

ZBIGNIEW DROZDOWICZ*

Trzy wizje wszechświata: Newton – Einstein – Hawking

Kilka wstępnych uwag

W wielu mitologicznych wierzeniach pojawia się przekonanie, że z nicości nic powstać nie może. Coś zatem musiało istnieć przed istnieniem tego wszechświata, który obecnie istnieje. W mitologii greckiej nazywano to *chaosem*, oznaczającym nieuporządkowany stan pierwotnych elementów wszechświata. Musiała jednak również istnieć taka siła, która wprowadziła w nich swój porządek. Różnie tę siłę nazywano. Jednak w każdym przypadku musiała ona mieć taką moc, której nie mógł mieć nie tylko żaden człowiek, ale także żaden taki bóg, który do swojego zaistnienia potrzebował jakiejś siły sprawczej. W świetle eposu Hezjoda, zatytułowanego: *Narodziny bogów*, takiej mocy nie posiadał również ojciec wielu bogów Kronos. Miała ją natomiast Gaja (Ziemia) oraz miał ją bóg miłości Eros (Hezjod 1999). W mitologicznych wierzeniach babilońskich taka siła sprawcza przypisywana była nie tylko płaskiej Ziemi, ale także stanowiącym jej zabezpieczenie Niebiosom. W starotestamentowej Księdze Rodzaju mowa jest również o Ziemi i Niebiosach. Jednak w świetle tego przekazu powołane zostały one do istnienia przez tego samego Boga, który dostrzegł, że „Ziemia zaś była bezładem i pustkowiem: ciemność była nad powierzchnią bezmiaru wód, a Duch Boży unosił się nad wodami. Wtedy Bóg rzekł: Niechaj się stanie światłość! I stała się światłość. Bóg widząc, że światłość jest dobra, oddzielił ją od ciemności. I nazwał Bóg światłość dniem, a ciemność nazwał nocą” (Rdz 1, 3–5. Biblia 1984).

Te wizje miały przynajmniej niektóre wspólne punkty z tymi, które kreślili starożytni filozofowie greccy. Anaksymander z Miletu wychodził z założenia, że stanem pierwotnym była nieruchoma Ziemia, którą otaczała kula ognia. Z rozpadu tej kuli powstał wszechświat, który składa się z nieskończonej liczby cząsteczek, różniących się rozmiarami i kształtem, oraz z nieskończonej próżni. Zasadą, której on podlega, określaną przez niego mianem *apeironu*, jest ścieranie się przeciwieństw – takiej m.in. jak woda i ogień. Uznawał ją za równie wieczną, jak te cząsteczki, z których składa się wszystko to, co istnieje we wszechświecie (Kirk i in. 2003, s. 110 i nn.). Do jego wizji wszechświata nawiązywali m.in. Epikur i epikurejczycy. Natomiast istotne korekty wprowadzali

* Prof. dr hab. Zbigniew Drozdowicz (drozd@amu.edu.pl), Instytut Kulturoznawstwa, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

do niej zarówno Platon, jak i Arystoteles. Pierwszy z nich wprawdzie również uznawał, że w centrum wszechświata znajduje się nieruchoma Ziemia, jednak dodawał, że otoczona jest ona ciałami niebieskimi poruszającymi się po takim doskonałym torze, jaki stanowi ruch po kole, przy czym każde z nich obraca się również wokół własnej osi. Moc sprawczą tych ruchów przypisywał on tajemniczemu Demiurgowi (Platon 2005, s. 677 i nn.). Według Arystotelesa zarówno wszechświat, jak i jego porządek istnieją wiecznie. Jednak rolę Platońskiego Demiurga scedował na „boską substancję niebiańskich sfer”, nazwaną przez niego *eterem*. Wprowadził również korektę w pojmowaniu i przedstawianiu tego, co istnieje wiecznie i samo przez się, tj. substancji. Odróżnił w niej istotę (*to ti ên einai*, „co to miało być”) oraz istnienie (to, co jest). W Księdze VII swojej *Metafizyki* stwierdza, że konkretna substancja jest połączeniem zarówno materii, jak i formy. Natomiast w jej Księdze VIII odróżnia materię substancji jako podłoże od formy jako jej wzoru istnienia (Arystoteles 1983). W drugim wieku n.e. Klaudiusz Ptolemeusz w dziele *Mathematike Syntaxis* przedstawił geocentryczną wizję wszechświata. W jego centralnym punkcie umieszczona została Ziemia, wokół której krążyć mają inne planety, przy czym jedne z nich zajmują pozycje górne w stosunku do Słońca, natomiast inne dolne, a środki orbit takich planet jak Słońce i Księżyc leżą nieco poza Ziemią, co sprawia, że raz się one do niej przybliżają, natomiast innym razem się od niej oddalają. Wyliczył on przy tym „okresy gwiazdne” dla każdej z nich. Przykładowo: dla Merkurego miały one wynosić 88 dni ziemskich, a dla Wenus – 225 dni ziemskich (Ptolemy 1940). Ta wizja wszechświata dawała się pogodzić z wizją chrześcijańską i znajdowała uznanie przez wiele stuleci nie tylko u teologów, ale także u wielu filozofów i uczonych.

