

STANISŁAW BUTRYN
IFiS PAN

O NIEKTÓRYCH IMPLIKACJACH FILOZOFICZNYCH IDEI KOSMOLOGICZNEJ OSOBLIWO CI POCZ TKOWEJ

W całokształcie poglądów głoszonych przez współczesną kosmologię relatywistyczną pozycję szczególnie zajmuje teza, że w odległej przeszłości (według współczesnych ocen około 15-20 miliardów lat temu) w historii wszechświata zaistniała taka sytuacja, kiedy to jego promień był równy zeru, a gęstość materii, jej ciśnienie i temperatura miały wartość nieskończoną. Stan taki nosi nazwę stanu osobliwego lub po prostu osobliwości. Ponieważ tak rozumianą osobliwość uznano za stan początkowy, od którego rozpoczęła się ewolucja (rozszerzanie się) wszechświata, z tego też względu nazwano ją kosmologiczną osobliwością początkową.

Osobowość taka występuje przede wszystkim w modelu kosmologicznym powstałym jako rezultat określonych rozważań (tzw. rozważań Robertsona-Walkera) einsteinowskich równań pola. Ponieważ model ten stosunkowo dobrze zgadza się z obserwacyjnym modelem (obrazem) wszechświata, dlatego też bywa często nazywany modelem standardowym. Opisując osobliwość początkową w takim modelu, M. Heller wskazuje, iż charakteryzuje się ona tym, „... że w miarę cofania się czasu do chwili początkowej, $t \rightarrow t_{pocz}$, gęstość materii ρ i prędkość ekspansji R rosną nieograniczenie”¹.

Idea kosmologicznej osobliwości początkowej narodziła się z chwilą stworzenia przez Einsteina ogólnej teorii względności, a więc w roku 1917, ponieważ jest ona jedną z matematycznych konsekwencji równań tej teorii. Jak wskazują W. Kopycki i A. Trautman, „... dla każdego fizycznie sensownego równania stanu $p = p(\rho)$, teoria Einsteina przewiduje, że izotropowe modele kosmologiczne powinny być osobliwe przynajmniej w przeszłości”². Ale idea ta pojawiła się w kosmologii relatywistycznej po raz pierwszy w rozważaniach A. A. Friedmana, który skonstruował dwie klasy relatywistycznych modeli wszechświata zmieniających się w czasie. Pierwsza klasa modeli to modele wszechświata aperiodycznego, czyli hiperbolicznego, druga zaś — to modele wszechświata periodycznego, czyli pulsującego (oscylującego). Obydwie klasy modeli są osobliwe. W obydwu wszechświatach przebiega proces ewolucji przez takie stadium, w którym przybiera „rozmiary” punktu, białego, według innego wyrażenia Friedmana — staje się „nicością”, z której

¹ M. Heller *Teoretyczne podstawy kosmologii*. Warszawa 1988, s. 124.

² W. Kopycki, A. Trautman: *Czasoprzestrzeń i grawitacja*. Warszawa 1981, s. 191.

wyłania się nowa faza jego ewolucji. Przy czym w modelach hiperbolicznych występuje tylko osobliwość początkowa, natomiast w oscylacyjnych oprócz początkowej pojawia się również osobliwość końcowa jako ostatnia faza określonego cyklu i zarazem pierwsza faza cyklu następnego.

Modele Friedmana były czysto teoretycznymi konstrukcjami matematycznymi. Z tego też względu idea osobliwości, jako istotny element tych konstrukcji, była początkowo traktowana jako twór matematyczny, nie rosząc sobie pretensji do tego, by być odzwierciedleniem stanu fizycznego, w jakim faktycznie kiedyś znajdował się wszechświat. Status tej idei uległ jednak niebawem zmianie. Bo oto w roku 1924 E. Hubble odkrył zjawisko rozszerzania się wszechświata i natychmiast powstały przesłanki wysuwania zasadnych przypuszczeń, że osobliwość — to stan fizyczny, który faktycznie mógł mieć miejsce w procesie ewolucji wszechświata. Skoro bowiem wszechświat się rozszerza — czego wyrazem jest wzajemne oddalanie się galaktyk — to istnieje podstawa do wysunięcia hipotezy, że w przeszłości galaktyki znajdowały się bliżej siebie. Ich odległość wzajemnie w dowolnej chwili t w przeszłości były tym mniejsze, im wikszy był interwał czasowy dzielący owe chwile od współczesności. Możemy zatem przypuszczać, że cofając się w przeszłość będziemy mieli do czynienia z coraz bardziej skoncentrowanymi (spacjalnymi) stanami wszechświata, a wreszcie osiągniemy moment, w którym cała materia stanowiła jedną nierozdzieloną masę o ogromnej gęstości i temperaturze.

Z rozwoju teoretycznych wynikało, że jeżeli wszechświat w istocie był kiedyś tak gęsty i gorący, to pewne konsekwencje fizyczne tej jego fazy rozwojowej powinny być obserwowalne również obecnie. Okazuje się bowiem, że już na bardzo wczesnym etapie rozszerzania się wszechświata gorącego pewna ilość neutronów oraz fotonów przestaje oddziaływać z innymi postaciami materii. Te fotony i neutrony powinny do dziś występować we wszechświecie jako promieniowanie o określonych własnościach. Owo hipotetyczne promieniowanie, stanowiące pozostałość po gorącym wielkim wybuchu, nazwano promieniowaniem reliktowym.

W roku 1965 A. A. Penzias i R. W. Wilson odkryli to promieniowanie. Jest to ciepłe promieniowanie ciała doskonale czarnego o temperaturze ok. 3°K . Jego własności są zgodne z przewidywaniami wynikającymi z modelu wszechświata gorącego. Promieniowanie to nie jest związane z konkretnymi ciałami niebieskimi czy cząstkami materii, lecz w postaci kwantów wypełnia wszechświat.

Odkrycie promieniowania relikowego — to poważny argument empiryczny na rzecz tezy o istnieniu w historii wszechświata bardzo gęstej i bardzo gorącej fazy kondensacji pierwotnej (być może osobliwości). Aktualnie trwają poszukiwania metod technicznych, które umożliwiłyby wykrycie innej jeszcze pozostałości po gorącym wielkim wybuchu, której istnienie przewiduje teoria, a mianowicie, neutronowego promieniowania tła o temperaturze ok. 2°K .

