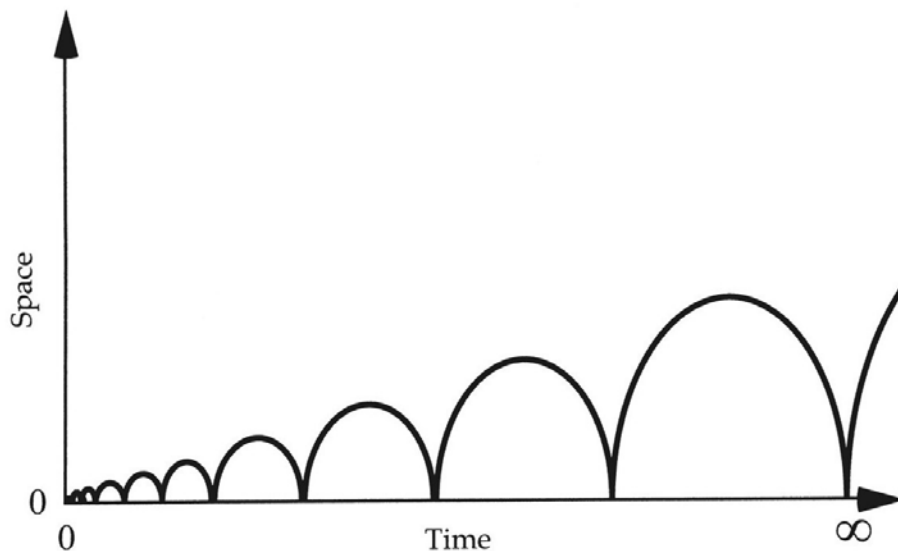
Nawet gdyby wszechświat mógł oscylować, nie mógłby oscylować nieskończenie długo. Prawa termodynamiki wymuszają zwiększanie maksymalnej średnicy wszechświata z każdym kolejnym cyklem. Dlatego można oczekiwać, że taki wszechświat ma przed sobą nieskończenie wielką przyszłość, ale za sobą tylko skończenie długą przeszłość. Moment stworzenia można cofnąć co najwyżej do około biliona lat temu.

Zauważmy, że na wykresie w miarę upływu czasu rozmiary każdego cyklu stają się coraz większe. Patrząc wstecz w czasie stają się one coraz mniejsze, aż do punktu początkowego w niezbyt odległej przeszłości. Z punktu wi-

---

mos”, *Science News* 2000, vol. 157, s. 374; R. Juszkiewicz *et al.*, „Evidence for a Low-Density Universe from the Relative Velocities of Galaxies”, *Science* 2000, vol. 287, s. 109–112; F.R. Pearce *et al.*, „A Simulation of Galaxy Formation and Clustering”, *Astrophysical Journal Letters* 1999, vol. 521, s. L99–L102; Wesley N. Colley *et al.*, „Topology from the Simulated Sloan Digital Sky Survey”, *Astrophysical Journal* 2000, vol. 529, s. 795–810.

dzenia fizyki wszechświat nie mógł odbić się dotąd więcej niż kilkanaście razy – nie ma to nic wspólnego z nieskończonością.



**Rysunek 8.2:** Dyssypacja termodynamiczna w oscylującym wszechświecie

### **Czy wszechświat kiedykolwiek zacznie się zapadać?**

Dyskusja na temat zalet modelu wszechświata oscylującego staje się czysto akademicka, jeśli wszechświatowi brakuje masy, aby zatrzymać jego ekspansję i wymusić późniejsze zapadanie się.

Z każdym rokiem ostatniego dziesięciolecia obserwacyjne fakty świadczące, że wszechświat będzie się rozszerzał w nieskończoność, stawały się coraz silniejsze, podczas gdy obserwacje wskazujące na istnienie wszechświata, który po pewnym czasie się zapada, stawały się coraz słabsze. Najnowsze pomiary pokazują ponad wszelką wątpliwość, że masa wszechświata nie wystarcza do zatrzymania kosmicznej ekspansji.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Patrz poprzedni przypis.

Kolejnymi dowodami przeciwko zapadnięciu się wszechświata w przyszłości są odkrycia, że struktura kosmiczna ma stałą właściwość samorozciągania się oraz że ma płaską geometrię przestrzeni. Fakty te dowodzą, że wszechświat będzie się rozszerzał w nieskończoność. Co więcej, wszechświat będzie się rozszerzał w coraz szybszym tempie. Więcej informacji na ten temat znajduje się na początku rozdziału 5.

