

MAREK SZYDŁOWSKI
PAWEŁ TAMBOR

ONTOLOGICZNE I EPISTEMOLOGICZNE ASPEKTY POJĘCIA *EX NIHILO* W MODELACH KOSMOLOGICZNYCH KWANTOWEJ KOSMOGENEZY

Streszczenie. W pracy przedstawiamy modele kosmologiczne kosmogenezы kwantowej. Wszechświat powstaje w nich na drodze pewnego mechanizmu kwantowego. W pracy wskazujemy też na różne ontologie terminu *ex nihilo* stosowanego przez fizyków proponujących modele kosmogenezы kwantowej. Za każdym razem wskazujemy, że owo „nic” jest „czymś”: a to punktem w podjęciu S. Hawkinga, zbiorem pustym w interpretacji G. McCabe’a, stanem próżni kwantowej, zerowym stanem nicości czasoprzestrzeni, etc. W kontekście krytyki modeli kosmogenezы kwantowej stawiamy dwa problemy: (1) Jaka jest ontologia modeli kosmogenezы kwantowej *ex nihilo*; dokładnie samego stanu *ex-nihilo*? (2) Jakie jest wyjaśnienie faktu, że fizycy używają terminu „nicość”, który należy do obszaru filozofii czy też teologii, gdy w praktyce badawczej okazuje się, że zawsze zakładana jest jakaś rzeczywistość, którą banalizują. Na pierwsze z postawionych wcześniej pytań odpowiadamy, że w fizyce i kosmologii kwantowej nie jest możliwe zbudowanie modelu kosmogenezы kwantowej *ex nihilo*, oraz że te konstrukcje teoretyczne powinny być nazywane modelami emergentnymi: z pewnej rzeczywistości kwantowej wylania się nowa rzeczywistość wszechświata klasycznego. Metod opisu tego przejścia dostarczają teorie efektywne a rekonstrukcja poznawcza daje się ująć w postaci procesu emergencji epistemologicznej. Na drugie pytanie odpowiadamy, powołując się na klasyczne rozróżnienie Reichenbacha kontekstu odkrycia i kontekstu uzasadniania. Pisząc wstępy do swoich prac badawczych, fizycy starają się odpowiednio zareklamować i nadać im marketingowe tytuły. W dalszej części

Marek Szydłowski
marek.szydowski@uj.edu.pl
Paweł Tambor
pawel.tambor@gmail.com

Uniwersytet Jagielloński, Centrum Układów Złożonych
Stanisława Łojasiewicza 11, 30–348 Kraków
Wyższe Seminarium Duchowne w Kielcach
Jana Pawła II 7, 25–025 Kielce

pracy przedstawiany jest rachunek, w którym muszą oni poczynić pewne założenia, aby wyprowadzić z formalizmu wnioski o charakterze fizycznym. W tej zasadniczej części pracy tkwią założenia co do tego, jak rozumiana jest nicność.

Nasze badania ontologii terminu *ex nihilo* w modelach kosmologicznych powstania wszechświata są również motywowane próbą odpowiedzi na klasyczne pytanie Jana Woleńskiego: „czy w fizyce występują założenia o charakterze filozoficznym?”. My adresujemy to pytanie do kosmologii rozumianej jako fizyka wszechświata. Jeśli chcemy szukać założeń filozoficznych w fizyce, to właśnie w początkach wszechświata. *Case study* modeli kosmogenezy kwantowej pokazuje *explicite*, że takich założeń nie czynimy w praktyce badawczej, chociaż używanie terminu metafizycznego *ex nihilo* mogłoby to sugerować¹.

Słowa kluczowe: modele kosmogenezy kwantowej, *ex nihilo*, wszechświat

1. Wstęp. 2. Krótki przegląd modeli kwantowej kosmogenezy. 3. Modele kosmogenezy kwantowej jako teorie początku wszechświata. 4. Wnioski.

1. WSTĘP

Termin *ex nihilo* jest kategorią filozoficzną rozważaną w kontekście kreacji wszechświata². Z drugiej strony jest on używany przez kosmologów zajmujących się modelami kosmologicznymi powstania wszechświata. Modele te odwołują się do mechaniki kwantowej czy też jakiejś wersji kwantowej teorii grawitacji i opisują wczesny wszechświat z epoki Plancka jako pewien fizyczny proces kwantowy. Motywacją dla konstrukcji różnych modeli jest opracowanie scenariusza ewolucji powstającego wszechświata, który dzisiaj jest znany jako pewien obiekt klasyczny podlegający prawom fizyki klasycznej (teorii grawitacji Einsteina). Podstawowym założeniem przyjmowanym przez kosmologów kwantowych jest ekstrapolacja znanych z laboratorium praw fizyki kwantowej na cały wszechświat. Nie musimy nikogo przekonywać, że jest to bardzo silne i nieoczywiste założenie. Mechanika kwantowa jest kompatybilna z mechaniką klasyczną, w której istnieje

¹ Por. W. L. Craig, *Philosophical and Scientific Pointers to Creation ex Nihilo*, Journal of the American Scientific Affiliation 32(1980)1, 5–13.

² Por. A. Świerzyński, *Początek jako kategoria filozoficzna*, Otwarte Referarium Filozoficzne 2(2009), 3–13.

pojęcie przestrzeni absolutnej, zaś próba jej uogólnienia na przypadek przestrzeni zakrzywionej okazuje się nietrywialna. Istnieje możliwość, że ekstrapolacja mechaniki kwantowej na przypadek obiektu relatywistycznego, jakim jest *de facto* wszechświat, może być chybiona. Wszechświat jako obiekt fizyczny posiada pewne cechy, odróżniające go od innych obiektów, które są przedmiotami badań fizyków. Te różnice stanowią poważną przeszkodę w ekstrapolacji fizyki kwantowej na wszechświat.

Założenie kwantowej natury wszechświata jest nietrywialne z powodu naturalnego faktu, że jest on jednostkowy i jest „wszystkim, co istnieje”, nie jest zaś obiektem zanurzonym w jakiejś zewnętrznej przestrzeni. Już sam w sobie jest pewną autonomiczną całością i jego wyobrażenie jako pewnej przestrzeni w wyżej wymiarowej powierzchni jest błędne. Niestety w książkach popularnych często stosowane są zabiegi upraszczające i wszechświat jest powszechnie wyobrażany jako pewna powierzchnia w wyżej wymiarowej przestrzeni płaskiej. Popularyzatorzy chcą pokazać złożony wszechświat jako prosty, zrozumiały dla laików, chociaż z natury jest on układem złożonym, którego jedynie fragmenty pojmujemy.

Natura wszechświata jest relatywistyczna. Jego modelem jest czasoprzestrzeń, która jest dynamiczna. Zjawiska fizyczne nie rozgrywają się na tle sztywnej zakrzywionej czasoprzestrzeni, ale tę czasoprzestrzeń konstytuują. Obserwacje w takim wszechświecie (np. ekspansję) należy interpretować w sposób relacyjny, a nie substancjalny, co jest bliższe naszym codziennym doświadczeniom. Technicznie rzecz biorąc, tzw. metryka czasoprzestrzeni, opisująca jej geometrię (jest to „odległość” pomiędzy punktami czasoprzestrzeni, zwanymi zdarzeniami), jest rozwiązaniem Einsteinowskich równań pola, które ją określają na podstawie materialnej zawartości.