Osobliwość i problem początku wszechświata

Jak wiemy, w modelach Friedmana wszechświat w stanie osobliwym ma rozmiar punktu. Ale jak wskazywałem, modele te były traktowane przez autora jako konstrukcje czysto matematyczne. Jednak w chwili odkrycia dokonanej przez

Hubble'a zaczął to posługiwać się nimi jako schematami ewolucji rzeczywistego wszechświata fizycznego, pojawiło się bardzo istotne pytanie: w jakim stosunku pozostaje idea punktowej postaci wszechświata w stanie osobliwym do fizycznego stanu maksymalnej koncentracji materii, który by może stanowił początkowe stadium obecnej fazy ewolucji wszechświata.

Jednym z pierwszych uczonych, którzy zabierali głos w tej sprawie, był Einstein. „Przy dużych gęstościach pola i materii — pisał on — równania pola, a nawet wchodzące w nie zmienne tracą wszelki sens. Nie możemy więc przyjmować, że równania pola są słuszne przy bardzo dużych gęstościach pola i materii, a więc również nie możemy twierdzić, że początek rozszerzania się wszechświata oznacza osobliwość w sensie matematycznym”³. Słowa te wiadczyły w sposób jednoznaczny, że Einstein był przeciwnikiem dosłownej interpretacji kosmologicznej osobliwości początkowej jako punktu matematycznego, a więc stanu, w którym wszechświat faktycznie nie miał żadnych rozmiarów. Jego sprzeciw wobec takiej interpretacji był sprzeciwem fizyka. Einstein uważał, że nie możemy tak olbrzymiej ilości materii, jak obserwujemy we wszechświecie, do postaci punktu jest rzecz fizycznie niemożliwa. Osobliwość kosmologiczną traktował jako stan wszechświata, którego rzeczywistej natury fizycznej nie znamy, bo nie daje się on opisać za pomocą konstruowanego obrazu wszechświata aktualnej teorii fizycznej, to znaczy ogólnej teorii względności.

Jak wiadomo, fakt, że konsekwencją równań pola ogólnej teorii względności jest osobliwość kosmologiczna, stanowił dla Einsteina wystarczającą podstawę do uznania, że równania te są niestosowne do opisu zachowania się materii w warunkach ekstremalnych, w bardzo silnych polach grawitacyjnych, wymagających więc modyfikacji. Ale nie wszyscy kosmologowie podzielali takie stanowisko. Innego zdania był np. jeden z najwybitniejszych badaczy zagadnienia osobliwości — S. W. Hawking. „Wypowiadano poglądy — pisał on — że osobliwość jest tak niepojęta, że skoro równania Einsteina przewidują ich wystąpienie, to stanowi to wystarczający powód do modyfikacji tych równań. Jednakże prawdziwy sens teorii fizycznej nie polega na badaniu, czy przewidywane przez nią wyniki są atrakcyjne estetycznie, lecz na tym, czy są zgodne z obserwacjami. Do tej pory za nie dokonano takich obserwacji, które pokazywałyby, że osobliwość nie ma”⁴.

Czy pogląd ten jest słuszny? Zanim spróbuję odpowiedzieć na to pytanie, wyjaśnię krótko dlaczego Hawking wspomina o „atrakcyjnych estetycznie” wynikach teorii naukowej. Otóż polemizuje on w ten sposób ze stanowiskiem Einsteina, który uważał, że osobliwość kosmologiczna jest nie tylko istotnym merytorycznym trudnościami ogólnej teorii względności, ale ponadto narusza jej estetykę. Hawking wskazuje, że walory estetyczne teorii nie powinny być brane pod uwagę przy jej weryfikacji. W tej kwestii może się z nim zgodzić. Nie wydaje się natomiast słuszne przekonanie Hawkinga, że ponieważ, jak dotychczas, nie przeprowadzono obserwacji wykazujących brak osobliwości, zatem nie możemy na wykluczyć możliwości ich istnienia. Przeciwnie ma sensu przeprowadzać obserwacji, których celem byłoby wykazanie, że osobliwość nie istnieje. Należy przeprowadzać obserwacje w celu

³ A. Einstein: *Istota teorii względności*. Warszawa 1962, s. 147.

⁴ S. W. Hawking: *The Occurrence of Singularities in Cosmology*, Proceedings of the Royal Society of London” 1966, Series A, vol. 294, nr 1439, s. 521.

ujawnienia samych osobliwo ci lub ich empirycznych konsekwencji. Je eli wyniki tych obserwacji b d negatywne, b dzie to stanowi podstaw do uznania pogl du o istnieniu osobliwo ci za nie udokumentowany empirycznie.

Oczywi cie, negatywny wynik tych obserwacji nie wyklucza, bo nie mo e wykluczy , istnienia osobliwo ci. Na pierwszy rzut oka mogłoby si wi c wydawa , e Hawking ma racj . Niemniej jednak, je li we mie si pod uwag cały kontekst jego pogl du, to łatwo zauwa y , e pogl d ten nie jest słuszny, gdy sugeruje niewła ciwy metodologicznie sposób post powania (podejmowanie prób przeprowadzania obserwacji pokazuj cych, e osobliwo ci nie ma), a poza tym wydaje si , e w fakcie, i adne obserwacje nie wykluczyły istnienia osobliwo ci, Hawking jest skłonny upatrywa argument na rzecz ich istnienia. Krótko mówi c, Hawking najpierw stawia przed obserwacjami niewykonalne zadanie, a nast pnie niewykonalno t traktuje jako czynnik wskazuj cy na niemo liwo istnienia osobliwo ci i kwestionuj cy potrzeb modyfikacji równa Einsteina. Tymczasem sam twierdzi zarazem, e prawdziwy test teorii fizycznej polega na badaniu, czy jej przewidywania s zgodne z obserwacjami. Je li zatem chciałby by konsekwentny, to powinien wskazywa na potrzeb przeprowadzenia obserwacji ukierunkowanych na ujawnianie osobliwo ci, a w przypadku negatywnego wyniku tych obserwacji — na konieczno modyfikacji równa Einsteina.