Druga konsekwencja wzrostu entropii polega na jej wpływie na energię odbicia. Przy każdym odbiciu zmniejsza się nie tylko energia mechaniczna potrzebna do zapadania się, ale także energia potrzebna do odbicia. Jeśli gumowa piłka zostanie upuszczona z wysokości ok. 1 metra nad drewnianą podłogą, to odbije się, ale nie wzniesie się na taką samą wysokość, na jakiej była. Część energii piłki zostanie wypromieniowana przez tarcie w postaci ciepła, gdy piłka zetknie się z podłogą. W rzeczywistości za każdym razem, gdy piłka uderza w podłogę, coraz więcej energii mechanicznej przekształca się w ciepło i w końcu piłka przestaje się odbijać.

Piłka o dużej sprawności mechanicznej, na przykład piłka do siatkówki napompowana do wysokiego ciśnienia, może odbić się kilkanaście razy, zanim zatrzyma się na podłodze. Piłka o niskiej sprawności mechanicznej, na przykład bardzo miękka piłka z gumy piankowej, może odbić się tylko dwa razy, zanim się zatrzyma.

Ale wszechświat ma znacznie mniejszą sprawność mechaniczną niż piłka z piankowej gumy. W latach 1983 i 1984 amerykańscy astrofizycy Marc Sher i Alan Guth oraz Sidney Bludman wykazali, że nawet gdyby wszechświat zawierał wystarczającą masę, aby zatrzymać obecną ekspansję, to jego zapadanie zakończyłoby się głuchym odgłosem, a nie odbiciem.<sup>5</sup> Pod względem energii mechanicznej wszechświat bardziej przypomina mokrą bryłę gliny niż napompowaną piłkę do siatkówki (patrz tabela 8.1). Sher i Guth ufnie zatytułowali swój artykuł „The Impossibility of a Bouncing Universe” („O niemożliwości

---

<sup>5</sup> Alan H. Guth and Marc Sher, „The Impossibility of a Bouncing Universe”, *Nature* 1983, vol. 302, s. 505–507; Sidney A. Bludman, „Thermodynamics and the End of a Closed Universe”, *Nature* 1984, vol. 308, s. 319–322.

wszechświata oscylującego”).

Układ albo silnik	Sprawność mechaniczna
silnik Diesla	40%
silnik benzynowy	25%
silnik parowy	12%
układ poruszany siłą ludzkich mięśni	1%
wszechświat	0,000 000 01%

**Tabela 8.1:** Sprawności mechaniczne niektórych powszechnie spotykanych układów

Jeśli wszechświat oscyluje, oznacza to, że zachowuje się jak silnik lub układ zaprojektowany do wykonywania pracy. Zdolność układu lub silnika do wykonywania pracy czy do oscylacji zależy od jego sprawności mechanicznej. Wszechświat jest dosłownie najgorszym silnikiem, jaki można napotkać. Jego sprawność mechaniczna jest tak niska, że oscylacja jest niemożliwa.

### Spekulacje na temat grawitacji kwantowej

Nie tylko Sher, Guth i Bludman wykazali, że wszechświat nie może się cyklicznie odbijać. Dwaj rosyjscy fizycy, Igor Nowikow i Jakub Zeldowicz, opracowali dowód oparty na geometrii zapadających się struktur.<sup>6</sup> Jednak żaden z tych pięciu badaczy nie zajmował się teoretycznymi możliwościami oscylacji w epoce grawitacji kwantowej prawdopodobnie dlatego, że tak mało jeszcze wiadomo na temat tej epoki (zobacz podrozdział „Era kwantowej grawitacji” w dalszej części tego rozdziału). Wydawało się, że zwolennicy takiego rozwiązania mają mikroskopijną szansę osiągnięcia sukcesu na tej drodze.

<sup>6</sup> Igor D. Novikov and Yakob B. Zel'dovich, „Physical Processes Near Cosmological Singularities”, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 1973, vol. 11, s. 387–412.

---

Arnold Sikkema i Werner Israel podjęli to ryzyko formułując przypuszczenia na temat dziwnych skutków łączenia się czarnych dziur w tym ułamku sekundy, w którym cała materia i energia wszechświata nadal zawierałyby się w bardzo małej objętości.<sup>7</sup> Uczciwie przyznali, że nie istnieje jeszcze spójna teoria grawitacji kwantowej. Należy również zauważyć, że teoria oscylacji, jaką zaproponowali, pozwala najwyżej na bardzo ograniczoną liczbę odbić. Nie pozwala uciec od wniosku o początku wszechświata w niezbyt odległej przeszłości.