Pierwsza poważniejsza „rysa” na niej pojawiła się już jednak za sprawą opublikowanego w 1543 roku dzieła Mikołaja Kopernika *O obrotach ciał niebieskich*. Dzisiaj mówi się o nim, że „zatrzymał Słońce i poruszył Ziemię”, bowiem uznał, że to ta druga porusza się wokół tego pierwszego, a nie odwrotnie. Wizja wszechświata Kopernika jest rewolucyjna w stosunku do tych wszystkich wizji, które pojawiły się wcześniej. Już w jego napisanym ok. 1510 roku *Zarysie nowego mechanizmu świata i ruchów niebieskich* pojawiają się stwierdzenia, że 1. „nie istnieje wspólny środek dla wszystkich kręgów, czyli sfer niebieskich”; 2. „środek Ziemi nie jest środkiem świata, ale jedynie środkiem ciężkości”; 3. „wszystkie drogi gwiazd błędnych otaczają dookoła Słońce, w pobliżu którego znajduje się środek świata”; 4. „stosunek odległości Słońca od Ziemi do odległości firmamentu jest mniejszy aniżeli promienia Ziemi do odległości Słońca”; 5. „cokolwiek ruchomego dostrzegamy na całym firmamencie, nie pochodzi z własnego jego ruchu, ale wywołane jest ruchem samejże Ziemi”; 6. „jakikolwiek ruch wydawałoby się mieć Słońce, zjawisko takie nie pochodzi z własnego jego ruchu, lecz jest złudzeniem powstałym skutkiem ruchu Ziemi oraz jej kręgu, po którym toczymy się dookoła Słońca, albo też dookoła jakiej innej gwiazdy”; 7. „dostrzegane u błędnych gwiazd cofa-

nie się i posuwanie się naprzód nie jest ich własnym ruchem, ale także jest złudzeniem, pochodzącym z ruchomości Ziemi” (Kopernik 2004, s. 23 i nn.). Kilkadziesiąt lat później Johannes Kepler dopisał swój rozdział do tej rewolucji w kosmologii, wykazując w swoich *Tajemnicach kosmosu* nie tylko to, że planety poruszają się nie po torach kołowych, lecz eliptycznych, ale także, że „planety nie są uwięzione w sferach” (jak utrzymywał Arystoteles), bowiem, gdyby tak było, to „między kolejnymi sferami musiałyby pojawiać się trudna do wyjaśniania pusta przestrzeń”, a to by oznaczało, że „Wszechświat nie jest nie tylko najpiękniejszym, ale także najlepszym z możliwych”. Stawiałoby to pod znakiem zapytania działania takiej doskonałej przyczyny jego powstania jaką stanowi nie tylko w jego przekonaniu Bóg (Kepler 1992).

Wizja Newtona

Przywołane wyżej wizje wszechświata znane były angielskiemu uczonemu, profesorowi Uniwersytetu Cambridge, Izaakowi Newtonowi (1642–1726). Te, które kreslili starożytni filozofowie uznał za już „zamknięty” rozdział historii. Natomiast za wartę poważnej dyskusji uznał te, które pojawiły się w czasach jemu współczesnych. Jedną z nich była wizja nakreślona przez Kartezjusza (wł. René Descartes, 1596–1650). W jej świetle są trzy prawa natury – w myśl pierwszego z nich wszechświat jest wypełniony materią, która podzielna jest „na tyle części, że w żaden sposób pomyśleć nie możemy sobie cząstki tak znikomo małej, abyśmy nie rozumieli, że ona dzieli się znowu na inne, jeszcze mniejsze”; w drugim z nich przyjmuje się, że „każda część materii rozpatrywana z osobna nigdy nie dąży do tego, by poruszać się po liniach krzywych, lecz tylko po prostych”; natomiast w trzecim, że „gdy ciało będące w ruchu zderza się z innym, wówczas, jeśli mniejszą ma siłę do zderzenia po linii prostej aniżeli tamto do stawienia mu oporu, wtedy zwraca się w przeciwną stronę, i zachowując swój ruch, traci jego pierwotny kierunek; jeśli jednak większą ma siłę, wówczas porusza wraz z sobą to drugie ciało i tyleż traci ze swego ruchu, ile go tamtemu udziela” (Descartes 1960, s. 51 i nn.). Dopelnieniem tych trzech praw jest podział wszechświata na trzy światy: „Słońce i gwiazdy stałe należą do pierwszego z nich, Ziemia z kometami do drugiego, a niebiosa do trzeciego z nich”. Natomiast Kartezjańska teoria wirów miała stanowić wyjaśnienie, dlaczego „materia krąży dookoła swojego środka”.

Ta wizja wszechświata stanowiła poważne wyzwania intelektualne dla Newtona. Polemizował z nią m.in. w swoim fundamentalnym dziele, tj. w *Matematycznych zasadach filozofii naturalnej*. Jego teoria grawitacji stanowi bezpośrednią odpowiedź na Kartezjańską teorię wirów. Potwierdzeniem tego jest kończące Księgę II tego dzieła stwierdzenie, że „hipoteza o wirach jest całkowicie nie do pogodzenia z obserwacjami astronomicznymi, i bardziej wprawia w zakłopotanie niż wyjaśnia ruchy na niebie” (Newton 2021, s. 527 i nn.). W punkcie wyjścia do rozważań zawartych w jego Księ-