U podstaw konstrukcji kwantowych modeli wszechświata leży podstawowe założenie epistemologiczne, że zjawisko grawitacji, w sformułowaniu Einsteinowskich równań pola determinujących geometrię czasoprzestrzeni, podlega kwantowaniu w silnych polach grawitacyjnych. To założenie jest również nieoczywiste, ponieważ grawitacja

z natury może być klasyczna i zamknięta (przestrzeń o stałej krzywiznie), a stąd idea jej kwantowania może okazać się ślepą uliczką³.

W odróżnieniu od bytów, którymi interesują się fizycy, wszechświat jest jeden i nie można go badać w laboratorium. Obserwator należy do układu, który jest przezeń badany. Ta cecha kosmologii sprawia, że standardowa interpretacja mechaniki kwantowej załamuje się.

Należy również zaznaczyć, że fundamentalny w każdej teorii kosmologicznej czas uniwersalny posiada zasadniczo odmienny sens w teorii względności oraz mechanice kwantowej⁴. Zagadnienie czasu w kwantowej teorii grawitacji nabiera filozoficznego znaczenia w kontekście jego emergencji⁵.

Teza, którą w pracy będziemy chcieli uzasadnić, jest następująca: modele kosmogenezы kwantowej, które pokrótce przedstawimy w części pierwszej, są hipotetycznymi modelami powstania wszechświata na drodze pewnego proponowanego mechanizmu kwantowego. Są to zatem modele kwantowej emergencji wszechświata. Ten typ emergencji można zaliczyć do emergencji ontologicznej. W pracy pokażemy, jakie ontologie stanu podstawowego zakładają *implicite* konkretne modele kosmogenezы kwantowej, chociaż ich autorzy utrzymują, że ich model jest modelem kreacji *ex nihilo*.

W pracy nie odnosimy się do filozoficznej kategorii *creatio ex nihilo* (stworzenie z nicości), zgodnie z którą świat nie powstał z wcześniej istniejącej materii, idei lub chaosu. Maryniarczyk zaznacza, że klasyczna interpretacja terminu *ex nihilo* jest interpretacją ściśle filozoficzną i stanowi podstawowe narzędzie wyjaśnienia filozoficznego⁶. Zagadnienie relacji pojęcia *creatio ex nihilo* używanego przez fizyków do pojęcia filozoficznego lub teologicznego *creatio ex nihilo* wymaga odrębnego

³ Por. S. Hossenfelder, *Gravity be neither classical nor quantized*, arXiv:1212.0454.

⁴ Por. J. Kowalski-Glikman, *Graal kwantowej grawitacji*, Świat Nauki (2008), 42–49; L.M. Sokołowski, *Czas a grawitacja kwantowa*, Biblos, Tarnów 2001; K.A. Meissner, *Czas i przestrzeń*, w: *Przestrzeń w nauce współczesnej*, t. 2, red. S. Symotiuł, G. Nowak, Wyd. UMCS, Lublin 1999, 35–39.

⁵ J. Butterfield, *The Arguments of Time*, Oxford University Press, Oxford 1999.

⁶ A. Maryniarczyk, *Odkrycie prawdy o stworzeniu świata*, Zeszyty z Metafizyki 3(2001), 33–76.

opracowania. Naszym celem jest raczej wydobycie ontologii tego pojęcia z kontekstu prac fizyków, którzy go używają.

W pracy badamy również status metodologiczny i epistemologiczny modeli kosmologicznych kosmogenezy kwantowej i argumentujemy, że kosmogeneza kwantowa posiada status teorii efektywnej. Teoria ta pozwala dokonać teoretycznego opisu ewolucji wszechświata w pobliżu jego początku. Jej zamiarem nie jest zbudowanie ostatecznej teorii fizycznej, ale wyjaśnianie efektywne zachowania wszechświata, gdy zbliżamy się do jego początku.

W literaturze filozoficznej szeroko dyskutowany jest problem modeli kosmogenezy kwantowej, a szczególnie model kosmogenezy kwantowej Hartlego-Hawkinga (w skrócie H-H)⁷, zwany także modelem kosmologii kwantowej. W tym ujęciu model kosmogenezy opiera się na koncepcji funkcji falowej dla wszechświata i równaniu Whellera-deWitta. W kontekście modeli H-H stawiane są pytania, czy teorie te rzeczywiście wyjaśniają problem warunków początkowych dla wszechświata. W. Craig⁸ argumentuje, że teoria ta operuje jedynie prawdopodobieństwem warunkowym zaistnienia określonej trójwymiarowej konfiguracji przestrzennej wszechświata z innej konfiguracji czasoprzestrzeni z zadanymi polami fizycznymi, toteż „pytanie, dlaczego te warunki początkowe istnieją lub dlaczego istnieje w ogóle jakaś przestrzeń, nie jest problemem stawianym przez model H-H”⁹. Zdaniem Craiga, wyjaśnianie warunków brzegowych dla wszechświata nie należy do obszaru fizyki, ale teologii i religii.

Z takim poglądem dyskutuje Quentin Smith¹⁰. Zagadnieniem związku teologii z kosmologią, poruszonym przez Craiga, nie będziemy się zajmować w niniejszej pracy. Natomiast w kontekście założeniowości nauki

⁷ J. Hartle, S. Hawking, *Wave Function of the Universe*, *Physical Review D* 28(1983), 2960–2975.

⁸ W. L. Craig, *What place, then, for a creator?: Hawking on God and Creation*, *British Journal for the Philosophy of Science* (1990), 473–491.

⁹ Por. W. L. Craig, *Hartle-Hawking Cosmology and Atheism*, *Analysis* 56(1997), 291–295.

¹⁰ Q. Smith, *Quantum Cosmology implication of atheism*, *Analysis* 57(1997)4, 295–304.

zasadne jest, naszym zdaniem, pytanie: Czy kosmologia przyjmuje założenia filozoficzne, metafizyczne?

O ile w fizyce nie istnieje problem warunków początkowych w tym sensie, że zadajemy je z góry, znając je z warunków doświadczenia, o tyle w kosmologii już tak nie jest. Układ fizyczny jest określony w jakimś fragmencie wszechświata, który zadaje te wartości, natomiast wszechświat globalny nie jest już określony.

Punktem wyjścia współczesnej kosmologii w celu rozwiązania trudności wyboru warunków początkowych dla modeli kosmologicznych jest rozważenie ewolucji Wszechświata przy uwzględnieniu wszystkich możliwych warunków początkowych. Dalsze postępowanie jest następujące: na podstawie obserwacji astronomicznych dzisiejszego wszechświata wnoskujemy o warunkach początkowych, które doprowadziły do jego dzisiejszego stanu. Natomiast w przypadku układu fizycznego nie musimy wyjaśniać, jak on powstał. Model kosmogenezy jest integralną częścią modelu kosmologicznego.

Modele kosmogenezy kwantowej, które chcą wyjaśnić powstanie wszechświata w kategoriach i pojęciach mechaniki kwantowej, są hipotezami teoretycznymi opartymi na założeniach i teoriach, które wcale nie wydają się mocno uzasadnione. Jeśli modele te mają być modelami fizycznymi, powinny dawać się empirycznie falsyfikować przez obserwacje astronomiczne czy też testy astrofizyczne, co zdaniem Brandenbergera w świetle obecnych danych pochodzących z satelity Plancka nie może być jeszcze wykonalne poprzez pomiar widma mocy promieniowania relikтового¹¹.