Rzecz bardzo istotn w przedstawionym wy ej stanowisku Hawkinga było to, e osobliwo ci na gruncie teorii fizycznych uwa ał on za co zupełnie normalnego, nie budz cego niepokoju i nie wskazuj cego na potrzeb ich modyfikacji. Mo na powiedzie , e Hawking traktował osobliwo ci jako „pełnoprawne” elementy teoretycznych modeli zjawisk i obiektów fizycznych.

Na pocztku lat siedemdziesi tych Hawking zmienił swoje stanowisko. W jego gło nej, napisanej wspólnie z G. F. Ellisem, ksi ce *The Large Scale Structure of Space-Time* czytamy: „... mo na wysun nast puj c rosz dn zasad : je li teoria przewiduje osobliwo ci, to wiadczy to o załamaniu si tej teorii, o tym, e nie daje ona ju prawidłowego opisu obserwacji”⁵. Na pytanie, kiedy załamuje si ogólna teoria wzgl dno ci autorzy odpowiadaj , e mo na spodziewa si , i nast puje to w ka dym przypadku, gdy wa ne staj si efekty kwantowe, to znaczy wówczas, gdy promie krzywizny przestrzeni jest mniejszy ni 10^{33} cm, a g sto materii przewy sza 10^{24} g/cm³.

Interpretacji osobliwo ci kosmologicznej jako punktu sprzeciwia si równie wybitny współczesny matematyk i kosmolog angielski R. Penrose. Wskazuje on, e je li potraktujemy kosmologiczn osobliwo pocztkow jako punkt, to nie b dzie my w stanie dokona poprawnego fizycznie opisu procesu przej cia wszech wiata od stanu osobliwego do nast pnych stadiów ewolucji. „Je li wyobrazimy sobie — pisze Penrose — osobliwo pocztkow w postaci jednego, jedyne go punktu, wówczas zetkniemy si z nienaturaln sytuacj : w nast pnym momencie czasu z tego punktu osobliwego powstanie niesko czona ilo obszarów nie powi zanych przyczynowo, poniewa istniej horyzonty cz stek”⁶.

⁵ S. W. Hawking, G. F. Ellis: *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge 1973, s. 362-363.

⁶ R. Penrose: *Singularities in Cosmology*. W: *Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*. Dordrecht-Holland, Boston-USA 1974, s. 264.

Najważniejszą implikacją ontologiczną hipotezy o istnieniu w historii wszechświata stanu osobliwego jest niewątpliwie pogląd, że obecna postać wszechświata nie jest wieczna, a wszechświat musiał mieć początek, a być może materia, z której jest on zbudowany, została stworzona w momencie owego początku. Tego rodzaju wnioski implikuje zwłaszcza dosłowna interpretacja osobliwości jako stanu fizycznego charakteryzującego się nieskończoną gęstością materii i koncentracją całej masy wszechświata w jednym punkcie. Opierając się na takiej interpretacji liczni filozofowie i przyrodnicy utrzymują, że w stanie osobliwym, który był zarazem momentem początku wszechświata, została stworzona cała nieistniejąca wcześniej materia, z której jest on zbudowany. Spowodowało to kosmiczną eksplozję i zapoczątkowało rozszerzanie się wszechświata. Początek wszechświata rozumiany jako moment, w którym nie istniejący dotychczas wszechświat pojawił się nagle w sferze bytu jako rezultat aktu twórczego — określa się mianem początku absolutnego.

Idea absolutnego początku wszechświata ugruntowana na hipotezie osobliwości i kosmologicznej i zjawisku ucieczki galaktyk, jako pierwszy wysunęli przyrodnicy. Znalazła ona swój szczególnie dobitny wyraz w pracach znanego astrofizyka i matematyka angielskiego J. Jeansa. Jego zdaniem, „... materia, z której zbudowany jest wszechświat obecny, nie mogła istnieć zawsze; być może nawet wolno ustalić górny granic jej wieku — na jakie 200 bilionów lat. I jakkolwiek by ustalilibyśmy ten granic, następnym krokiem w przeszłość jeszcze dalszą stawia nas w obliczu określonego zdarzenia, szeregu zdarzeń albo tego głębszego procesu — stwarzania materii. W nieznanym jakiego sposobu materia, nie istniejąca przedtem, pojawiła się w wiecie bytu”⁷.

Idea kreacji wszechświata głosił także kosmolog angielski E. A. Milne, który podkreślał ponadto, że początek wszechświata (moment stworzenia go przez Boga) jest wydarzeniem absolutnie niedostępnym dla umysłu ludzkiego. „Nie możemy — pisał on — formułować żadnych twierdzeń dotyczących spraw w $t = 0$; w swoim akcie stworzenia Bóg nie posiadał obserwatora ani wiadka (...). Nie możemy sobie wyobrazić o rzeczywistym wydarzeniu zachodzącym w $t = 0$. Co się tyczy pytania, dlaczego wydarzenie to miało miejsce, możemy tylko powiedzieć, że gdyby nie miało ono miejsca, nie byłoby nas i naszej dyskusji”⁸. Według Milne’a, Bóg stworzywszy świat nie pozostawił go własnym losom. Obdarzył go jedynie częściową autonomią w postaci praw rządzących przyrodą nieorganiczną. Je li natomiast chodzi o sferę organiczną, to Bóg kontynuuje tu stwarzanie, kierując jej ewolucję.

Wśród zwolenników stworzenia świata *ex nihilo* oraz tezy o możliwości udowodnienia istnienia Boga za pomocą faktów ustalonych przez nauki przyrodnicze, szczególne uznanie zdobyły prace angielskiego matematyka i filozofa chrześcijańskiego E. Whittakera. Opierając się na teorii rozszerzającego się wszechświata doszedł on do wniosku, że około 10^9 lub 10^{10} lat temu miał miejsce początek obecnego porządku kosmicznego, czyli stworzenie wszechświata. W pierwszych momentach po stworzeniu wszechświat miał formę całkowicie odmienną od czegokolwiek, co znamy dzisiaj. Natomiast sam akt stworzenia, jako zdarzenie wyjątkowe, jest cał-

⁷ J. Jeans: *Wszech świat*. Warszawa 1932, s. 283.