dze III, zatytułowanej: *O układzie słonecznym*, wychodzi on od przedstawiania czterech jego zasad. W ostatniej z nich stwierdza, że „na mocy doświadczeń i astronomicznych obserwacji stwierdzono ogólną zasadę, że wszystkie ciała znajdujące się ponad Ziemią ciążą w kierunku Ziemi w proporcji do ilości zawieranej przez nie materii (...) ich ciężenie zaś zmniejsza się, gdy ciała oddalają się od Ziemi”. Następnie przedstawia wyniki obserwacji Borelliego, Townley’a i Cassiniego, które wskazują na to, że „siły ustawicznie odciągające księżycy Jowisza od ich prostoliniowego ruchu i utrzymujące je na właściwych orbitach, działają w stronę środka Jowisza i są odwrotnie proporcjonalne do kwadratów odległości księżyców od tego środka. (...) to samo można stwierdzić o księżycach okrążających Saturna (...) a także Merkurego, Wenus i innych wokółsłonecznych planet (...) Tak więc istnieje siła grawitacji działająca w kierunku wszystkich planet...”. Stąd wniosek, że „siła grawitacji działająca w stronę każdej planety, jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od centrum planety. (...) Siłę, która utrzymuje ciała niebieskie na ich orbitach, nazywaliśmy dotychczas siłą dośrodkową. Skoro jednak stało się jasne, że nie może być ona niczym innym, jak siłą grawitacji, będziemy odtąd nazywali ją grawitacją”. W *Scholium ogólnym*, zamieszczonym na końcu tego dzieła, dodaje, że „grawitacja jest proporcjonalna do ilości materii (jej masy) w organizmie i rozciąga się na ogromne odległości w naszym Układzie Słonecznym”. W tym podsumowaniu znajduje się również stwierdzenie, że „ten najpiękniejszy układ złożony ze Słońca, planet i komet może być tylko zamysłem, i podlegać władzy inteligentnej i potężnej Istoty (...) Ta Istota rządzi wszystkim, nie jako duch Wszechświata, ale jako Pan nad wszechrzeczą, i dlatego nazywamy go Panem Bogiem (Pankratorem) czyli Władcą Wszechświata. (...) Bóg Najwyższy jest Istotą odwieczną, nieskończoną, doskonałą. Jednak istota, nawet doskonała, która nie miałaby królestwa, nie mogłaby być nazywana Panem Bogiem”.

Dla niejednego ze współczesnych Newtonowi uczonych i filozofów siła grawitacji wyglądała dosyć zagadkowo i domagali się od niego dodatkowych wyjaśnień. Jednym z nich był Gottfried Leibniz. Newton w liście do niego z lutego 1693 roku napisał, że ci, którzy pojmują grawitację jako „nieznany im mechanizm, dzięki któremu wszystkie ciała zmierzają w stronę środka Ziemi”, nie są w błędzie. Jednak „jeśli mają na myśli, że rzecz jest wykonywana bez żadnego mechanizmu, za pomocą prostej, prymitywnej cechy lub prawa Bożego, które wywołuje ten efekt bez użycia jakichkolwiek zrozumiałych środków, to jest to nierozsądne i tak tajemne, (...), że niemożliwe jest, aby (...) choćby anioł lub sam Bóg podjął się próby wyjaśnienia tego”. (Newton 2004. s. 116 i nn.). Newton prowadził również korespondencję z teologiem i filologiem klasycznym Richardem Bentleyem. Dla niego najważniejszą częścią *Matematycznych zasad filozofii naturalnej* znajdowała się w zamieszczonym na końcu tego dzieła *Scholium ogólnym*, tj. we wskazaniu na konieczność istnienia Pankratora. W liście do Newtona Bentley od-

pisał, że „jeśli chodzi o grawitację, niemożliwe jest, aby była ona współlistniejąca i istotna dla Materii lub kiedykolwiek przez nią nabyta. Nieistotne i współlistniejące z Materią; bo wtedy nawet nasz System byłby wieczny (gdyby mogła go uformować grawitacja) wbrew przypuszczeniom naszego ateisty (...). Niech bowiem przypisują jakiś czas, w którym Materia zwołała się z Chaosu do naszego Systemu, muszą stwierdzić, że przed danym czasem materia grawitowała wiecznie bez zwoływania się, co jest absurdem (...)” (Newton 1959, s. 249). W odpowiedzi Newton stwierdził, że „nie widzi niczego nadzwyczajnego w skłonności osi Ziemi do udowodnienia istnienia bóstwa”. Jednak szukanie go w takich zjawiskach, jak zmienność pór roku, czy dobowe obroty Słońca nie ma naukowego uzasadnienia, bowiem „ich przyczyny są czysto mechaniczne”.

Wizja Einsteina

Albert Einstein (1879 – 1955) nie tylko zaproponował swoją wizję wszechświata, ale także ocenił i docenił te naukowe osiągnięcia, które były udziałem m.in. takich uczonych, jak: Kopernik, Kepler, Galileusz i Newton. O tym pierwszym napisał, że „otworzył najlepszym oczyma to, iż jasne zrozumienie pozornych ruchów planet na niebie najlepiej da się osiągnąć, jeśli ruchy te uważa się za obieganie przez planety Słońca pomyślanego jako nieruchome” (Einstein 2001, s. 132 i nn.). O tym drugim, że pokonał taką trudność, jaką stanowiło „ustalenie faktycznych ruchów obiegowych” planet wokół Słońca. Natomiast o trzecim z nich, że „znalazł prawo bezwładności i prawo swobodnego spadku w polu ciężkości Ziemi. (...) Nam mogłoby się wydawać, że od odkrycia Galileusza do prawa ruchu Newtona jest tylko mały krok. Trzeba jednak zauważyć, że obydwie wersje wypowiedzi w formie swojej odnoszą się do ruchu jako całości, podczas gdy prawo ruchu Newtona daje odpowiedź na pytanie: jak wyraża się stan ruchu punktu materialnego w nieskończenie krótkim czasie pod wpływem zewnętrznej siły? Dopiero dzięki przejściu do rozpatrywania procesu podczas nieskończenie krótkiego czasu (prawo różniczkowe) doszedł Newton do sformułowania prawa dotyczącego dowolnych ruchów. (...) Dopiero połączenie: (prawo ruchu) plus (prawo przyciągania) tworzy tę wspaniałą budowlę myślową, która na podstawie istniejącego w jednej chwili układu pozwala obliczać wcześniejsze i późniejsze stany, o ile procesy przebiegają wyłącznie pod działaniem grawitacji. Logiczna zamkniętość newtonowskiego systemu pojęciowego polegała na tym, że jako przyczyna przyspieszenia mas układu występowały tylko masy. Na tej podstawie naszkicowanej tutaj bazy udało się Newtonowi wyjaśnić ruchy planet, księżyców i komet aż do drobnych szczegółów, ponadto przyływy i odpływy, ruch precesyjny Ziemi. (...) Znaczenie dzieła Newtona polegało jednak nie tylko na tym, iż stworzył on użyteczne i zadowalające pod względem logicznym podstawy dla właściwej mechaniki; stanowiło ono aż do końca XIX wieku program wszelkich badań teoretycznych w fizyce”.