Ta mikroskopijna szansa, którą Sikkema i Izrael chcieli wykorzystać, została niedawno unicestwiona przez rosyjskiego fizyka André Lindego. Na sympozjum poświęconym wielkoskalowej strukturze wszechświata Linde wykazał, że wszechświat z obserwowanymi przez nas cechami nie mógł powstać w wyniku odbicia w erze grawitacji kwantowej.

Istnieją tu dwie kwestie do rozważenia:

1. Podczas fazy zapadania się, którego skutkiem byłoby hipotetyczne odbicie, co najmniej jeden region lub fragment wszechświata (technicznie nazywany „domeną”) całkowicie oparłby się zgnieceniu do tak małej objętości, jaka jest niezbędna do pojawienia się egzotycznych efektów grawitacji kwantowej.<sup>8</sup>
2. Odbicie, gdyby rzeczywiście zachodziło, nie wytworzyłoby wystarczającej ilości materii.<sup>9</sup>

Pozwolę sobie to wyjaśnić. Wszechświat przed hipotetycznym odbiciem zaczyna się od ogromnej krzywizny przestrzeni i niewielkiej lub żadnej ilości materii. Ale w miarę rozszerzania się wszechświata przestrzeń jest rozciągana, zmniejszając swoją krzywiznę. Ta utrata krzywizny przekształca się w materię, a podczas tego procesu generowana jest ogromna ilość entropii. Ze

---

<sup>7</sup> Arnold E. Sikkema and Werner Israel, „Black-hole Mergers and Mass Inflation in a Bouncing Universe”, *Nature* 1991, vol. 349, s. 45–47.

<sup>8</sup> André Linde, „Self-Reproducing Universe”, wykład wygłoszony na Centennial Symposium on Large Scale Structure, California Institute of Technology, Pasadena, CA, 27 września 1991 r.

<sup>9</sup> Linde, „Self-Reproducing Universe...”.



względu na ogromną wytworzoną entropię proces ten jest nieodwracalny. Materii nie można przekształcić z powrotem w potrzebną krzywiznę przestrzeni. Tak więc wszechświat, w którym żyjemy, nie może być produktem oscylacji, nawet jeśli w erze grawitacji kwantowej odbicia mogłyby zachodzić.

### **Era kwantowej grawitacji**

Fizycy opracowują teorie, które mają sobie radzić z warunkami, w jakich istniał wszechświat, gdy nie liczył sobie nawet  $10^{-43}$  sekundy (mniej niż jedna biliardowa-kwadrylionowa-biliardowa sekundy). W  $10^{-43}$  sekundy siła grawitacji we wszechświecie staje się porównywalna z silnym oddziaływaniem jądrowym. Ta ostatnia utrzymuje razem protony i neutrony w jądrze atomu. Przy takiej wielkości grawitacja prawdopodobnie może być modyfikowana przez efekty mechaniki kwantowej. Dlatego ten wczesny etap wszechświata nazywany jest erą grawitacji kwantowej.

Ponieważ gęstości energii w erze kwantowej grawitacji wykraczają daleko poza możliwości nawet najpotężniejszych akceleratorów cząstek, wielu teoretyków przyjmowało, że mogą dowolnie spekulować na temat warunków fizycznych lub przyjmować obowiązywanie dowolnych praw fizycznych. Ponieważ jednak taka fizyka znajduje się, oczywiście, poza „możliwością weryfikacji obserwacyjnej”, z definicji wypadłaby z dziedziny nauki do królestwa metafizyki.

Niemniej jednak mimo że energie, z jakimi mamy do czynienia, dalece wykraczają poza aktualną fizykę eksperymentalną, istnieje potężna obserwacyjna kontrola – wszechświat, w którym żyjemy. Jeśli kwantowa teoria grawitacji nie jest w stanie wyjaśnić, w jaki sposób rzeczywisty wszechświat rozwinął się z początkowego stanu kwantowego, to musi być błędna.