⁸ R. A. Milne: *Modern Cosmology and Christian Idea of God*. Oxford 1952, s. 58.

kowicie poza zakresem mo liwo ci poznawczych nauk przyrodniczych⁹. Nauki te nie mog powiedzie niczego o jego charakterze, niemniej jednak sam pocz tek wszech wiata w czasie jest, według Whittakera, faktem naukowo oczywistym

Do pogl dów tych nawi zał papie Pius XII w wykładzie wygłoszonym w listopadzie 1951 roku na posiedzeniu Papieskiej Akademii Nauk. Papie nazwał Whittakera „pierwszorz dnym współczesnym uczonym” i przytoczył długi urywek w jego ksi ki *Space and Spirit*, wskazuj c, e szereg ró norodnych faktów ujawnionych przez fizyków i astronomów (ucieczka galaktyk, radioaktywna zawarto skorupy ziemskiej, radioaktywno meteorytów etc.), wiadczy o tym, e kilka miliardów lat temu materia znajdowała si w stanie tak niezwykłym, e fizyka i astronomia dochodz zgodnie do wniosku, i wszech wiat jest wynikiem aktu stworzenia i wła nie wówczas wyszedł z r ki stwórcy¹⁰.

Ostro niejsze stanowisko zajmował teolog A. Romana. Uwa ał on, e astrofizyka ujawnia wiele faktów, które nie stanowi wprawdzie ostatecznego dowodu, i wszech wiat został stworzony, niemniej jednak nie mo na ich wyja ni inaczej, jak tylko przyjmuj c, e wszech wiat miał pocz tek spowodowany działaniem przyczyny, która jest czym zewn trznym wobec wszech wiata¹¹.

Tak e współcze nie nie brak przyrodników i filozofów uto samiaj cych kosmologiczn osobliwo pocz tkow z kreacj wszech wiata. I tak np. niemiecki astrofizyk H. Sautter stara si wykaza , e istnienie osobliwo ci kosmologicznej wiadczy o tym, e był taki czas, kiedy to nie było ani materii, ani te praw przyrody. Zostały one powołane do istnienia drog aktu stwórczego, ale samo wejzenie w ów akt jest nam zabronione¹². Filozof chrze cija ski J. J. Knappik stwierdza, e odkrycie promieniowania relikowego wiadczy o fizycznym pocz tku wszech wiata, a eksplozja pierwotna to nic innego, jak moment stworzenia wszech wiata przez moc bosk¹³.

Mo na powiedzie , e stanowisko takie zajmuje przede wszystkim pewna grupa filozofów chrze cija skich i zwi zanych z religi przyrodników. Odmienne stanowisko zajmuje natomiast inna grupa filozofów chrze cija skich—zwolenników tzw. teizmu klasycznego. Filozofowie ci uwa aj , e nie ma bezpo redniego przej cia pomi dzy wynikami nauk przyrodniczych a zagadnieniami teologicznymi. Głosz niezale no prawd teologii od prawd nauki. Uwa aj , e tezy o stworzeniu wszechwiata nie mo na udowodni za pomoc adnych argumentów z dziedziny nauk przyrodniczych. O tym, e wszech wiat musiał by stworzony, przekonuj nas nie fakty przyrodnicze, lecz raczej czysto filozoficzno-metafizyczne. Np. jeden z najbardziej znanych współczesnych przedstawicieli takiego stanowiska, E. L. Mascall twierdzi, e poniewa w samym wiecie materialnym nie ma sensu i konieczno ci istnienia, zatem teizm chrze cija ski wnosi, e wiat zawdzi cza swoje istnienie

⁹ Por. E. Whittaker: *Space and Spirit*. London 1946, s. 116-121.

¹⁰ Por. Papie Pius XII: *Istnienie Boga w wietle nowoczesnej przyrodniczej wiedzy* „Przełd Powszechny” 1952, t. 233, s. 12-15.

¹¹ Por. A. Romana: *Gott — Mensch — Universum*. Graz 1957, s. 101.

¹² Por. H. Sautter: *Astrophysik*. Stuttgart 1972, s. 126.

¹³ Por. J. J. Knappik: *Dynamiczna ekspansja kosmosu. Powstawanie, rozwój i koniec wszech wiata*. Londyn 1976, s. 63.

stworczemu aktowi samoistnego Boga¹⁴. Wybitny polski zwolennik tego stanowiska, M. Heller wskazuje, że akt stworzenia świata nie był procesem fizycznym. Gdy Bóg stwarzał świat, to nie krępowały go żadne prawa fizyki, ponieważ on je tworzył wraz z materią¹⁵. Inny przedstawiciel tego stanowiska — J. Stepa głosi, że „akt stwórczy jest niczym innym jak zależnością bytu skończonego od Boga jako najwyższej Zasady, która usprawiedliwia jego istnienie¹⁶”.

Problem interpretacji aktu stwórczego jest z pewnością bardzo ważnym problemem teologicznym, nie ma jednak potrzeby, aby rozważać go tu w sposób bardziej szczegółowy, albowiem dla interesującego nas w tej chwili zagadnienia początkowo wszechświata istotne jest przede wszystkim to, że zwolennicy teizmu klasycznego zdecydowanie przeciwstawiają się próbom interpretacji kosmologicznej osobiwości początkowej i zdarzenia, które określa się mianem początku wszechświata jako aktu stworzenia wszechświata przez Boga. Mascall krytykuje Whittakera wskazując, że jego rozważania prowadzą do deizmu. Te same zarzuty — powiada Mascall — odnoszą się również do poglądów Piusa XII. Natomiast dla M. Hellera „...uto samianie aktu stwórczego z początkowo osobiwością jest klasycznym przykładem ideologii «Boga od zapychania dziur»”¹⁷. Heller zdecydowanie odrzuca taką ideologię, słusznie wskazując, że: „Gdyby Bóg miał spełniać tylko funkcję zatykania dziur, to byłby rzeczywiście zbyteczny, nawet gdyby dziur w naszej wiedzy było bardzo wiele”¹⁸.