To wielkie naukowe dokonanie Newtona miało jednak co najmniej jedno dyskusyjne uproszczenie. Stanowiła je „próba sprowadzenie wszelkich zdarzeń fizycznych do samych ruchów niezmiennych samych w sobie atomów. Przestrzeń, czas, atomy – te ostatnie wyposażone w bezwładność i siły oddziaływania wzajemnego – wydawały się jedyną możliwą do pomyślenia podstawą wszelkiej teorii fizycznej. Wtedy nastąpiła pierwsza wielka zmiana, którą stanowiło stworzone przez Faradaya i Maxwella pojęcie pola elektrycznego i magnetycznego. Owo pojęcie pola uzyskało fundamentalną niezależność obok cząstek materialnych”. Kolejnym przełomem w fizyce teoretycznej było uwolnienia tego pola przez Heinricha Hertza „od wszelkich dodatków zasobów pojęciowych mechaniki”, a przez H.A. Lorentza od „nośnika materialnego”. „Teoria Maxwella-Lorentza z konieczności prowadziła do szczególnej teorii względności, która wraz ze zniszczeniem pojęcia absolutnej równoczesności wykluczyła istnienie sił działających na odległość” i „wykazała również, że prawo ruchu Newtona można uważać jedynie za prawo graniczne spełnione tylko dla małych prędkości (...)” (Einstein 2001, s. 178 i nn.).

Ogólna teoria względności została sformułowana przez Einsteina w 1915 roku. Odpowiadając na pytanie: na czym polega zasadnicza różnica między nią i prawami ruchu sformułowanymi przez Newtona?, jej autor stwierdza, że w niej „miejsce newtonowskiego prawa oddziaływania za pośrednictwem grawitacji zajmuje układ najprostszych ogólnie współzmienniczych równań różniczkowych, jaki można ułożyć dla tensora $g_{\mu\nu}$. Powstaje on przez porównanie do zera jednokrotnie zwężonego tensora krzywizny Riemanna ($R_{\mu\nu} = 0$). Sformułowanie to pozwala na badanie problemu ruchu planet, dokładniej – badanie problemów ruchu punktów materialnych o praktycznie znikających masach w (centralnie symetrycznym) polu grawitacyjnym wytworzonym przez punkt materialny pomyślany jako «spoczywający». Nie zdaje ono spraw ani z oddziaływania «poruszających się» punktów materialnych na pole grawitacyjne, ani nie pokazuje, jak centralna masa wytwarza pole grawitacyjne” (Einstein 1999, s. 217 i n.). Do tej teorii dołączył on sformułowaną w 1917 roku teorię wszechświata, nazwaną przez niego „geometrią Wszechświata”. W odróżnieniu zarówno od geometrii euklidesowej, jak i geometrii riemanowskiej stanowi ona taką „interpretację fizyczną geometrii”, w której „świat jest przestrzennie skończony. Musi to mieć miejsce wtedy, gdy jest jakaś różna od zera średnia gęstość materii ważkiej w przestrzeni wszechświata. Objętość przestrzeni wszechświata jest tym większa, im mniejsza jest ta średnia gęstości. (...) oszacowanie średniej gęstości wydaje się wykluczone”. „Załóżmy (jednak), że znamy np. rozkład statystyczny gwiazd w Galaktyce oraz ich masy. Możemy wtedy obliczyć pole grawitacyjne według prawa Newtona, a także średnie prędkości, które muszą mieć gwiazdy, aby Galaktyka nie zapadła się wskutek wzajemnych oddziaływań gwiazd, lecz utrzymała swoje rozmiary. Jeśli teraz rzeczywiste średnie prędkości gwiazd, które przecież dają się mierzyć, były mniejsze niż obliczone, to byłoby to dowodem, iż rzeczywiste

przyciąganie na dużych odległościach jest mniejsze niż według prawa Newtona. Z takiego odchylenia można byłoby pośrednio dowodzić skończoności świata, a nawet oszacować jego rozmiary”. W tej wizji wszechświat jawi się nie tylko jako skończony, ale także kulisty (z trójwymiarowym uogólnieniem powierzchni kuli), oraz posiadający swój „promień” (określany przez jego całkowitą masę).