2. KRÓTKI PRZEGLĄD MODELI KWANTOWEJ KOSMOGENEZY

W tym paragrafie nie będziemy się koncentrować na szczegółach technicznych modeli powstania wszechświata, ale w każdym przypadku modelu kosmogenezy pokażemy, jaka jest jego ontologia, kryjąca się pod pojęciem *ex nihilo* używanym przez danego autora. Wskażemy w tym paragrafie jedynie pewne reprezentatywne koncepcje kreacji *ex nihilo*,

¹¹ Por. R. Brandenberger, *Do we have theory of early universe?*, Studies in History and Philosophy of Modern Physics (2014), w druku.

które cały czas są rozwijane w literaturze fizycznej¹². Za prototypy modeli kreacji *ex nihilo* należy uznać modele Tryona i Fomina, które łączy idea powstania wszechświata w wyniku kwantowej fluktuacji próżni.

Historycznie pierwszy model kosmogenezy przypisuje się E. P. Tryonowi, który w roku 1973 opublikował bardzo krótką notatkę w prestiżowym czasopiśmie *Nature*¹³. Bliższa analiza historyczna¹⁴ pokazuje, że niezależnym odkrywcą pierwszego modelu kosmogenezy z próżni kwantowej był ukraiński fizyk P. I. Fomin¹⁵.

Oba modele wykorzystują analogię do fizycznego procesu kreacji pary cząstek elementarnych cząstka-antycząstka. Wszechświat powstaje jako efekt kwantowej fluktuacji próżni, wypełnionej parami cząstek, które są kreowane i anihilują (istnieją wirtualnie i nie można wykonać ich detekcji). Sam proces kreacji wszechświata pozostaje zgodny z zasadą zachowania energii, a także z zasadą nieoznaczoności Heisenberga. Jedna z fluktuacji „przeżywa” i rozwija się do obserwowalnego wszechświata. Ponieważ wszechświat w przybliżeniu posiada zerową energię, zdaniem autorów, mógł powstać jako fluktuacja próżni z zerową energią.

Koncepcja Tryona jest naiwna, ponieważ stoi za nią intuicja newtonowska, że wszechświat powstaje w zewnętrznej przestrzeni. Wszechświat rodzi się z kwantowego stanu o zerowej energii (taki jest sens *ex nihilo*). Z kolei w koncepcji Fomina wszechświat powstaje w wyniku mechanizmu grawitacyjnej niestabilności próżni kwantowej. Silne pole grawitacyjne w skończonym elemencie objętości jest zdolne do spontanicznej kreacji cząstek, które rozpadają się na cząstki i antycząstki, nie łamiąc przy tym zasady zachowania energii. Idea kwantowego stworzenia wszechświata z „niczego” pochodzi z kwantowej teorii pola. Pomysł, że stworzenie wszechświata z niczego możemy rozumieć jako

¹² Na przykład A. R. Brown, A. Dahlen, *On nothing*, arXiv: 1111.0301. J.J. Blanco-Pillado i inni, *Bubbles from nothing*, arXiv: 1104.5229. M. Turner, *The cosmology of nothing*, arXiv:astro-ph/97033195.

¹³ Por. E. P. Tryon, *Is the Universe vacuum fluctuation?*, *Nature* 246(1973)5433, 396–397.

¹⁴ Por. M. Szydłowski, J. Golbiak, *Kontekst odkrycia idei kreacji Wszechświata z kwantowej fluktuacji próżni*, *Zagadnienia Naukoznawstwa* 3–4(2007), 369–384.

¹⁵ Por. P. I. Fomin, *Gravitational instability of vacuum and cosmological problem*, *Dokłady Akademii Nauk Ukrainської SSR* 9A(1973), 831–835.

fluktuację kwantową, jest bardzo atrakcyjny zarówno dla ateistów, jak i teistów¹⁶. Jest on bowiem nauką alternatywą idei Stwórcy. Barr pokazuje *explicite*, że zrozumiawszy dokładnie fizyczną stronę tego zagadnienia, będziemy mogli zobaczyć, że taki punkt widzenia jest błędny. Spróbujmy za Barrem krótko odpowiedzieć na pytanie, dlaczego modele stworzenia Wszechświata z kwantowej fluktuacji próżni nie są „nauką alternatywą” dla Stwórcy.

Każdy rodzaj cząstek posiada antycząstkę, która ma identyczne własności poza ładunkiem elektrycznym. Przykładowo, gdy elektron posiada ładunek -1 , to jego antycząstka – pozyton – posiada ładunek $+1$. Niektóre cząstki, jak fotony, są swymi własnymi antycząstkami. Jeśli cząstka i antycząstka (powiedzmy elektron i pozyton) zderzą się, może nastąpić ich anihilacja (zredukowanie do nicości – unicestwienie). Takie nazywanie tego efektu nie oddaje tego, co rzeczywiście się dzieje. Wyjaśnijmy to pokrótce. Zgodnie z formułą Einsteina masa jest równoważna energii i nieruchomy elektron będzie posiadał energię $m_e c^2$ (gdzie m_e jest masą elektronu, a c – prędkością światła w próżni). Taką samą energię posiada pozyton, ponieważ ma taką samą masę jak elektron. Łącznie posiadają energię spoczynkową $2m_e c^2$. Gdy cząstki są w ruchu, to posiadają dodatkowo energię kinetyczną. Oczywiście w chwili anihilacji energia ta nie może zniknąć. W typowym przypadku owa energia zostaje wyemitowana w postaci wysokoenergetycznych fotonów – promieni gamma. Czyli wynikiem anihilacji jest błysk światła.

Ten sam proces może zajść w odwrotnym kierunku. W odpowiednich warunkach światło można zmaterializować do postaci elektronu i pozytonu. Proces ten nazywa się procesem kreacji par i może zajść pod wpływem na przykład pola elektrycznego, które przenika pustą przestrzeń. Zjawisko to jest efektem kwantowym i nie posiada swojego odpowiednika w świecie klasycznym.

Dlaczego ten efekt może zajść w świecie kwantowym? Wyjaśnijmy to na przykładzie zjawiska tunelowania kwantowego.

Gdy dwie cząstki nagle pojawią się w zerowej odległości od siebie, to mają energię $2m_e c^2$, a to znaczy, że coś musi ją zrekompensować.

¹⁶ Por. S. M. Barr, *Współczesna fizyka a wiara w Boga*, tłum. z ang. A. Mołek, Wrocław 2005, 296.

Powiedzmy, że mają ujemną energię kinetyczną ($-2m_e c^2$), czyli energia sumaryczna wynosi zero. Oznacza to, że cząstka mogłaby powstawać bez pobierania energii z zewnątrz. Zauważmy, że przy takim założeniu zasada zachowania energii jest cały czas spełniona. Pozostaje jednak pytanie, czy cząstki mogą posiadać ujemną energię kinetyczną? Klasycznie jest to niemożliwe, bo najmniejsza jej wartość jest zero, gdy prędkość jest zerowa, natomiast w świecie kwantów nie jest to zabronione. Energia kinetyczna jest proporcjonalna do kwadratu prędkości, a stąd jej ujemna wartość pociąga za sobą fakt, że prędkość jest liczbą czysto urojoną. Oznacza to, że czas jest liczbą czysto urojoną. Widzimy więc, że dla opisu kwantowego procesu tunelowania musimy zacząć operować nowym znaczeniem pojęcia czasu – czasem euklidesowym it , gdzie $i = \sqrt{-1}$ jest jednostką urojoną a t – czasem kosmologicznym.