Ale nie tylko ze względu na niebezpieczeństwo deizmu teści klasycy nie chcą opierać swoich twierdzeń na temat genezy wszechświata na tezach nauk przyrodniczych. Dostrzegają oni tutaj jeszcze inne, większe niebezpieczeństwo. Chodzi mianowicie o to, że jeśli teologia cięle zwięca swoje poglądy z określoną teorią kosmologiczną, np. modelem standardowym, a ta okaże się błędna, wówczas musi zostać również odrzucone twierdzenie teologii. Dlatego też, według Mascalla, po prostu jest budowanie konstrukcji filozoficznych czy teologicznych na twierdzeniach przyrodniczych. Zabieg taki jest niewskazany, zwłaszcza w przypadku kwestii genezy wszechświata. Albowiem stan maksymalnej kondensacji wcale nie musiał być absolutnym początkiem wszechświata, lecz następnym jakiejś wcześniejszej fazy jego ewolucji.

Doceniając doniosłość tej hipotezy sformułowanej przez G. Gamow, Mascall stwierdza, że sam przez się fakt, iż tego rodzaju sugestie wysuwają powaźni uczeni, świadczy o tym, jak nierozstrzygnięta rzecz jest uzależnienie zagadnienia o znaczeniu teologicznym od niepewnych teorii przyrodniczych. Przyrodnicze teorie kosmologiczne, aczkolwiek same w sobie interesujące, nie mają żadnej wartości dla teologii. Mogły one być interpretowane albo w taki sposób, aby były zgodne z religią, albo też w taki, aby potwierdzały stanowisko materialistyczne.

¹⁴ E. L. Mascall: *Chrześcijańska koncepcja wszechświata*. Warszawa 1968, s. 41.

¹⁵ M. Heller: *Wobec Wszechświata*. Kraków 1970, s. 193.

¹⁶ J. Stepa: *Bóg — świat — człowiek*. Tarnów 1947, s. 54.

¹⁷ M. Heller *Kosmiczna przygoda człowieka m. drego*. Kraków 1994, s. 249.

¹⁸ Tamże, s. 252.

Stanowisko zwolenników teizmu klasycznego wobec rozpatrywanej tu kwestii wydaje się szczególnie wątpliwe. Po pierwsze dlatego, że jest to stanowisko filozofów, którzy odrzucają ideę, która przynajmniej na pierwszy rzut oka wydaje się dla nich bardzo atrakcyjna. Po drugie dlatego, że przytaczają oni przeciwko tej idei rzeczywiście trafne argumenty. Argumenty te wskazują w sposób przekonujący, że taka interpretacja idei kosmologicznej osobliwej jest nieuprawniona.

Osobliwo i problem czasu

Jest rzecz niewątpliwa, że stan osobliwy, jeżeli istniał, to musiał być stanem, w którym wszechświat miał wiele własności niezwykłych, zupełnie odmiennych od tych, które ma obecnie i które są nam znane. Do takich znanych i najbardziej podstawowych własności wszechświata, uważanych za uniwersalne, należy jego czasowość. Ale czy w stanie osobliwym wszechświat miał tak właśnie, jak jest teraz, czy też był bytem pozaczasowym? Pytanie to jest kolejnym istotnym problemem ontologicznym implikowanym przez ideę kosmologicznej osobliwej czasowości. Na to pytanie można usłyszeć odpowiedź, że stan osobliwy był stanem pozaczasowym. U podstaw tej odpowiedzi leży przekonanie, że w stanie osobliwym załamuje się nasze aktualne pojęcie czasu, ponieważ w osobliwej czasowości nie istnieje żadnych mierników czasu (zegarów), którymi obecnie posługuje się nauka. Jak wiadomo, naszymi podstawowymi i najdoskonalszymi miernikami czasu są dziś procesy atomowe. Ale w stanie osobliwym nie było atomów, a więc byłoby nie ma sensu mówić o czasie, a stan ten traktować jako pozaczasowy?

Otóż moim zdaniem, w świetle współczesnej relatywistycznej koncepcji czasu opartej na ogólnej teorii względności, wniosek taki wydaje się niesłuszny. Jak wiadomo, teoria ta przyjmuje atrybutywną koncepcję czasu, w której nierozdzielnie czas z materią, a więc mówi o czasie, z jej zmiennością. Czasowe własności materii są związane z jej zmiennością, z następowaniem jednych jej stanów po innych. A skoro tak, to na podstawie tego, że do opisu stanu osobliwego nie można posłużyć się obecnymi miernikami czasu, a być może równie dzisiaj jego rozumieniem jako czegoś innego, nie wolno twierdzić, że osobliwość jest stanem pozaczasowym. Z tego, że nasza aktualna koncepcja czasu zawodzi w odniesieniu do stanu osobliwego nie wynika, iż kategoria czasu w ogóle nie odnosi się do tego stanu. Ktoś dziś inaczej, ryzykuje, że popełnia błąd analogiczny do tego, jaki popełnili ci, którzy na podstawie tego, że prawa mechaniki klasycznej nie nadają się do opisu zachowania się mikroobiektów, wyprowadzili wniosek, iż mikroświat nie podlega żadnym prawom i ogłosił sferę mikroobiektów za dziedzinę indeterminizmu. Dziś wiemy, że brak jednoznacznego determinizmu nie musi być równoznaczny z indeterminizmem. Okazało się bowiem, że w mikroświecie obowiązuje również determinizm, ale jest to determinizm probabilistyczny.

Można przypuszczać, że analogicznie wygląda sprawa w przypadku czasu. Procesy zachodzące w stanie osobliwym — najwcześniejszej fazie obecnego etapu rozwojowego fragmentu wszechświata dostępnego dla obserwacji i nazywanego niekiedy Metagalaktyk — również musiały dokonywać się w czasie, bo przecież czas

jest wyrazem czy też odzwierciedleniem zmienności i istnieje wszędzie i tylko tam, gdzie istnieje zmiana, tyle tylko, że czas mógł mieć wówczas cechy niezwykle z punktu widzenia współczesnej wiedzy fizycznej.