Wizja Hawkinga

Zasadność wizji wszechświata Einsteina została postawiona pod znakiem zapytania w 1922 roku przez rosyjskiego fizyka i matematyka Aleksandra Friedmanna, a w 1924 roku przez amerykańskiego astronoma Edwina Hubble’a. Stephen Hawking (1942–2018) w swojej książce *Krótką historia czasu* stwierdza, że „Friedmann poczynił dwa proste założenia dotyczące struktury wszechświata: że wszechświat wygląda tak samo niezależnie od kierunku, w którym patrzymy, i że byłoby to prawdą również wówczas, gdybyśmy obserwowali go z innego miejsca. Już na podstawie tylko tych dwóch założeń Friedmann wykazał, że nie powinniśmy się spodziewać statycznego wszechświata” (Hawking 2000, s. 49 i in.). Natomiast w 1924 roku Hubble wykazał, że „nasza Galaktyka nie jest jedyna we wszechświecie, lecz że w rzeczywistości istnieje bardzo wiele innych, oddzielonych od siebie ogromnymi obszarami pustej przestrzeni. (...) Dziś wiemy, że nasza Galaktyka jest tylko jedną z setek miliardów galaktyk, które można obserwować za pomocą nowoczesnych teleskopów. (...) Żyjemy w galaktyce o średnicy stu tysięcy lat świetlnych. Wykonuje ona powolne obroty: gwiazdy w jednym z ramienia spirali okrążają centrum galaktyki raz na paręset milionów lat. Słońce jest przeciętną żółtą gwiazdą w pobliżu wewnętrznego brzegu jednego z ramion spirali. (...) Gwiazdy położone są tak daleko, że wydają się tylko punkcikami świetlnymi. Nie widzimy ich kształtu ani rozmiarów. Jak zatem możemy rozróżnić tylko jedną ich cechę charakterystyczną, mianowicie kolor ich światła. Już Newton odkrył, że gdy światło słoneczne przechodzi przez trójgraniasty kawałek szkła, zwany pryzmatem, to rozszczepia się na poszczególne kolory składowe (widmo światła), podobnie jak tęcza. Ogniskując teleskop na określonej gwiazdzie lub galaktyce, można w podobny sposób wyznaczyć widmowe światła tej gwiazdy lub galaktyki. (...) Co więcej, okazuje się, że w widmach gwiazd brakuje pewnych charakterystycznych kolorów; te brakujące kolory są różne dla różnych gwiazd”. W 1927 roku belgijski teolog i astronom (profesor Uniwersytetu Louvain) Georges Lemaître opublikował artykuł *Wszechświat jednorodny o stałej masie i rosnącym promieniu, wyjaśniający prędkość radialną mgławic pozagalaktycznych*, w którym sformułował tezę, że stanem początkowym wszechświata był stan dużej gęstości, nazywany przez niego „pierwotnym atomem”. Jego wielki wybuch miał zapoczątkować ekspansję wszechświata. Takie objaśnienie początku wszechświata Hubble dołączył do swojej teorii. W dzisiejszej kosmologii funkcjonuje ona pod nazwą „prawa Hubble’a”.

W świetle tego prawa: galaktyki oddalają się od Ziemi z prędkością proporcjonalną do ich odległości, to znaczy, im dalej się znajdują, tym szybciej oddalają się od Ziemi. „Prędkość galaktyk została określona na podstawie ich przesunięcia ku czerwieni, czyli przesunięcia emitowanego przez nie światła w kierunku czerwonego końca widma widzialnego” (Kirsher 2003).

Prowadzone w późniejszych latach badania nad rozszerzeniem się wszechświata doprowadziły do wniosku, że „nasza galaktyka – podobnie jak i inne – musi zawierać dużą ilość «ciemnej materii», której nie można zobaczyć bezpośrednio, ale o której wiemy, że jest tam na pewno, ponieważ obserwujemy jej oddziaływanie grawitacyjne na orbity gwiazd w galaktykach. Co więcej, ponieważ większość galaktyk należy do gromad, to możemy wydedukować obecność jeszcze większej ilości ciemnej masy pomiędzy galaktykami, badając jej wpływ na ruch galaktyk. Po dodaniu ciemnej materii do masy gwiazd, nadal otrzymujemy tylko jedną dziesiątą gęstości potrzebnej do zatrzymania ekspansji. Nie możemy jednak wykluczyć istnienia materii jeszcze innego rodzaju rozłożonej niemal równomiernie we wszechświecie, która mogłaby powiększyć średnią gęstość materii do wartości krytycznej, potrzebnej do zatrzymania ekspansji. Reasumując, według danych obserwacyjnych, jakimi dysponujemy obecnie, wszechświat będzie prawdopodobnie się rozszerzać, ale pewni możemy być tylko tego, że jeśli wszechświat ma się kiedyś zapaść, nie stanie się to wcześniej niż za kolejne 10 miliardów lat, ponieważ co najmniej tak już długo się rozszerza. Nie powinno to nas zresztą martwić nadmiernie: w tym czasie – jeżeli nie skolonizujemy obszarów poza Układem Słonecznym – ludzkość dawno już nie będzie istniała, gdyż zgaśnie wraz ze Słońcem”. Istotnym dopełnieniem tej wizji wszechświata jest odkrycie wielu takich gwiazd, których „światła wypromieniowanego z ich powierzchni nie widzimy, ponieważ zostało przyciągnięte z powrotem przez siłę ciężenia, jednak potrafimy wykryć ich obecność dzięki ich przyciąganiu grawitacyjnemu. Dzisiaj takie obiekty nazywamy czarnymi dziurami, ponieważ tak właśnie wyglądają: czarne, nie świecące obszary w przestrzeni” (Hawking 2000, s. 54).