Po tym wstępie możemy przejść do sedna rzeczy, tj. opisu procesu kreacji wszechświata, bazując na powyższej analogii. W opisie kwantowym nie możemy już przewidzieć, gdzie i kiedy taki proces kreacji par zajdzie, bowiem zgodnie z teorią kwantową cząstki i pola podlegają tzw. fluktuacjom kwantowym. Teoria kwantowa daje nam jedynie możliwość obliczenia prawdopodobieństwa zajścia procesu. Gdy fluktuacja pola będzie dostatecznie duża, to może się zdarzyć, że powstanie para cząstek w obecności pola elektrycznego. Zaznaczmy, że to, o czym piszemy, nie jest jedynie teoretyczną spekulacją, ale zjawiskiem fizycznym obserwowalnym w laboratorium. Fizycy dysponują jedną z najlepiej potwierdzonych eksperymentalnie teorii przyrodniczych, jaką jest elektrodynamika kwantowa, która pozwala wyliczać prawdopodobieństwa i zachowanie elektronów, pozytonów i pól.

Tak jak to podkreślaliśmy, idea kwantowej kreacji wszechświatów opiera się na analogii do procesu kwantowej kreacji par, ale, jakkolwiek piękna, może okazać się nieprawdziwa. Mamy już intuicję, w jaki sposób para cząstek może pojawić się nagle „z niczego”, a raczej z pola elektrycznego. Czyli jest to typowy przypadek, kiedy „nic” jest jednak „czymś”. Intuicja podpowiada, że zamiast cząstek możemy sobie wyobrazić maleńki balon nagle pojawiający się z niczego w wyniku fluktuacji kwantowej. Barr pisze: „Oczywiście »z niczego« nie rozumiemy tu dosłownie. Taki malutki wszechświat istotnie mógłby pojawić się z ..., no właśnie z czego? Naprawdę z niczego. Nawet nie z pustej przestrzeni”

(bo jej nie ma)¹⁷. Musimy jednak pamiętać, że nasza intuicja odbiega od myślenia relatywistycznego (relacyjnego). Przestrzeń jest fragmentem samego wszechświata i stąd nie istnieje coś na zewnątrz czy wewnątrz balonika. Jedyna rzecz, do której mamy dostęp, to sama powierzchnia balonika – jego powłoka.

W teorii kwantowej, która oferuje konkretny model kreacji wszechświata, każdy układ posiada szereg stanów i są to jego możliwe stany, które może osiągać z określonym prawdopodobieństwem. Zakładając stan wyjściowy, teoria pozwala jedynie wyliczyć prawdopodobieństwo dojścia do określonego stanu.

Jeśli scenariusz kreacji wszechświata *ex nihilo* jest realizowany, to powinniśmy sobie wyobrażać, że zanim wszechświat się pojawił, nie było niczego; nic nie istniało. Nie było cząstek ani przestrzeni, w której mogły one istnieć. Nawet nie było czasu i stąd relacja „po” i „przed” nie była dobrze określona. Barr utrzymuje¹⁸, a my się z nim zgadzamy, że idea wszechświata pojawiającego się w wyniku kwantowej fluktuacji próżni kwantowej pokazuje, że naukowo można wyjaśnić, w jaki sposób „nic” może w naturalny sposób zmienić się w „coś”. Pozostaje jednak fundamentalne pytanie, czy istotnie tak jest. Pytanie jest zasadne, bo fakt istnienia modelu takiego zjawiska nie gwarantuje *a priori*, że jest ono automatycznie realizowane przez wszechświat.

Gdyby tak było, stan wyjściowy byłby stanem „bez wszechświata”, natomiast stan uzyskany – „stanem pojawiającego się wszechświata”. Cały czas zakładamy jednak, że jest to stan kwantowy układu rządzącego się prawami, czyli nie można powiedzieć, że nie istnieje nic.

Barr przywołuje w tym kontekście metaforę konta bankowego. Jest różnica pomiędzy posiadaniem konta bankowego z zerowym stanem i jego nieposiadaniem¹⁹. W takim razie rodzi się pytanie, co oznacza tak naprawdę „stworzenie z niczego”, gdy wyrażenia tego używają fizycy. Odpowiedź jest następująca: zawsze mamy do czynienia z „czymś”, choć jest ono różnie rozumiane w różnych podejściach. Mimo że uczeni

¹⁷ Tamże, 299.

¹⁸ Tamże, 302.

¹⁹ Jeden z nas (M.S) na własnej skórze się o tym fakcie przekonał, gdy bank podwyższył opłatę za konto, na którym był stan zerowy.

posługują się formułą *ex nihilo*, to „nic” jest jednak zawsze „czymś”. Zawsze, w każdym podejściu, faktycznie pojawia się w rozumowaniu badawczym aprioryczne założenie, że istnieją układy fizyczne i prawa rządzące ich zachowaniem, stany układów etc.

S. Hawking ma świadomość tego faktu, gdy zadaje ważne pytanie w kontekście teorii fizycznych, które rozumie jako zbiór zasad i równań, o to, co tchnie ogień w te równania i tworzy wszechświat, który opisują?²⁰. Zauważmy, że fakt posiadania nawet doskonałego modelu matematycznego nie dostarczy odpowiedzi na pytanie: „Dlaczego istnieje wszechświat, który ten model opisuje?”²¹

Modele są przybliżeniami naszej rzeczywistości i dotyczy to również pojęcia czasoprzestrzeni. Penrose z kolei uważa, że idea czasoprzestrzennych punktów jest tylko aproksymacją i powinna być zastąpiona przez bardziej fundamentalną nielokalną realność (*nonlocal entity*)²². Widzimy zatem jak w tym kontekście ważne jest rozróżnienie rzeczywistości i jej modelu matematycznego.

W roku 1982 J. Zeldowicz i L. P. Griszczuk zaproponowali oryginalny model kosmogogenezy kwantowej. W punkcie wyjścia przyjęli oni następujące założenia i warunki wstępne odnośnie do nicości: a) w stanie początkowym nie było niczego oprócz zerowych (próżniowych) drgań wszystkich pól fizycznych, włączając grawitację; w stanie początkowym nie było cząstek, nie było przestrzeni, nie było czasu; c) w wyniku fluktuacji powstała klasyczna geometria zamknięta. Ponieważ realnych cząstek jeszcze nie było, dynamiczna ewolucja tej 3-geometrii była określona przez polaryzację próżni cząstek powstałych z efektów zewnętrznego pola grawitacyjnego; d) wszystkie charakterystyczne parametry powstającego Wszechświata były planckowskie, tj. klasyczna czasoprzestrzeń rozpoczyna swoje istnienie na granicy stosowalności klasycznej teorii ciężenia; klasyczne pole grawitacyjne (zakrzywiona czasoprzestrzeń) odgrywało rolę zewnętrznego pola w stosunku do

²⁰ S. Hawking, *Krótką historia czasu*, tłum. z ang. P. Amsterdamski, Warszawa 2008.

²¹ S. M. Barr, dz. cyt., 303.