Niedawno pewne rozwiązanie teorii strun wykazało, że obecne prawa fizyki ujęte w dziesięciu wymiarach czasoprzestrzennych, z których sześć przestało się rozszerzać, gdy wszechświat miał zaledwie  $10^{-43}$  sekundy, obowiązują wstecz aż do samego początku wszechświata. Rozwiązanie to z powodzeniem przewiduje działanie zarówno szczególnej, jak i ogólnej teorii względności oraz zawiera szereg potwierdzonych empirycznie przewidywań dotyczących warunków panujących we wszechświecie. Krótki opis tego rozwiązania i jego konsek-

wencje znajdują się w kolejnym rozdziale. Szczegółowy opis można znaleźć w mojej książce **Beyond the Cosmos**.<sup>10</sup>

### Spekulacje na temat pola skalarnego

Ostatnio w literaturze naukowej pojawiło się wiele teoretycznych prób uniknięcia osobliwości na początku istnienia Kosmosu.<sup>11</sup> Wszystkie one są odmianami tego samego tematu – proponują wprowadzenie jakiejś nieznaney, nieodkrytej dotąd fizyki, aby zmienić znaną fizykę, przy pomocy której świat mierzymy i rozumiemy. Mówiąc konkretnie, spekulacje te polegają na tym, że jakiś rodzaj nieznanego pola skalarnego (patrz w ramce „Co to jest pole skalarne?”) działa jako trzeci czynnik oprócz grawitacji i rozszerzania się kosmicznej struktury wszechświata. Autorzy tych koncepcji przypuszczają, że ten trzeci czynnik wystarczająco dominuje w krytycznych epokach historii wszechświata, by przekształcić kosmos z systemu, ujawniającego pojedynczy transcendentny początek, w taki system, który ma wiele nietranscendentnych początków.

#### Co to jest pole skalarne?

W kosmologii pole skalarne wyraża siłę lub energię w równaniach ogólnej teorii względności wpływającą na dynamikę wszechświata. Może być stałe lub może być funkcją położenia w przestrzeni lub w czasie. W związku z tym może albo zwiększyć, albo zmniejszyć efekty dynamiczne wynikające z samej grawitacji. Takie poprawki grawitacji mogą być prostymi lub złożonymi funkcjami przestrzeni i czasu.

<sup>10</sup> Hugh Ross, **Beyond the Cosmos**, 2nd ed., NavPress, Colorado Springs, CO 1999, s. 27–46.

<sup>11</sup> Jaume Garriga and Alexander Vilenkin, „Recycling Universe”, *Physical Review D* 1998, vol. 57, s. 2230–2244; E. Rebhan, „«Soft Bang» Instead of «Big Bang»: Model of an Inflationary Universe without Singularities and with Eternal Physical Past Time”, *Astronomy and Astrophysics* 2000, vol. 353, s. 1–9; J.M. Overduin, „Nonsingular Models with a Variable Cosmological Term”, *Astrophysical Journal Letters* 1999, vol. 517, s. L1–L4; Mark Sincell, „Heretical Idea Faces Its Sternest Test”, *Science* 2000, vol. 287, vol. 572–573.

W standardowym modelu Wielkiego Wybuchu nie ma pól skalarnych. Tylko grawitacja określa przeszłą, teraźniejszą i przyszłą dynamikę wszechświata. Jednak nowe obserwacje wyraźnie pokazują, że tak prosta interpretacja wszechświata jest błędna. Wynika z tego, że model Wielkiego Wybuchu powinien być bardziej złożony.

Pola skalarne wspierane przez te nowe obserwacje nie stanowią zagrożenia dla wniosków o starannie zaprojektowanym początku w postaci osobliwości i o równie starannie zaprojektowanej ekspansji kosmicznej, jaka miała miejsce po tym początku. W rzeczywistości, jak wyjaśniłem to w rozdziale 5 do rys 5.3 włącznie, znacznie wzbogacają one dane empiryczne świadczące o projekcie.

Przejsie od pojedynczego transcendentnego początku do wielu nie-transcendentnych początków prowadzi do wniosku, że kosmiczne ograniczenia, wskazujące na PRZYCZYNE wszechświata nie do odróżnienia od Boga Biblii, mogą być na tyle rozluźnione, aby umożliwić alternatywne wyjaśnienia. Zamiast zajmować się oceną każdej takiej teoretycznej próby, wybiorę tutaj jedną, która charakteryzuje całą grupę.

### **Model Fakira „bez początku”**

W numerze *Astrophysical Journal* z sierpnia 2000 roku Redouane Fakir, kosmolog z University of British Columbia w Kanadzie, opublikował artykuł zatytułowany „Kosmologia ogólnej teorii względności bez początku czasu”.<sup>12</sup> Autor przyznaje w nim, że wybrał ten tytuł ze względu na jego szokujący wydźwięk, ponieważ astrofizycy od prawie dwóch dekad są przekonani, że każdy model kosmologiczny oparty na ogólnej teorii względności musi postulować początek w postaci osobliwości (czyli moment, w którym energia we wszechświecie i wszystkie wymiary czasoprzestrzenne, które można powiązać z tą materią i energią, miały wspólny początek).