Do tych teorii, obliczeń, obserwacji i spekulacji współczesnych kosmologów Hawking wprowadził szereg korekt. W sposób zbiorczy przedstawił je w cyklu siedmiu wykładów opublikowanych w 2005 roku pt. *Teoria wszystkiego czyli krótka historia wszechświata*. W pierwszym z nich w sposób skrótowy przywołał te wizje kosmosu, które pojawiły się w historii od czasów Arystotelesa do czasów Hubble’a. W konkluzji stwierdza, że „rozszerzający się wszechświat nie wyklucza działania Stwórcy, ale ogranicza w czasie możliwość dokonania przez Niego dzieła stworzenia” (Hawking 2009, s. 22 i nn.). W drugim z nich, zatytułowanym: *Rozszerzający się wszechświat*, przywołał te naukowe teorie, w których wskazywano, że „w momencie, zwanym wielkim wybuchem, gęstość wszechświata i zakrzywienie czasoprzestrzeni były nieskończone”, a następnie dodaje, że „zostały one sformułowane przy założeniu, że czasoprzestrzeń jest gładka

i niemal całkowicie płaska, więc żadna z nich nie obowiązywała w momencie wielkiego wybuchu, kiedy krzywizna czasoprzestrzeni była nieskończona”. Przywołuje on w tym wykładzie „badania zapoczątkowane przez Rogera Penrose’a”, które doprowadziły do stwierdzenia, że „każda zapadająca się gwiazda musi skończyć jako osobliwość”, przy założeniu, że „wszechświat jest przestrzenią nieskończoną. (...) W ciągu następnych kilku lat opracowałem nowe techniki matematyczne, pozwalające usunąć ten warunek techniczny i inne tego typu ograniczenia twierdzeń, które dowodziły konieczności istnienia osobliwości”; a „trudno jest dyskutować z twierdzeniami matematycznymi, w związku z czym dziś panuje powszechna zgoda co do tego, że wszechświat musiał mieć początek”. W wykładzie trzecim i czwartym przedstawia te badania, które doprowadziły do wniosku, że „czarne dziury wcale nie są zupełnie czarne”. W drugim z nich przywołuje te ustalenia, z których wynika, że „czarne dziury muszą promieniować jako gorące ciała”. W wykładzie piątym wychodzi od przedstawienia „modelu gorącego wielkiego wybuchu”, tj. takiego, w którym „mniej więcej jedna czwarta protonów i neutronów przekształciła się w jądra helu oraz w niewielką ilość jąder ciężkiego wodoru i innych pierwiastków”. Następnie przedstawia model inflacyjny wszechświata (w jego świetle „obecny stan wszechświata mógł być wynikiem dużej liczby różnych konfiguracji początkowych”) oraz swoją sugestię, że „być może czas i przestrzeń tworzą razem powierzchnię o skończonej rozciągłości, lecz pozbawioną granicy lub brzegu. (...) Jeśli jednak w rzeczywistości jest samowystarczalny i nie ma granic ani brzegu, w istocie nie może być stworzony ani zniszczony. Po prostu istnieje. Gdzie jest zatem miejsce dla Stwórcy?”

W ostatnim z tych wykładów (zatytułowanym tak jak cały ich zbiór) Hawking starał się pokazać i wykazać, że „nie ma ostatecznej teorii wszechświata, a jest tylko nieskończona sekwencja teorii opisujących go z coraz większą dokładnością”. Stawia przy tym pytanie: „co by to oznaczało, gdybyśmy rzeczywiście sformułowali ostateczną teorię wszechświata?”. W odpowiedzi stwierdza, że „zakończyłoby to długi i pełen chwały rozdział w historii naszych starań o zrozumienie wszechświata”. Jednak tylko dla tych „nielicznych naukowców”, którzy poświęcili na to cały swój czas i specjalizowali się w bardzo wąskich wycinkach swojej dziedziny. Reszta populacji nie miała zbyt dużego pojęcia o toczącym się postępie oraz o podnieceniu, jakie wywołuje. Jednak dopóty, dopóki taka teoria się nie pojawi, również ci naukowcy są uprawnieni do stawiania sobie takich pytań, jakie w swoim czasie postawił Einstein, tj. pytania: „jaką swobodę miał Bóg, kiedy budował wszechświat? Jeżeli propozycja brzegów jest prawdziwa, nie miał żadnej swobody w wyborze warunków początkowych”. Hawking stawia również szereg kolejnych pytań – takich m.in. jak pytanie „o naturę Boga”, „co sprawiło, że równania (matematyczne) nabrały mocy, i co stworzyło wszechświat, które one opisują? (...) Dlaczego wszechświat w ogóle zadaje sobie trud istnienia? (...) No i kto Go stworzył?”.

W podsumowującej ten wykład konkluzji stwierdza, że „gdybyśmy znaleźli odpowiedzi na te pytania, byłby to ostateczny triumf ludzkiego rozumu, ponieważ wtedy poznalibyśmy umysł Boga”. Jest to wprawdzie opowiedzenie się za tym rozumem, który skłania do stawiania tego rodzaju pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi, jednak raczej nie za tą wiarą w Boga, która była i w znacznej mierze nadal jest udziałem wielu ludzi.