²² R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. z ang. J. Przystawa, Warszawa 2006.

innych (kwantowych) pól, włączając kwantową część samego pola grawitacyjnego.²³ Potwierdza to nasz generalny wniosek, że jest to typowa sytuacja, w której „nic” jest „czymś”. W scenariuszu kosmogenezy zaproponowanym przez J. Zeldowicza i L.P. Griszczuka kluczową rolę odgrywają fluktuacje kwantowe pól fizycznych.

W tym samym roku oryginalny model kosmogenezy kwantowej został zaproponowany przez D. Atkaza i H. Pagelsa²⁴. Autorzy ci traktują wszechświat jak cząstkę w dołku potencjału i obliczają prawdopodobieństwo przejścia układu od stanu próżni, rozumianego jako stan o zerowej gęstości energii, do stanu wszechświata, którego ewolucja jest opisywana przez równania Friedmana z członem kosmologicznym.

Bardzo interesujący model powstania wszechświata został zaproponowany przez A. Vilenkina w roku 1984²⁵. Scenariusz kosmogenezy oparł on na analogii do efektu tunelowego, który jest zjawiskiem obserwowalnym w laboratorium i na którego zasadzie opartych jest wiele działających urządzeń. W koncepcji Vilenkina wszechświat tuneluje ze stanu o zerowych rozmiarach, tj. osobliwości kosmologicznej, w której pojęcie czasoprzestrzeni traci sens. Stanem emergentnym jest stan wszechświata opisywany przez model de Sittera. Samo zjawisko ma charakter czysto kwantowy, a jego efektywność mierzy formuła Gamowa na wielkość prawdopodobieństwa przejścia. W tym przypadku „nicość” oznacza osobliwość, ale osobliwość czasoprzestrzeni, w której ona sama traci sens. Dolnym stanem, z którego wyłania się wszechświat klasyczny de Sittera, jest stan osobliwy jednorodnego i izotropowego wszechświata z członem kosmologicznym, czyli znowu nowy przypadek stanu, kiedy „nic” okazuje się być „czymś”²⁶.

²³ J. Zeldowicz, L.P. Griszczuk, preprint Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI RAN SSSR) (1982), 176.

²⁴ Por. D. Atkaz, H. Pagels, *Origin of the Universe as a quantum tunneling event*, Physical Review D 25(1982)8, 2065–2073.

²⁵ Por. A. Vilenkin, *Quantum Creation of Universes*, Physical Review D 30(1984), 509–511.

²⁶ Stan osobliwości jest stanem, w którym pojęcie czasoprzestrzeni traci sens i załamują się prawa fizyki, ale jest to teoria czasoprzestrzeni klasycznej traktowanej jako ciągle continuum. Gdy wychodzimy poza tę teorię, wówczas powinna być ona zastąpiona przez inne pojęcie czasoprzestrzeni dyskretnej. Może być nim na przykład

W roku 1983 J. Hartle i S. Hawking²⁷ (H-H) zaproponowali nowe podejście do kosmologii kwantowej – oparte na koncepcji funkcji falowej dla wszechświata. Jako zbiór klasycznych stanów układu przyjęli zbiór wszystkich zwartych geometrii dla wszechświata jednorodnego i izotropowego przestrzennie (ta przestrzeń jest nazywana minisuperprzestrzenią). Kwantową ewolucję układu opisuje się przez odpowiednik równania Schrödingera w minisuperprzestrzeni. Równanie to nosi nazwę równania Wheelera-deWitta. Jako warunki brzegowe Hartle i Hawking przyjęli, że trójwymiarowe hiperpowierzchnie, na których zadane są pola fizyczne, mają za swój brzeg czterowymiarową rozmaitość bez brzegu. W zaproponowanej teorii możliwe jest policzenie prawdopodobieństwa przejścia układu (wszechświata) z zadanej do innej konfiguracji geometrii i pól fizycznych. Aby wyliczyć takie prawdopodobieństwo, należy wykonać całkowanie po wszystkich historiach łączących stan wejściowy ze stanem wyjściowym. Hartle i Hawking obliczają tę całość funkcjonalną w taki sposób, że jest ona brana po wszystkich metrykach czasoprzestrzennych i polach fizycznych, a zamknięte trójgeometrie są dla niej brzegiem.

Podejście Hawkinga było krytykowane przez G. McCabe'a²⁸. Hawking i Hartle obliczają prawdopodobieństwo kreacji wszechświata z punktu, który McCabe interpretuje jako zbiór pusty („nicłość teoriiomnogościowa”) i na tej podstawie opiera krytykę podejścia H-H. W tym kontekście metafora Barra wydaje się trafna, tzn. jest różnica pomiędzy nieposiadaniem konta (tj. zbiór pusty) a posiadaniem konta z zerowym stanem (tj. punktem o zerowych rozmiarach, ale punktem czasoprzestrzeni o określonej strukturze). Naszym zdaniem McCabe nie

sięć spinowa, jak w pętlowej teorii grawitacji, i wówczas zamiast osobliwości otrzymujemy wielkie odbicie (*bounce*). Wówczas jednak znika problem kreacji *ex nihilo*, ponieważ wielkie odbicie jest stanem kwantowym pomiędzy klasycznymi stanami wszechświata. W tym kontekście interesujące są tzw. wszechświaty oscylacyjne. Por. A. Ashtekar, *The Big Bang and the Quantum*, AIP Conference Proceedings 1241(2010), 109–121.

²⁷ Por. J. Hartle, S. Hawking, dz. cyt.

²⁸ G. McCabe, *The structure and Interpretation of cosmology: Part II. The concept of creation in inflation and quantum cosmology*, Studies in History and Philosophy of Modern Physics 36(2005), 67–102.

widzi różnicę pomiędzy punktem geometrycznym a punktem materialnym. W punkcie geometrycznym jest dobrze określone pole skalarne; można by go wręcz nazwać punktem skalarnym (przez analogię do pojęcia punktu materialnego w mechanice klasycznej). Zauważmy, że wówczas nigdy taki punkt nie może być zredukowany do pojęcia punktu geometrycznego. Taka interpretacja jest jednak błędna, ponieważ zachodzi zasadnicza różnica pomiędzy stanem układu o zerowej objętości, tj. punktem, a zbiorem pustym. W tym stanie są dobrze określone pola fizyczne, a zbiór pusty z definicji nie zawiera elementów.

W modelu Hawkinga i Hartle'a trudno jest obliczać pewne wielkości. Analogiczna sytuacja ma miejsce w chemii kwantowej, której program badawczy posiada cechę zdegenerowanego programu badawczego w sensie Lakatosa. Jest to jednak podejście teoretycznie płodne, a dodanie do programu badawczego nowych hipotez w pasie ochronnym ożywia ten program²⁹. Podejście do kwantowania grawitacji, zaproponowane przez duńsko-polską grupę uczonych: R. Loll, J. Ambjörn i J. Jurkiewicza pokazuje *explicite*, że programu badawczego H-H nie należy zarzucać.

W zakończeniu tego krótkiego przeglądu modeli kosmogenezy warto również wspomnieć o roli Georgesa Lemaître'a, którego wkład do kosmologii relatywistycznej jest ogromny. Znany kosmolog francuski J-P. Luminet podkreśla również rolę Lemaître'a w kontekście opisu początku wszechświata przez teorię kwantową, którą się fascynował od samego początku jej powstania (jest on autorem oryginalnej koncepcji atomu pierwotnego)³⁰.