---

<sup>12</sup> Redouane Fakir, „General Relativistic Cosmology with No Beginning of Time”, *Astrophysical Journal* 2000, vol. 537, s. 533–536.

Najpierw Fakir sprawdza, jak z twierdzenia o osobliwości<sup>13</sup> (patrz ramkę „I co z tego?” w rozdziale 9) wynika konieczność istnienia transcendentnej PRZYCZYNY dla całego wszechświata. Przedstawia, w jaki sposób te twierdzenia dowodzą kosmicznego początku w postaci stanu osobliwego zarówno we wszechświecie rządzonym przez klasyczną ogólną teorię względności, jak i w modelach inflacyjnych (modelach, w których, gdy wszechświat jest jeszcze bardzo młody, młodszy niż  $10^{-32}$  sekundy, zachodzi błyskawiczne rozszerzenie się wszechświata z prędkością wielokrotnie większą od prędkości światła). Pokazuje również, w jaki sposób zwykle alternatywy dla ogólnej teorii względności, a mianowicie skalarno-tensorowe teorie grawitacji (patrz wcześniej ramkę „Co to jest pole skalarne?”), albo dawały niestabilne rozwiązania, albo wymagały zachodzenia warunków, którym zaprzeczają dobrze ugruntowane obserwacje.

Fakir stwierdza mimo tego w streszczeniu swojego artykułu, że otrzymał model kosmiczny, który jest „w naturalny sposób wolny od osobliwości, chociaż wykorzystuje tylko klasyczną ogólną teorię względności”.<sup>14</sup> Uważna lektura jego pracy ujawnia jednak, że model Fakira nie jest modelem bez początku. W rzeczywistości jest to model o wielu początkach. W szczególności próbuje on ożywić model oscylującego wszechświata z lat 70. XX wieku z jego nieskończoną liczbą cykli kosmicznej ekspansji i kurczenia się, rozciągających się w nieskończoną przeszłość oraz nieskończoną przyszłość.

Fakir otrzymuje kosmiczne oscylacje wprowadzając do swojego modelu zmienne w czasie pole skalarne uzupełniające wpływ na dynamikę kosmosu

---

<sup>13</sup> Stephen Hawking and Roger Penrose, „The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology”, *Proceedings of the Royal Society of London, Series A*, 1970, vol. 314, s. 529–548; Stephen W. Hawking and George F. R. Ellis, **The Large Scale Structure of Space-Time**, Cambridge University Press, Cambridge, UK 1970; Jacob D. Bekenstein, „Nonsingular General-Relativistic Cosmologies”, *Physical Review D*, 1975, vol. 11, s. 2072–2075; Leonard Parker and Yi Wang, „Avoidance of Singularities in Relativity through Two-Body Interactions”, *Physical Review D* 1990, vol. 42, s. 1877–1883; Arvind Borde, „Open and Closed Universes, Initial Singularities, and Inflation”, *Physical Review D* 1994, vol. 50, s. 3692–3702; Arvind Borde and Alexander Vilenkin, „Eternal Inflation and the Initial Singularity”, *Physical Review Letters* 1994, vol. 72, s. 3305–3308; Arvind Borde and Alexander Vilenkin, „Violation of the Weak Energy Condition in Inflating Spacetimes”, *Physical Review D* 1997, vol. 56, s. 717–723.

<sup>14</sup> Fakir, „General Relativistic Cosmology...”, s. 533.

ze strony ogólnej teorii względności i właściwości samorozszerzania się kosmicznej struktury. (A zatem nie jest to model oparty tylko na ogólnej teorii względności). Proponowane przez niego natężenie pola skalarnego wzrastałoby od wartości bliskiej zeru do maksimum w kosmicznym momencie odbicia, a następnie ponownie spadałoby do wartości bliskiej zeru.

Z grubsza wizualny obraz modelu Fakira przedstawiałby wszechświat, który zawiera wystarczająco dużą masę, aby grawitacyjnie zahamować ekspansję kosmosu, i to tak, by wzrost wszechświata został nie tylko zatrzymany, ale i w końcu odwrócony. Podczas fazy kurczenia się Wszechświata pole skalarne stopniowo rosłoby, aż stałoby się wystarczająco silne, by odwrócić efekt kolapsu grawitacyjnego.