Byłoby to w warunkach charakteryzujących się wysoką gęstością materii, pojęcia czasoprzestrzeni metrycznej i topologicznego stosunku czasowego „przed — po” tracą sens. W samym tym fakcie nie ma niczego mistycznego. Byłoby to w tym przypadku fizyka ujawnia nam nowe, bardziej fundamentalne formy istnienia materii — czasoprzestrzeń. Możliwe, że ta ostatnia jest szczególnie przypadkiem tych form w określonych warunkach fizycznych, gdy materia jest „rozrzedzona”. Przetęmielibyśmy tu do czynienia z sytuacją podobną do tej, jaka miała miejsce z chwilą przejścia od mechaniki klasycznej do szczególnej teorii względności, gdy okazało się, że przestrzeń i czas, to szczególnie przypadek czegoś bardziej fundamentalnego — kontinuum czasoprzestrzennego.

Osobliwość jako niepoznawalny stan wszechwiata

Idea kosmologicznej osobliwości początkowej posiada również bardzo istotne implikacje epistemologiczne. Jedną z najważniejszych takich implikacji jest teza, że w procesie swojej ewolucji wszechwiat znalazł się w takim stanie, który jest absolutnie niepoznawalny. Też tak głosił wybitny belgijski kosmolog Georges Lemaitre. Uważał on, że celem teorii kosmologicznej jest znaleźć takie „... warunki początkowe, które są idealnie proste i z których obecny świat w całej jego złożoności mógł powstać w wyniku naturalnych oddziaływań między znanymi siłami”¹⁹. Za warunki najprostsze z możliwych Lemaitre uznał taki stan wszechwiata, kiedy to cała jego materia była zespolona w jedno jądro atomowe.

W wyniku rozwoju termodynamicznych przeprowadzonych podczas próby interpretacji prawa wzrostu entropii w ramach teorii kwantów, Lemaitre stwierdził, że emisja protonów czy cząstek alfa w procesach radioaktywnych jest typowym przykładem degradacji energii. Albowiem w wyniku tej emisji zwiększa się ilość niezależnych kwantów i następuje wzrost entropii. Degradacja energii przejawia się w postaci rozpraszania. Ogólna ilość energii jest wprawdzie zachowana, ale energia ta dzieli się na coraz większą ilość kwantów.

We wszechwiecie następuje więc wzrost entropii. A skoro tak — rozumował Lemaitre — to jeżeli będziemy się cofać w czasie, będziemy spotykać energię coraz bardziej skoncentrowaną, występującą w postaci coraz mniejszej ilości, ale coraz bardziej potężnych kwantów. Im dalej będziemy się posuwać w kierunku przeciwnym do upływu czasu, który płynie zgodnie z kierunkiem wzrostu entropii, tym entropia wszechwiata będzie mniejsza. A wreszcie dotrzemy do stanu maksymalnej koncentracji energii. Będzie to stan początku wszechrzeczy mający formę pierwotnego atomu.

Lemaitre podkreślał związek swojego obrazu początku wszechwiata z osobliwością występującą w teorii Friedmana. Uważał, że osobliwość ta jest geometrycznym fundamentem tego obrazu. Mniejszym wartościami współrzędnej czasowej

¹⁹ G. Lemaitre: *The Primeval Atom. W: Theories of the Universe*. New York 1965, s. 342.

towarzyszy bowiem nie tylko wi ksza koncentracja energii, ale równie mniejsze warto ci współrz dnej przestrzennej. „W ko cu, je li odwrócimy w my li bieg czasu — pisał Lemaitre — i postaramy si wyobrazí sobie warunki geometryczne, jakie panowały w pierwszym okresie gwałtownej ekspansji, kiedy to fragmenty pierwotnego atomu rozpadały si na coraz mniejsze kawałki, to stwierdzimy, e promie przestrzeni przyjmował warto ci coraz mniejsze i mniejsze, a eby wreszcie na pocz tku przybli y si asymptotycznie do zera.

Widzimy wi c, e na ka dym etapie swej ewolucji pierwotny atom lub produkty jego rozpadu, równomiernie wypełniały przestrze , której promie wzrastał poczyna j c od warto ci zerowej”²⁰.

A zerowy punkt przestrzeni — to punktowe rozmiary wszech wiata, niesko czone warto ci g sto ci materii, temperatury i ci nienia, krótko mówi c — osobliwość . Lemaitre jako badacz stawiaj cy sobie za cel stworzenie modelu nie b d cego abstrakcj matematyczn , lecz opisuj cego ewolucj rzeczywistego wszech wiata, nie mógł pogodzi si z my l , e fizyczny wszech wiat mógł by kiedykolwiek jedynie punktem. Twierdził, e promie atomu pierwotnego był wprawdzie niewielki, zaniedbywalnie mały w porównaniu z obecnym promieniem wszech wiata, ale nie był zerowy — wynosił kilka minut wietlnych. Pierwsze stadia ewolucji (rozpadu) atomu pierwotnego nie przebiegały wedle zasad klasycznego determinizmu. Z tego samego atomu mogły powsta bardzo odmienne wszech wiaty.

Według Lemaitre’a, atom pierwotny — pocz tkowe stadium ewolucji wszechwiata—jestniepoznawalny, niemo liwy do osi gni cia nawet my lowo. Przyczyn tej poznawczej niedost pno ci atomu pierwotnego ma by jego absolutna prostota. Albowiem według Lemaitre’a absolutna prostota jakiego obiektu wyklucza mo liwo sformułowania jakiegokolwiek problemu fizycznego dotycz cego owego obiektu.

Warto podkre li , e poszukiwanie przez Lemaitre’a najprostszego stanu wszechwiata, od którego zacz ła si ewolucja i który zarazem powinien by punktem wyj cia teorii opisuj cej t ewolucj , jest wyrazem powszechnego w ród kosmologów przekonania filozoficznego, maj cego charakter ontologiczny i doniosłe implikacje metodologiczne, a glosz cego, e warunki pocz tkowe ewolucji wszechwiata były najprostsze. Jak widzieli my, dla Lemaitre’a uciele nieniem takich warunków był pierwotny atom.