3. MODELE KOSMOGENEZY KWANTOWEJ JAKO TEORIE POCZĄTKU WSZECHŚWIATA

Z epistemologicznego punktu widzenia interesujące jest pytanie, czym są proponowane modele kosmogenezy kwantowej albo czym

²⁹ R. Loll, J. Ambjörn, J. Jurkiewicz., *Samoorganizujący się kwantowy Wszechświat*, Świat Nauki (2008)8, 26–33.

³⁰ J-P. Luminet, *Editorial note to "The beginning of the world from the point of view of quantum theory"*, arXiv:1105.6271.

chcielibyśmy, żeby były. W poprzednim paragrafie uzasadnialiśmy, że nie są one modelami kreacji *ex nihilo*, ale pragniemy odpowiedzieć na postawione pytanie także w sposób pozytywny.

Z pewnością należy stwierdzić, że jakkolwiek nie dają one jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, jak przebiegała ewolucja wszechświata w pobliżu jego początku, to jednak stanowią intencjonalnie pewną propozycję konstrukcji kwantowego modelu powstania dzisiejszego obserwowalnego wszechświata. Klasyczna teoria wszechświata jest nabudowana na teorii Einsteina, która jest teorią nierenormalizowalną, załamującą się w skali Plancka. Stąd koncepcja teorii kwantowej, która opisuje powstanie wszechświata, jest nie tyle próbą stworzenia teorii ostatecznej (w rodzaju teorii superstrun, która od samego początku posiada inną metodologię i zmierza do kompletnego opisu wszechświata), co konstrukcją pewnej teorii efektywnej, oferującej wyjaśnienie w kategoriach pojęcia emergencji³¹. Dzisiejszy klasyczny obraz wszechświata jest uzyskiwany jako obraz emergentny z obrazu kwantowego. Czyli można powiedzieć, że sam wszechświat w swoim powstaniu był jakby koronnym „świadectwem” emergencji ontologicznej.

Odwołując się do współczesnej teorii emergencji, która wyrosła na bazie klasycznej rekonstrukcji relacji umysł-ciało, odnosimy ją do relacji „model świata kwantowy – model klasyczny”. Za pomocą pojęcia emergencji dokonuje się opisu relacji między dwoma poziomami rzeczywistości, które w pewnych aspektach różnią się w sposób zasadniczy. W związku z tym twierdzi się na przykład, że na poziomie bardziej fundamentalnym (kwantowym) prawa są inne niż na poziomie emergentnym. Własności obiektów na poziomie emergentnym nie da się zredukować, bez zmiany języka opisu, do własności obiektów na poziomie bazowym. Wiedza o obiektach na poziomie bazowym nie wystarcza do dedukcji twierdzeń na poziomie emergentnym. Nas interesuje przede wszystkim emergencja w wersjach ontologicznej i metodologicznej, a zatem dotycząca własności i praw.

W warstwie poznawczej relację emergencji dość dobrze oddaje schemat pojęciowy teorii efektywnych. Takie teorie operują pewnymi

³¹ Por. M. Szydłowski, P. Tambor, *Model kosmologiczny (LCDM, CDM) w schemacie pojęciowym efektywnych teorii Wszechświata*, *Filozofia Nauki* 19(2008), 119–139.

parametrami, których wartości w teorii efektywnej nie są poddawane dyskusji, natomiast zadaje je znana lub nieznaną teorią bardziej fundamentalną albo uzyskujemy je na podstawie doświadczenia empirycznego. Teoria efektywna „działa” w pewnym obszarze fizyki, który da się łatwo wyodrębnić i określić w granicach skali energetycznej. Poza tymi granicami teoria efektywna się załamuje. Istotne jest ustalenie relacji między kolejnymi teoriami efektywnymi, które wzajemnie opierają się na sobie, tworząc swoistą wieżę lub ciąg teorii efektywnych. Metodologicznie dostarcza on narzędzia, które pozwalają rekonstruować procedurę dojścia do teorii najbardziej fundamentalnej.

W kontekście tego artykułu interesujące było zbadanie programu badawczego kosmogogenezy kwantowej. Jest to program konstrukcji modelu emergentnego, wyjaśniającego, jak powstał klasyczny wszechświat obserwowalny.

Fizycy, konstruując i prezentując modele kosmogogenezy kwantowej, nazywają je modelami kreacji wszechświata *ex nihilo*. Przyglądając się bliżej ontologii pojęcia *ex nihilo* w tych podejściach, zawsze dochodzimy do wniosku, że czynione są pewne nietrywialne założenia odnośnie do ontologii tej „nicości”. Nicością fizycy nazywają na przykład stan próżni kwantowej, zerową objętość przestrzeni, z której wyłania się wszechświat, stan, w którym pojęcie czasoprzestrzeni się załamuje (traci sens), zerowe (próżniowe) drgania wszystkich pól fizycznych, punkt, zbiór pusty, itp. Ponieważ fizyka jest tak zbudowana, że zawsze trzeba poczynić założenie o stanie początkowym, by pokazać, że ewolucja prowadzi do dzisiejszego wszechświata, nigdy na początku nie może być mowy o „nicości” w sensie braku fizycznych założeń wyjściowych.

Dokonując metodologicznej analizy rozumowań naukowych, warto zwrócić uwagę także na analizy Jana Woleńskiego, który rozważa status założeń filozoficznych (ontologicznych) w kontekście uzasadnień o charakterze ściśle naukowym (w sensie *science*)³². Po pierwsze, twierdzi, że tezy filozoficzne, jeśli już wpływają na postawy epistemiczne uczonych, to w formie założeń o charakterze psychologicznym

³² Por. J. Woleński, *O tak zwanych filozoficznych założeniach nauki*, w: *Z zagadnień filozofii nauk przyrodniczych*, red. S. Butryn, Polska Akademia Nauk, Instytut Filozofii i Socjologii, Warszawa 1991, 7–16.

i światopoglądowym, a zatem są motywacją do przyjęcia takich, a nie innych postaw. Ich rola jest czysto heurystyczna. Są to założenia filozoficzne naukowca, a nie nauki. Po drugie, tezy filozoficzne nie biorą udziału w rozumowaniach naukowych jako przesłanki czy twierdzenia uzasadniające. Twierdząc, że „tezy filozoficzne nie są racjami logicznymi dla tez naukowych ani też konsekwencjami logicznymi tez naukowych”³³, Woleński stoi na stanowisku, że przepaść logiczna między filozofią a nauką bierze się z tego, że ich języki są niewspółmierne. Natomiast operacja wynikania musi być zrelatywizowana do określonego języka. „Pomostem między nauką a filozofią jest interpretacja filozoficzna tez naukowych”³⁴. Tezy filozoficzne nie są także presupozycjami. Woleński podaje jako przykład kategorii Kanta i wskazuje, że są one presupozycjami, ale dla filozofii nauki, a nie dla nauki jako takiej. Jest to filozofia przyrody w sensie ścisłym, ale odrębnym od argumentacji naukowych³⁵. W naszym przypadku szczególnie trafny jest następujący pogląd Woleńskiego: „Lektura prac naukowców, zwłaszcza fizyków, świadczy, że rozumienie i wykładnia sensu, pojęć i twierdzeń nauki odbywa się w ramach dialogów operujących kategoriami filozoficznymi, ale profesjonalny produkt tej pracy, tj. artykuły fachowe, monografie czy podręczniki, jest zwykle wypreparowany z owej hermeneutyki”³⁶.