Fakir przyznaje, że w jego modelu ponowne zapadanie się kosmosu następuje zbyt szybko, aby mogły się uformować gwiazdy, chyba że wprowadzi się sporo subtelnych dostrojonych kilku kosmicznych parametrów.<sup>15</sup> Z filozoficznego punktu widzenia to dodatkowe dostrojenie ma autodestrukcyjny charakter. Jakikolwiek zmniejszenie roli Boga uzyskane przez majstrowanie z początkiem wszechświata jest nieuchronnie skompensowane większą rolą Boga w projektowaniu wszechświata tak, aby możliwe stało się życie fizyczne.

Z modelem Fakira wiążą się znacznie poważniejsze trudności. Jego model unika osobliwości na początku wszechświata tylko wtedy, jeśli wszechświat jest dynamicznie zamknięty, to znaczy, jeśli zmierza w końcu do zapadnięcia się. Jednak, co opisano w rozdziale 5 (patrz tam podrozdział „Odkrycie” do rys. 5.2), mapy wahań temperatury w kosmicznym promieniowaniu tła, opublikowane w 2000 roku, w połączeniu z pomiarami odległych supernowych typu Ia, opublikowanymi w 1999 roku, przedstawiają niezaprzeczalne dane empiryczne mówiące o tym, że kosmiczna ekspansja przeszła od stopniowego zwalniania do wykładniczo rosnącego przyspieszenia. Innymi słowy, wszechświat będzie się rozszerzał w nieskończoność w coraz szybszym tempie. Nowe pomiary ogłoszone później dodatkowo zwiększają wagę tych danych.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Fakir, „General Relativistic Cosmology...”, s. 536.

<sup>16</sup> A. Melchiorri *et al.*, „A Measurement of  $\Omega$  from the North American Test Flight of Boomerang”, *Astrophysical Journal Letters* 2000, vol. 536, s. L63–L66.

Jak już wspomniano, kolejną poważną trudnością jest to, że stan termodynamiczny naszego wszechświata lub jakiegokolwiek innego wszechświata zdolnego do podtrzymania życia fizycznego nie zezwala na kosmiczne odbicie czy to w przeszłości, czy w przyszłości. Kosmiczna entropia niezbędna do powstania życia fizycznego (w szczególności do powstania oraz trwania gwiazd i planet nadających się do istnienia życia na ich powierzchni) nie zezwala na odwrócenie procesu, jaki zaszedł, gdy Wszechświat był ekstremalnie młody (gdy liczył sobie mniej niż  $10^{-34}$  sekundy), kiedy to w wyniku uwolnienia krzywizny przestrzeni powstawała energia cieplna i materia. (Oznacza to, że ta energia cieplna i materia nie mogą zostać przekształcone z powrotem w krzywiznę przestrzeni.) Kilka innych powodów, dla których kosmiczne odbicie jest niemożliwe, zostało opisanych w jednej z moich wcześniej opublikowanych książek.<sup>17</sup>

### Alternatywne pola skalarne?

Nie jest niczym nowym propozycja wprowadzenia pewnego rodzaju pola skalarnego, by zmodyfikować lub zastąpić teologiczne implikacje ogólnej teorii względności i koncepcji Wielkiego Wybuchu. Jak zauważyłem w rozdziale 6, sam Einstein wysunął taką propozycję w 1917 roku.<sup>18</sup> Podobnie zrobił brytyjski matematyk Sir Arthur Eddington w 1930 roku.<sup>19</sup> W 1961 roku Carl Brans i Robert Dicke stwierdzili, że silne pole skalarne (a konkretnie to, że siła grawitacji zmienia się znacznie w czasie) zmieniłoby wniosek o początku wynikający z ogólnej teorii względności bez dodatków.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> Hugh Ross, *The Fingerprint of God*, 2nd ed., Promise Publishing, Orange, CA 1991, s. 98–105.

<sup>18</sup> Albert Einstein, „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* Feb. 8, 1917, s. 142–152 (ang. tłumaczenie znajduje się w: H.A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski, and H. Weyl, *The Principle of Relativity*, z uwagami A. Sommerfelda i w tłumaczeniu W. Perretta i G.B. Jeffreya, Methuen and Co., London, UK 1923, s. 175–188).

<sup>19</sup> Arthur S. Eddington, „On the Instability of Einstein’s Spherical World”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 1930, vol 90, s. 668–678; Ross, *The Fingerprint of God...*, s. 64–67.