Wydaje mi si jednak, e Lemaitre padł tutaj ofiar pewnego złudzenia, którego ródlem jest sens słowa „atom”. Jak wiadomo, dla staro ytnych atomistów greckich, a tak e pó niej przez ponad dwa tysi cecia, dla filozofii i nauk przyrodniczych atom był wła nie tworem najprostszym, ostateczn i dalej niepodzieln „cegiełk ” materii. Ale przecie atom przestał by uwa any za najprostszy obiekt materialny z chwil , gdy okazało si , e jest podzielny, e ma struktur wewn trzn i jest zbudowany z cz stek elementarnych. Pierwotny atom Lemaitre’a — je li konsekwencj jego „radioaktywnego” rozpadu ma by wszystko, co obecnie istnieje — musiał by tworem o wiele bardziej zło onym nie tylko od atomów w rozumieniu staro ytnych Greków, ale i od tego, co pod mianem atomu rozumie fizyka współczesna. Tak wi c

²⁰ G. Lemaitre: *Hipotezy kosmogoniczne*. „Znak” 1976, nr 6, s. 889.

prostot punktu wyj cia ewolucji wszech wiata w uj ciu Lemaitre'a sugeruje raczej sama nazwa owego stadium pocz tkowego — „atom pierwotny”, nie za jego rzeczywiste własno ci fizyczne.

Ale nas interesuje przede wszystkim pogl d Lemaitre'a, e atom pierwotny jest niepoznawalny. Lemaitre mówi wyra nie o atomie pierwotnym jako o niedost pnym pocz tku”. Ale twierdzi równie , e do owego pocz tku my l ludzka mo e si zbli y asymptotycznie. Jak nale y przeto rozumie jego stanowisko? Czy mo na je rozumie w ten sposób, e do pełnej (absolutnej) wiedzy o ka dym przedmiocie i zjawisku zbli amy si w procesie poznania w sposób asymptotyczny. W tym przypadku stwierdzenie, e do my lowej rekonstrukcji obrazu pierwotnego atomu pod amy w taki wła nie sposób, nie oznaczałoby, e mamy tu do czynienia z jak sytuacj wyj tkow , lecz byłoby zwykł konstatacj , maj c walor uniwersalny, pewnego pojmowania, pewnej koncepcji procesu poznania.

Ale Lemaitre tak nie pojmował tego procesu. U niego teza, e do atomu pierwotnego mo emy si zbli a tylko w sposób asymptotyczny, ma zupełnie inny sens. Oznacza, e obiekt, o którym mówi, jest czym niepoznawalnym, a wi c wyj tkowym, gnoseologicznie zasadniczo odmiennym od wszystkich innych obiektów i zjawisk badanych przez kosmologi . Potwierdzeniem zasadno ci takiej interpretacji tezy Lemaitre'a jest fakt, e o „niedost pno ci” i „asymptotycznym zbli aniu si ” mówi on wył cznie w odniesieniu do pierwotnego atomu.

Obecnie powszechny jest pogl d, e osobliwo jest niedost pna dla fizyki na współczesnym etapie jej rozwoju z tego wzgl du, e nauka ta nie dysponuje jeszcze teori opisuj c superg ste stany materii. Lemaitre uwa ał natomiast, e atom pierwotny jest niepoznawalny z powodów zasadniczych, a mianowicie dlatego, e jest absolutnie prosty. Tak wi c prostota jakiego obiektu stanowi nieprzekraczaln barier uniemo liwiaj c uzyskanie wiedzy o tym obiekcie. Jest to pogl d do paradoksalny. Okazuje si bowiem, e potrafimy bada i opisywa zło one obiekty fizyczne, nie potrafimy natomiast robi tego, gdy mamy do czynienia z obiektem najprostszym. Jest wi c odwrotnie ni si powszechnie s dzi—nieprzewyci alne trudno ci nastr cza nie badanie i opis obiektów najbardziej zło onych, lecz wła nie najprostszych.

Czy pogl d ten jest słuszny? Na pytanie to trudno odpowiedzie , albowiem idea „absolutnej prostoty” jest tylko abstrakcj , której tre jest zupełnie nieokre lona. Niejasny jest równie stosunek tej abstrakcji do fizycznej rzeczywisto ci.

Atom pierwotny w modelu Lemaitre' a jest fizycznym odpowiednikiem abstrakcyjnej, matematycznej osobliwo ci wyst puj cej w modelach Friedmana. Lemaitre uwa ał wprawdzie atom pierwotny za niedost pne poznawczo, pocz tkowe stadium ewolucji wszech wiata, ale jego stanowisko nie było w pełni konsekwentne. Wypowiadał on bowiem zarazem pewne tezy na temat fizycznej natury atomu pierwotnego. Twierdził, e atom ten ma niewielkie, ale wi ksze od zera rozmiary, a jego zachowanie si w pocz tkowej fazie ewolucji podlega statystycznym prawom mechaniki kwantowej. Tak wi c jest on czym w rodzaju specyficznej cz stki elementarnej o ogromnej masie i g sto ci.

Moim zdaniem, nie ma podstaw, aby uwa a kosmologiczn osobliwo pocz tkow za absolutnie nieprzekraczaln barier ludzkiego poznania. Stan ten, je li

rzeczywiście istniał, w istocie nie daje się opisać za pomocą współczesnej wiedzy fizycznej, tej wiedzy, którą dysponujemy obecnie. Ale historia rozwoju ludzkiej wiedzy zna wiele przypadków, kiedy to stawiano jej rzekomo nieprzekraczalne granice, które niebawem zostawały przewyżnione. Tak więc można powiedzieć, że osobliwość nie jest barierą nieprzekraczalną absolutnie, lecz tylko na aktualnym etapie rozwoju ludzkiego poznania.

Horyzont obserwowalności

Chciałbym teraz zająć się kolejnym ważnym problemem epistemologicznym implikowanym przez ideę kosmologicznej osobliwości początkowej. Problem ten, to istnienie w rozszerzającym się wszechświecie tzw. horyzontu obserwowalności, w literaturze fachowej zwanego horyzontem cząstek. Jak wiadomo, w świetle współczesnej wiedzy fizycznej istnieje oddziaływanie fizyczne, a więc i informacja, nie może rozchodzić się z prędkością większą od prędkości światła. Od pewnego czasu wysuwane są wprawdzie hipotezy zakładające istnienie cząstek poruszających się szybciej od światła, tzw. tachionów, ale jak dotychczas nie znalazły one potwierdzenia empirycznego.