Komentarze

Przywołam tutaj kilka takich komentarzy, które odnoszą się do prezentowanych wizji wszechświata i związanych z nimi religijnych wierzeń. Pierwszymi z nich są komentarze Einsteina, pochodzące z różnych okresów jego naukowej działalności. W 1930 roku opublikował on na łamach „New York Times Magazine” artykuł, w którym stwierdził, że „myśli i przeżycia religijne w samym ich zaraniu zrodziły się z najrozmaitszych uczuć. U ludzi pierwotnych uczuciem tym będzie przede wszystkim strach, wywołujący wyobrażenia religijne: obawa głodu, dzikich zwierząt, choroby, śmierci. Ponieważ zrozumienie związków przyczynowych bywa na tym szczeblu rozwoju nader nikłe, duch ludzki wymyśla sobie, mniej lub bardziej podobne do siebie, od których woli i czynów uzależnia wzbudzające obawę przeżycia” (Einstein 2024, s. 55 i nn.). Później pojawiły się takie wierzenia religijne, w których mamy „piękny wzór religii moralnej”. Zalicza do nich zarówno wierzenia „ludu żydowskiego”, jak te, które pojawiają się na kartach Nowego Testamentu. „Wszystkim tym typom wspólny jest antropomorficzny charakter idei Boga”. Wskazuje jednak również na pojawienie się takich „geniuszy religijnych wszystkich czasów”, którzy wyróżniali się taką religijnością kosmiczną, która nie zna „żadnych dogmatów, ani też Boga pomyślanego na obraz i podobieństwo ludzkie”. Zalicza do nich m.in. Keplera i Newtona. Stawia przy tym pytanie: „jakież to olbrzymie zasoby głębokiej wiary w rozumną budowę wszechświata musieli posiadać Kepler i Newton, i jak wielka musiała ich trawić tęsknota do zrozumienia słabego chociażby odbłasku rozumu, objawiającego się w tym wszechświecie, skoro samotną pracą przez wiele lat zdołali rozwikłać zagadkę mechaniki niebieskiej?”. Wygłoszony w 1939 roku w Seminarium Teologicznym w Princeton wykład kończył stwierdzeniem, że „im bardziej pogłębia się duchowa ewolucja człowieka, tym wyraźniej mi się zdaje, iż drogi ku prawdziwej religijności wcale nie odnajdziemy w lęku przed życiem, ani w lęku przed śmiercią, ani też w ślepej wierze, lecz w dążeniu do racjonalnej wiedzy”. Natomiast w odpowiedzi na „życzenie wysłane przez Klub Pastorów liberalnych miasta Nowy York”, opublikowane w czasopiśmie „The Christian Register” w 1948 roku, stwierdził m.in., że „choć prawdą jest, że wyniki naukowe są całkowicie niezależne od poglądów religijnych lub moralnych, to wszystkie jednostki, którym zawdzięczamy wspaniałe i twórcze osiągnięcia naukowe, były bez wyjątku przepełnione szczerze religijnym przekonaniem, że nasz wszechświat jest tworem doskonałym i podatnym na rozumowe dążenie do wiedzy”.

W świetle komentarzy teologa i kosmologa Michała Hellera do wizji wszechświata Newtona, uczony ten należał do tych, którzy w czasach nowożytnych dokonali „rewolucji klasycznej” w fizyce. Jednak był on – podobnie jak Kepler, Galileusz Huygens, Hooke i Boyle – „człowiekiem głęboko religijnym” i miał znaczący udział również w tym, że „nastąpiło zbliżenie teologii i nauk przyrodniczych” (Heller 2014, s. 53 i nn.). Po pierwsze bowiem wykazał, że „świat fizyki nie jest światem zmysłowego doświadczenia”, lecz „światem matematycznych struktur. (...) Co więcej, nie jest to świat materii ani nawet świat bardzo wystylizowanych wyobrażeń (...). Przestrzeń Newtonowskiego świata jest geometrią Euklidesa, ruch jest rozwiązywaniem pewnych równań. Obecnie mówimy, że matematyczne struktury modelują pewne obszary fizycznego świata, ale należy to rozumieć w sensie twierdzenia, że tworzywem idealnego świata fizyki są matematyczne struktury”. Przy takim postrzeganiu i przedstawianiu świata jest miejsce również dla wiary w istnienie i moce sprawcze Boga. Jednak wiara ta opiera się na podziwieniu takiego „piękna tych struktur, że trudno oprzeć się przeświadczeniu, że Bóg – kierując się swoim poczuciem estetyki – w jakimś sensie musiał ich użyć do konstrukcji świata”. W książce *Bóg i geometria* Heller dodaje, że bardzo pouczającą rzeczą jest czytanie *Scholium* Newtona w świetle naszej dzisiejszej znajomości fizyki, bowiem znajduje się w nim „źródło powstania fizykoteologii”, oraz wskazany jest w nim taki kierunek myślenia, w którym fizyka i teologia były traktowane prawie jak jedna nauka. (...) Język o Bogu winien więc być takim samym językiem, jakim mówimy o fizycznych skutkach Jego działania w świecie. W tej perspektywie zrozumiały staje się sprzeciw Newtona wobec Tajemnicy Trójcy. Jest to Tajemnica, a więc Boża «jakość ukryta», o której niczego wiedzieć nie możemy” (Heller 2015, s. 278 i nn.). Skłonny jestem zgodzić się z tym, że z tego *Scholium ogólnego* w żaden sposób nie da się wyprowadzić chrześcijańskiego dogmatu Trójcy Świętej. Mogę się również zgodzić z tym, że Newton zgłaszał swój sprzeciw przeciwko jego przyjmowaniu – tyle tylko, że nie w *Matematycznych zasadach filozofii naturalnej*, lecz w tych pismach, które pojawiły się w publicznym obiegu w 1936 roku, po wystawieniu ich na sprzedaż w Portsmouth (Manuel 1998, s. 373 i nn.). Jest natomiast co najmniej kwestią dyskusyjną, aby ten uczony traktował teologię jako taką „prawie naukę”, bez której nie może i nie powinna się obejść fizyka, lub chociażby taką, która może i powinna posługiwać się zmatematyzowanym językiem fizyki teoretycznej. Można zapytać: kto poza uczonymi miałby być jej adresatem?