Jak zatem ma się sprawa z założeniami dotyczącymi początku Wszechświata? Kosmogeneza kwantowa jest modelem powstania wszechświata, w którym czyni się pewne założenia odnośnie do warunków początkowych dla tego procesu. Modele kosmogenezy nie są modelami typu ewolucyjnego, tak jak standardowy model wszechświata. W tych modelach nie występuje pojęcie czasu jako takiego (kosmicznego), co szczególnie widać w podstawowym równaniu modelu H-H, czyli równaniu Whellera-deWitta, które jest określone na zbiorze trójgeometrii. W podejściach H-H czy też podejściu Vilenkina czas został

³³ Por. J. Woleński, dz. cyt., 14.

³⁴ Tamże.

³⁵ Za założenie w rozumowaniu fizyka można przyjąć jedynie to, co jest dobrze uzasadnione przez empirię, i stąd nie może to być natury filozoficznej, gdzie brak ostatecznych rozstrzygnięć.

³⁶ Por. J. Woleński, dz. cyt., 15.

„zeuklidesowany” poprzez zastąpienie t – czasu kosmologicznego – przez czas it , gdzie i jest jednostką urojoną. Można zatem powiedzieć, że kosmogeneza kwantowa działa w tym „obszarze” ewolucji wszechświata, kiedy czasu w sensie klasycznym jeszcze nie było.

Wracamy zatem do pytania: jaki charakter mają założenia w modelach kosmogenezy? Naszym zdaniem są to założenia o stanie początkowym wszechświata, ale są one założeniami o charakterze fizycznym, a nie matematycznym, ani tym bardziej filozoficznym. Teorie kwantowe opierają się na obliczaniu prawdopodobieństwa przejścia z danego do określonego stanu poprzez tzw. propagator. Stąd z definicji oba te stany można określić zadając pytanie o prawdopodobieństwo przejścia. Niezależnie od tego teorie te *implicite* zakładają, że takie stany, układy istnieją. Nie jest to jednak założenie o charakterze filozoficznym. W związku z tym podzielamy pogląd J. Woleńskiego o braku założeń filozoficznych w fizyce³⁷ i twierdzimy, że jest zasadny także w przypadku kosmologii, w której nie dostrzegamy takich założeń w konstrukcji modeli kosmologicznych powstania wszechświata.

4. WNIOSKI

W pracy badaliśmy status metodologiczny i ontologiczny modeli kwantowej kosmogenezy. Zauważamy, że w kontekście metodologicznym modele te pełnią rolę teorii efektywnej, która zmierza do kwantowego opisu początku wszechświata. Celem tej teorii nie jest ostateczny opis początków ewolucji, ale pewien opis efektywny, posługujący się pojęciem emergencji: dzisiejszy klasyczny obraz Wszechświata (powiedzmy dla uproszczenia, wszechświata de Sittera) wyłania się z obrazu wszechświata, w którym obowiązują prawa fizyki kwantowej. Prezentując reprezentatywne modele kosmogenezy kwantowej, pokazaliśmy ich słabe strony i ukryte założenia stawiane w punkcie wyjścia. Te założenia nie są ani oczywiste, ani empirycznie uzasadnione. Poddaliśmy następnie krytyce pewne próby rekonstrukcji *ex nihilo* w terminach teoriomnogościowych jako zbioru pustego. Wskazaliśmy, że McCabe błędnie, nieadekwatnie interpretuje *ex nihilo* jako zbiór

³⁷ Por. J. Woleński, dz. cyt.

pusty, ponieważ jest to punkt skalarny, a więc niepusty. Pojęcie zbioru pustego należy do teorii mnogości i na terenie fizyki nie jest używane. W całości funkcjonalnej, którą wyliczamy, granice są trójgeometriami.

Patrząc na problem, tę zasadniczą rozbieżność między filozoficzną a przyrodniczą konotacją terminu *ex nihilo*, odwołajmy się do klasycznego w metodologii nauk rozróżnienia na kontekst odkrycia i uzasadnienia. Posługując się tym rozróżnieniem Reichenbacha³⁸, można powiedzieć, że do kontekstu odkrycia, który uwzględnia czynniki pozanaukowe: psychologiczne, socjologiczne, światopoglądowe, należą także filozoficzne przekonania uczonych, natomiast prace badawcze są produktem, który nazywamy kontekstem uzasadnienia, i tam w rozumowaniach nie występują w roli przesłanek tezy filozoficzne. Niektórzy filozofowie nauki o nastawieniu socjologicznym, jak Bruno Latour, twierdzą wręcz, że pisanie prac naukowych stanowi coś w rodzaju gry z czytelnikiem. Latour zwraca uwagę na psychologiczne motywacje piszących prace naukowe, które mają w praktyce niejako „zwyciężyć”, zdobyć czytelników³⁹. Zdaje się zatem, że pisanie artykułu naukowego może być interpretowane jako pewien rodzaj erystyki lub retoryki. „Używam różnych chwytów, by zdobyć widownię”. Stanowisko Latoura Jutta Schickore określa mianem „antropologii laboratorium”, a Latour jest kimś w rodzaju „laboratory anthropologist”⁴⁰.

Nasz argument o braku założeń filozoficznych w dyskusji o *ex nihilo* w kosmologii opieramy na fakcie, że nie znajdujemy ich w założeniach modeli kosmogenez, gdzie mogłoby to być ich szczególne i metodologicznie uprzywilejowane miejsce. Analizując status ontologiczny *ex nihilo*, odnajdujemy, że to „nic” jest zawsze „czymś fizycznym”! Innymi słowy, *case study* kosmologii pozwala ekstrapolować pogląd Woleńskiego: nie tylko fizycy, ale i kosmologowie nie posługują się w rozumowaniach przesłankami o charakterze filozoficznym.

Fakt, że fizycy używają terminu *ex nihilo*, który skądinąd posiada konotacje metafizyczne, nie powinien nas zwodzić i sugerować, że

³⁸ H. Reichenbach, *Experience and Prediction*, Chicago 1938.

³⁹ B. Latour, *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Harvard University Press, Cambridge, MA. 1987.

⁴⁰ Por. J. Schickore, dz. cyt., 326.

w kosmologii dokonywane są założenia o takim charakterze. Naturalnie można mówić o tym, że istnieją poglądy filozoficzne kosmologów. Jedni będą zakładać, że problem stałej kosmologicznej jest problemem w kosmologii i trzeba wyjaśnić, dlaczego jej wartość jest taka mała, podczas gdy inni powiedzą: „wszechświat jest taki, jaki jest”. Ci drudzy uznają po prostu, że wszechświat jest niepowtarzalnym „eksperymentem” i naszym zadaniem jest go badać, a nie zastanawiać się, dlaczego jego parametry są takie, jakie są, bo przecież mogłyby być inne.

Jest to w istocie kwestia jakiegoś filozoficznego wyboru, na przykład pomiędzy zasadą szczególnego dostrojenia i zasadą indyferentyzmu. Natomiast ten wybór, jakkolwiek jest wyborem natury filozoficznej i może już mieć wpływ na problemy, które chcemy wyjaśniać, nie będzie relewantny w kontekście konstruowanego modelu i rozumowań na nim opartych, gdzie w punkcie wyjścia formułujemy hipotezy i dalej z nich dedukujemy.