Jeżeli więc prędkość światła jest prędkością maksymalną i jeżeli istniał stan osobliwy, którego eksplozja, zwana w kosmologii wielkim wybuchem, zapoczątkowała proces rozszerzania się wszechświata, to w takim wszechświecie w każdej chwili istnieje odległość maksymalna, którą zdołało osiągnąć światło w czasie, który upłynął od chwili wielkiego wybuchu. Odległość ta, która w najprostszym przypadku jest rzędu ct , gdzie c — prędkość światła, t — czas, który upłynął od momentu wielkiego wybuchu, nosi nazwę horyzontu. Jest to horyzont obserwowalności, ponieważ jest rzeczą oczywistą, że odebranie jakiegokolwiek sygnału z odległości większej niż odległość do horyzontu, nie jest możliwe. Spoza horyzontu nie może dotrzeć do obserwatora żadna cząstka i dlatego ten horyzont jest nazywany horyzontem cząstek.

Jakie są rozmiary tego horyzontu? Według współczesnych ocen jest to powierzchnia kulista o promieniu 15-20 miliardów lat świetlnych. Możemy uzyskać informacje tylko o takich przedmiotach i zjawiskach, które znajdują się wewnątrz tej sfery. Obiekty leżące poza tymi granicami są tak odległe, że światło wysłane przez nie w momencie wielkiego wybuchu nie zdążyło jeszcze dotrzeć do Ziemi.

Horyzont cząstek, to istotna konsekwencja epistemologiczna idei kosmologicznej osobliwości początkowej. Czym jest on w istocie? Czy jest nieprzekraczalną barierą oddzielającą raz na zawsze ludzkie poznanie od odległych obszarów wszechświata, czy też granicą, którą w jakiś sposób będziemy mogli przekroczyć?

Horyzont obserwowalności jest granicą zdefiniowaną przez skończoną prędkość rozchodzenia się oddziaływań fizycznych oraz obiektywne własności struktury i ewolucji wszechświata. Jedną z istotnych cech tej ewolucji jest to, że przebiega ona ze zmniejszaniem się stałej Hubble'a charakteryzującej tempo rozszerzania się wszechświata. W rozszerzającym się w ten sposób wszechświecie horyzont nieustannie oddala się od obserwatora i stopniowo ukazują się na nim coraz dalsze obiekty. Dla każdego obserwatora badającego wszechświat w określonej chwili $t > 0$, gdzie

to — moment wielkiego wybuchu, odległość do horyzontu jest ci le okrelona i stanowi absolutnie nieprzekraczalną granicę jego wiedzy. Ale odległość ta w miarę upływu czasu zwiększa się i dlatego ten horyzont drugiego obserwatora badającego wszechświat w chwili $t_2 > t_1$ będzie wikszy od horyzontu obserwatora pierwszego. To, co dla obserwatora pierwszego było nieprzekraczalną granicą, zostało przekroczone przez obserwatora drugiego, którego horyzont zostanie w przyszłości przekroczone przez obserwatora trzeciego, badającego wszechświat w chwili $t_3 > t_2$ itd.

Tak więc w świetle współczesnej wiedzy kosmologicznej proces poznania wszechświata okazuje się nieograniczony w tym sensie, że nawet gdyby prawdziwym opisem wszechświata był model z horyzontem, to nie istnieje granica, której ludzkie poznanie nie mogłoby nigdy przekroczyć. Wynika z tego, że ludzkość, jeżeli tylko będzie istniała i rozwijała się dostatecznie długo, uzyska możliwość otrzymywania danych empirycznych dotyczących własności coraz większych obszarów wszechświata. Niemniej jednak w danym momencie czasowym horyzont zawsze będzie nieprzekraczalny. Niezależnie od tego, jak daleko ymi teleskopami będzie dysponował człowiek, nie sięgnie poza horyzont. Wynika z tego, że obszar wszechświata dostępnego ludzkiemu poznaniu zawsze będzie skończony.

Myślę, że filozoficzne implikacje idei kosmologicznej osobliwie ci poczynkowe stanowi szczególnie dobitny przykład pokazujący, jak bardzo istotny jest w naszym stuleciu wpływ nauk przyrodniczych na rozwój podstawowych dziedzin filozofii, a mianowicie ontologii i epistemologii. Wydaje się, że rozwój tych dziedzin bez uwzględnienia tego, co dzieje się w naukach przyrodniczych, bez filozoficznej analizy ich teorii i odkryć, byłby po prostu niemożliwy. Albowiem to właśnie dzięki osignięciom tych nauk filozofia wzbogaca się o nowe idee, a także uzyskuje racjonalne uzasadnienie dla dotychczas podważanych konkretnych koncepcji rozstrzygnięcia podstawowych jej problemów.

Wemyślmy sobie jakiś przykład. Istnieje taka koncepcja kosmologiczna, zgodnie z którą konkretny podmiot poznający ma teoretyczną możliwość uzyskania absolutnej, w pełni adekwatnej i wyczerpującej wiedzy o całej rzeczywistości. Stworzono nawet symbol podmiotu poznającego, który byłby w stanie urzeczywistnić tę możliwość. Podmiotem takim był słynny demon Laplace'a — nadludzki umysł zdolny do określenia sił działających na wszystkie elementy składowe przyrody, położenia tych elementów oraz poddania tych danych analizie matematycznej. Demon taki mógłby poznać absolutnie wszystkie zdarzenia we wszechświecie, zarówno teraźniejsze, jak i przeszłe oraz przyszłe. Ale dzisiaj wiemy, że skończona próba rozchodzenia się oddziaływań fizycznych powoduje, że w określonego rodzaju świecie fizycznym nawet demon usytuowany wewnątrz tego świata nie może uzyskać absolutnej wiedzy o tym świecie. Analogiczny wniosek, choć ugruntowany na zupełnie innych podstawach, wynika także z zasady nieoznaczoności Heisenberga.