<sup>20</sup> C. Brans and R.H. Dicke, „Mach’s Principle and a Relativistic Theory of Gravita-

Ograniczenia obserwacyjne ustalone przez astronomów obaliły te i inne podobne propozycje. Oprócz opisanych już w tej książce ograniczeń obserwacyjnych, także prawie kulisty kształt Słońca, testy ogólnej teorii względności dotyczące gwiazd neutronowych, pomiary gęstości masy Kosmosu, gęstości energii przestrzeni kosmicznej oraz gęstości barionowej (protonów i neutronów) kosmosu tworzą ściśle granice stopnia, do jakiego jakiegokolwiek rodzaju pola skalarnego może modyfikować wniosek o początku wszechświata implikowany przez ogólną teorię względności i teorię Wielkiego Wybuchu.

Nawet wykształcony czytelnik może nie zwrócić uwagi na wprowadzenie pól skalarnych do modeli kosmicznych. Na przykład w rzeczywistości modelami pola skalarnego są sugestie, że pewne stałe fizyczne, takie jak stała struktury subtelnej, prędkość światła oraz stałe siły elektromagnetycznej i grawitacyjnej, przybierały nieco inne wartości, gdy Wszechświat był znacznie młodszy. Podobnie kosmiczna kwintesencja omówiona w rozdziale 5 (patrz podrozdział „Stawianie czoła nowemu wyzwaniu”) jest odwołaniem się do kosmicznego pola skalarnego.

Nowe pomiary odległych galaktyk, wyniki badań aktywności sejsmicznej na Słońcu i fizycznych eksperymentów laboratoryjnych nakładają znacznie ostrzejsze ograniczenia na takie propozycje. Na przykład wyniki Global Oscillation Network Group (GONG) i Birmingham Solar Oscillation Network (BiSON) pokazują obecnie, że stała grawitacji  $G$  zmienia się nie więcej niż o jedną bilionową rocznie.<sup>21</sup> Również wiedza o ruchach galaktyk o małej masie poważnie ogranicza rozmiar wszelkich możliwych modyfikacji lokalnej grawitacji w stosunku do grawitacji globalnej.<sup>22</sup> Wysokiej rozdzielczości widma kwazarów wyznaczają zmienność stosunku masy protonu do elektronu na mniej niż jedną stubilionową rocznie.<sup>23</sup> Stałą elektromagnetyczną struktury subtelnej

---

tion”, *Physical Review* 1961, vol. 124, s. 925–935.

<sup>21</sup> D.B. Guenther, „Testing the Constancy of the Gravitational Constant Using Helioseismology”, *Astrophysical Journal* 1998, vol. 498, s. 871–876.

<sup>22</sup> Mark Sincell, „Heretical Idea Faces Its Sternest Test”, *Science* 2000, vol. 287, s. 572–573.

<sup>23</sup> Alexander Y. Potekhin *et al.*, „Testing Cosmological Variability of the Proton-To-Electron Mass Ratio Using the Spectrum of PKS 0528-250”, *Astrophysical Journal* 1998, vol. 505, s. 523–528.

można wyrazić jako funkcję prędkości światła albo wartości ładunku elektronu. Eksperymenty laboratoryjne i pomiary historii tempa formowania się gwiazd w odległych galaktykach wykazały, że jej wartość odchyła się nie więcej niż o jedną stutysięczną od współcześnie wyznaczonej wartości w tej epoce Wszechświata, kiedy po raz pierwszy powstały galaktyki (czyli około 13,5 do 14,0 miliardów lat temu).<sup>24</sup> W porównaniu ze szczytowym okresem formowania się gwiazd w galaktykach (około 7 do 10 miliardów lat temu), elektromagnetyczna stała struktury subtelnej może różnić się od współczesnej wartości o nie więcej niż jedną milionową.<sup>25</sup> W ciągu ostatnich siedmiu miliardów lat zasadniczo jej wartość nie mogła ulec zmianie. Chociaż przeciętny czytelnik może nie pojąć dokładnej natury i siły tych dowodów, może on jednak zauważyć, że ich lista jest obszerna.

Te niedawno ustalone limity są wystarczająco mocne, aby wyeliminować wnioskowanie na podstawie hipotetycznej zmienności stałej grawitacji, stosunku masy protonu do elektronu, prędkości światła lub wartości ładunku elektronu, że w mierzalnym czasie istnienia Kosmosu jego początek w postaci osobliwości nie miał miejsca. Prawdą jest jednak, że takie dowody nie nakładają żadnych ograniczeń na to, co mogło się wydarzyć przed kosmicznie mierzalnym czasem, to znaczy zanim Wszechświat osiągnął wiek  $10^{-19}$  sekundy (czyli jedną dziesięciomilionową bilionowej części sekundy). W rozdziałach 12 i 15 omówię spekulacje na temat alternatywnej fizyki, która miałyby obowiązywać podczas tej pierwszej niezwykle drobnej chwili.