W pracy zbadaliśmy też status metodologiczny modeli kosmogenezy kwantowej i zauważyliśmy, że mamy do czynienia z teoriami efektywnymi opisującymi, jak powstaje wszechświat. W tych teoriach wykorzystywana jest analogia do procesów znanych z laboratorium, opisywanych przez elektrodynamikę kwantową. W konstrukcji tych modeli należy zadać stan, który układ kwantowy ma osiągnąć. Jest to klasyczny stan wszechświata, którym rządzą Einsteinowskie równania pola. Ten układ osiąga swój stan klasyczny w wyniku pewnego procesu kwantowego. Czyli z metodologicznego punktu widzenia, stanem wyjściowym – dolnym poziomem emergencji – są przyjęte założenia, natomiast stanem finalnym – górnym poziomem emergencji – są prawa, które rządzą obserwowalnym wszechświatem. Podsumowując, celem konstrukcji modeli kosmogenezy kwantowej jest uzyskanie modelu wszechświata emergentnego, opisującego dzisiejszy wszechświat⁴¹.

BIBLIOGRAFIA

Ashtekar A., *The Big Bang and the Quantum*, AIP Conference Proceedings 1241(2010), 109–121.

⁴¹ Por. A. T. Mithani, A. Vilenkin, *Instability of an emergent Universe*, arXiv:1403.0818.

- Atkatz D., Pagels H., *Origin of the Universe as a quantum tunneling event*, *Physical Review D* 25(1982)8, 2065–2073.
- Barr S. M., *Współczesna fizyka a wiara w Boga*, tłum. z ang. A. Molek, Techtra, Wrocław 2005.
- Brandenberger R., *Do we have theory of early universe?*, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* (2014), w druku.
- Blanco-Pillado J.J. i inni, *Bubbles from nothing*, arXiv: 1104.5229.
- Brown A.R., Dahlen A., *On nothing*, arXiv: 1111.0301.
- Butterfield J., *The Arguments of Time*, Oxford University Press, Oxford 1999.
- Craig W.L., *Hartle-Hawking Cosmology and Atheism*, *Analysis* 56(1997), 291–295.
- Craig W.L., *Philosophical and Scientific Pointers to Creation ex Nihilo*, *Journal of the American Scientific Affiliation* 32(1980)1, 5–13.
- Craig W. L., *What place, then, for a creator?: Hawking on God and Creation*, *British Journal for the Philosophy of Science* (1990), 473–491.
- Fomin P. I., *Gravitational instability of vacuum and cosmological problem*, *Dokłady Akademii Nauk Ukrainkoj SSR* 9A(1973), 831–835.
- Hartle J., Hawking S., *Wave Function of the Universe*, *Physical Review D* 28(1983), 2960–2975.
- Hawking S.W., *Krótką historia czasu*, tłum. z ang. P. Amsterdamski, Warszawa 2008.
- Hossenfelder S., *Gravity be neither classical nor quantized*, arXiv:1212.0454.
- Kowalski-Glikman, J., *Graal kwantowej grawitacji*, *Świat Nauki* (2008), 42–49.
- Latour, B., *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Harvard University Press, Cambridge, MA. 1987.
- Loll R., Ambjörn J., Jurkiewicz J., *Samoorganizujący się kwantowy Wszechświat*, *Świat Nauki* (2008)8, 26–33.
- Luminet J-P., *Editorial note to “The beginning of the world from the point of view of quantum theory”*, arXiv:1105.6271.
- Maryniarczyk A., *Odkrycie prawdy o stworzeniu świata*, *Zeszyty z Metafizyki* 3(2001), 33–76.

- McCabe G., *The structure and Interpretation of cosmology: Part II. The concept of creation in inflation and quantum cosmology*, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 36(2005), 67–102.
- Meissner K. A., *Czas i przestrzeń*, w: *Przestrzeń w nauce współczesnej*, tom 2, red. S. Symotiuk i G. Nowak, Wyd. UMCS, Lublin 1999, 35–39.
- Mithani A.T., Vilenkin A., *Instability of an emergent Universe*, arXiv:1403.0818.
- Penrose R., *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. z ang. J. Przystawa, Warszawa 2006.
- Reichenbach H., *Experience and Prediction*, Chicago 1938.
- Schickore J., *Doing Science, writing Science*, *Philosophy of Science* 75(2008), 323–345.
- Smith Q., *Quantum Cosmology implication of atheism*, *Analysis* 57(1997)4, 295–304.
- Sokołowski L.M., *Czas a grawitacja kwantowa*, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce* 27(2000), 3–32.
- Szydłowski M., Golbiak J., *Kontekst odkrycia idei kreacji Wszechświata z kwantowej fluktuacji próżni*, *Zagadnienia Naukoznawstwa* 3–4(2007), 369–384.
- Szydłowski M., Tambor P., *Model kosmologiczny (LCDM, CDM) w schemacie pojęciowym efektywnych teorii Wszechświata*, *Filozofia Nauki* 19(2008), 119–139.
- Świerzyński A., *Początek jako kategoria filozoficzna*, *Otwarte Referarium Filozoficzne* 2(2009), 3–13.
- Tryon E. P., *Is the Universe vacuum fluctuation?*, *Nature* (1973)246, 396–397.
- Turner M., *The cosmology of nothing*, arXiv:astro-ph/97033195.
- Woleński J., *O tak zwanych filozoficznych założeniach nauki*, w: *Z zagadnień filozofii nauk przyrodniczych*, red. S. Butryn, Polska Akademia Nauk, Instytut Filozofii i Socjologii, Warszawa 1991, 7–16.
- Vilenkin A., *Quantum Creation of Universes*, *Physical Review D* 30(1984), 509–511.
- Zeldowicz J., Griszczuk L.P., preprint Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IKI RAN SSSR) (1982), 176.

ONTOLOGICAL AND EPISTEMOLOGICAL ASPECTS OF THE MODELS OF QUANTUM COSMOGENESIS COSMOLOGY

Abstract. This paper studies the ontology of the term “*ex nihilo*” as used by physicists in the context of constructing quantum cosmogenesis models. The meaning of the term “*ex nihilo*” in the representative approaches of Tryon and Fomin, Zeldovich–Grishchuk, Vilenkin and Hartle–Hawking is indicated and, in each case, the word “nothing” turns out to be actually “something”. We also examine the epistemological status of quantum cosmogony models and show that they are effective theories of the early evolution of the universe at the Planck epoch.

These theories’ baseline – the low level of emergence – is always a physical reality (e.g. quantum vacuum fluctuations). The high level of emergence is a de Sitter universe. The mechanisms of emergence are quantum processes and lead to a classical world. The multiplicity of these approaches corresponds to the different proposals for quantum mechanism.

Moreover, the paper undertakes Woleński’s question: “Is physics based on philosophical assumptions?” The question is placed in the context of cosmology understood as the physics of the universe. We argue that if such assumptions cannot be found in the models of quantum cosmogony, neither can they be found in cosmology as such. In the paper it is demonstrated that all models of quantum origin are realizations of the idea of emergence of the classical world from quantum rules acting in the quantum universe, thus a lower state of the emergence cannot be empty at the very beginning.

Keywords: quantum cosmogenesis, *ex nihilo*, universe