W pewnej pracy przedłożonej właśnie do publikacji dwóch kosmologów z Tufts University wykazało, że „nie-minimalnie sprzężone” pola skalarne pozwalają w długich okresach czasu łamać drugą zasadę termodynamiki (prawa rosnącej entropii lub rosnącego nieuporządkowania), podczas gdy „minimalnie sprzężone” pola skalarne na to nie pozwalają.<sup>26</sup> Ponieważ możliwe naruszenie drugiej zasady termodynamiki naraziłoby znaczną część, jeśli nie więk-

---

<sup>24</sup> Mario Livio and Massimo Stiavelli, „Does the Fine-Structure Constant Really Vary in Time?” *Astrophysical Journal Letters* 1998, vol. 507, s. L13–L15.

<sup>25</sup> Mario Livio and Massimo Stiavelli, „Does the Fine-Structure Constant...”, s. L14.

<sup>26</sup> L.H. Ford and Thomas A. Roman, „Classical Scalar Fields and Violations of the Second Law”, gr-qc/0009076, Sept. 21, 2000, preprint.



---

szość, fizyki cząstek elementarnych, fizyki czarnych dziur i mechaniki kwantowej na niebezpieczeństwo, proponowanie nie-minimalnie sprzężonych pól skalarnych dla naszego wszechświata należy uznać za nierozsądne. Bez wchodzenia w szczegóły techniczne różnic między minimalnie sprzężonymi i nie-minimalnie sprzężonymi polami skalarnymi, należy zauważyć, że tylko odwoływanie się do niektórych rodzajów nie-minimalnie sprzężonych pól skalarnych pozwala usunąć wniosek o początku Kosmosu w postaci osobliwości. Innymi słowy, żadne rozsądne czy możliwe w świetle obserwacji kosmiczne pole skalarnie nie podważa twierdzeń o osobliwości. W związku z tym należy sądzić, że wszechświat musiał być stworzony przez jakiś BYT wykraczający poza materię, energię i wszystkie wymiary czasoprzestrzenne związane z materią i energią.

### **Związek z reinkarnacją**

Większość religii Wschodu, zarówno starożytnych jak i współczesnych (w tym między innymi hinduizm, buddyzm i większość filozofii typu New Age) jest mocno związana z doktryną kosmicznej reinkarnacji, oscylującego wszechświata. Popularność tych poglądów zwiększyła się na Zachodzie wraz z popularnością modelu oscylującego wszechświata.

Obserwowałem to zjawisko podczas studiów na Uniwersytecie w Toronto. Kiedy kilku moich rówieśników przyjęło tę czy inną spośród wielu modnych sekt hinduistycznych lub buddyjskich, pytałem ich, dlaczego to zrobili. Wówczas przytaczali oni fragmenty swoich pism świętych dotyczące niekończących się cykli narodzin, wzrostu, upadku, śmierci i odrodzenia kosmosu oraz nas samych jako stanowiących jedność z Kosmosem – a to była „rzeczywistość” opisana przez model oscylującego wszechświata.

Twierdzili oni, że tym, co umocniło ich zaangażowanie, była zdumiewająca dokładność pism hinduskich w przewidywaniu okresu oscylacji, czasu między kolejnymi odrodzeniami się wszechświata. Pisma te mówią o 4,32 miliarda lat.<sup>27</sup> Astrofizycy w tamtym czasie (były to lata 70.) uznawali, że okres

---

<sup>27</sup> Charles W. Misner, Kip S. Thorne, and John Archibald Wheeler, **Gravitation**, W. H. Freeman, San Francisco, CA 1973, s. 752.

ten trwa od 20 do 30 miliardów lat – o ile model oscylującego Wszechświata okaże się poprawny.

Moi przyjaciele rozumowali, że skoro starożytni Hindusi byli tak blisko właściwej odpowiedzi, hinduizm musi być czymś więcej niż religią stworzoną przez człowieka. Musi pochodzić z jakiegoś nadludzkiego źródła. Ta odrobina racjonalnego wsparcia, połączona z zachwytem wobec wszystkiego, co nie jest związane z Zachodem i jego tradycją, oraz połączona z niechęcią do moralnych wartości chrześcijaństwa, wystarczyła, by stali się wyznawcami jednego z wyznań hinduizmu.

Ale to racjonalne wsparcie obecnie już nie istnieje. Rzeczywistość nie ma nic wspólnego z nieskończonymi cyklami kosmicznej reinkarnacji. Światopogląd leżący u podstaw hinduizmu i jego wielu pochodnych okazał się fałszywy.