Znaczącą część książki teologa i filozofa Józefa Życińskiego *Granice racjonalności* zajmują komentarze do wizji kreacjonizmu wszechświata nakreślone przez Hawkinga i Penrose’a. Jego zdaniem, u „obu autorów znajdujemy ekspresję wiary w racjonalność przyrody i w racjonalność naukowej metody badań. (...) Koncepcja racjonalności jest jednak w obu przypadkach różna (...)” (Życiński 1993, s. 191 i nn.). U Hawkinga „mamy do czynienia z koncepcją stwarzania traktowanego jako zjawisko kwantowe. Rozwijając

analogię z tak zwanym efektem kwantowego tunelowania, jej autor podaje matematyczny opis procesu, w którym wszechświat wyłania się z nicości opisywanej w języku matematyki przez pusty zbiór. Nie można tu mówić o tunelowaniu w sensie ścisłym, gdyż wypowiedź taka zakładałaby istnienie dwóch różnych stanów fizycznych. Tymczasem w procesie opisywanym przez Hawkinga stworzenie z nicości przejawia się w tym, iż nie można określić żadnych wcześniejszych stanów pojawiającego się wszechświata, gdyż nie istnieje żaden zewnętrzny czas, uprzedni w stosunku do czasu, który wewnątrz układu odpowiada strukturze geometrycznej i naturze pól. Niewygodnych pytań o początek czasu można uniknąć dzięki zastosowaniu tricku matematycznego, w którym czas opisywany jest przez współrzędne urojone, nie zaś rzeczywiste”. Jednak „naiwnością byłoby oczekiwać, że znajdziemy tam jakiś brzeg rzeczywistości fizycznej odpowiadający popularnym wyobrażeniom o końcu świata”. Z kolei w koncepcji Penrose’a mamy do czynienia „z nieobliczalnym wszechświatem” oraz z takim „doświadczeniem tajemnicy świata, matematyczności przyrody i porządku jej praw, które prowadzi do odsłonięcia wewnętrznego Logosu zdarzeń, którego racjonalność i piękno dają się najlepiej wyrazić w kategoriach myśli Platona. (...) Problematyka czasu i świadomości, rozpatrywana w rozległym kontekście miliardów lat ewolucji kosmicznej, staje się dla Penrose’a dziedziną metafizycznej zadumy, wskazującą na element tajemnicy związany nieuchronnie z naszą egzystencją. Szybki rozwój nauki sprawia, że widowiskowy zachwyt nad spektakularnymi sukcesami wiedzy zabija w nas umiejętność zadziwienia i prowadzi do zubożenia na otaczające nas *mysterium mundi*”. Wprawdzie Życiński nie odsyła czytelnika tej książki do tego objaśnienia tajemnicy świata, które proponuje Kościół katolicki i które on akceptuje jako duchowny i kościelny hierarcha (w latach 1997–2011 był arcybiskupem metropolitą lubelskim), jednak nie pozostawia wątpliwości, że od wizji Penrose’a jest znacznie bliżej do tego objaśnienia niż od wizji Hawkinga.

Bibliografia

- Arystoteles (1983), *Metafizyka*, PWN, Warszawa.
- Descartes R. (1960), *Zasady filozofii*, PWN, Warszawa.
- Einstein A. (2024), *Jak wyobrażam sobie świat*, Copernicus Center Press, Kraków.
- Einstein A. (2001), *Pisma filozoficzne*, Wydawca De Agostini Polska Sp. z o.o., Warszawa.
- Hawking S. (2000), *Krótką historią czasu*, Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań.
- Hawking S. (2018), *Teoria wszystkiego czyli krótka historia wszechświata*, Wydawnictwo Helion, Katowice.
- Heller M. (2015), *Bóg i geometria. Gdy przestrzeń była Bogiem*, Copernicus Center Press, Kraków.
- Heller M. (2014), *Nowa fizyka i nowa teologia*, Copernicus Center Press, Kraków.
- Hezjod (1999), *Narodziny bogów*, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Manuel F. (1998), *Portret Izaaka Newtona*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa.

- Kirk G.S., Raven J.E., Schofield M. (2003), *The Presocratic Philosophers*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Kirshner R.P. (2003), *Hubble's diagram and cosmic expansion*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 101 (1): 8–13.
- Kopernik M. (2004), *O obrotach ciał niebieskich i inne pisma*, Ossolineum, Wrocław.
- Kepler J. (1972), *Tajemnica kosmosu*, Ossolineum, Wrocław.
- Newton I. (2021), *Matematyczne zasady filozofii naturalnej*, Copernikus Center Press, Kraków.
- Newton I. (2004), *Philosophical Writings*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Newton I. 1959, *The Correspondence of Isaac Newton*, H. Turnbull, et al. (red.), t. 3, Cambridge University Press, Cambridge.
- Platon, *Timaios*, [w:] *Dialogi*, t. 2, Wydawnictwo Antyk, Kęty.
- Ptolemeusz C. (1993), *Tetrabiblos*, Harvard University Press, Cambridge.
- Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu w przekładzie z języków oryginalnych*. Biblia Tysiąclecia. (1984). Pallotinum, Poznań – Warszawa,
- Życiński J. (1993), *Granice racjonalności. Eseje z filozofii nauki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Trzy wizje wszechświata: Newton – Einstein – Hawking

W tych rozważaniach przywołuję trzy takie wizje wszechświata, które posiadały wprawdzie znamiona naukowości, jednak pozostawiały również pole dla różnego rodzaju spekulacji. Stąd określam je mianem wizji, a nie teorii naukowych. Nie oznacza to jednak, że odbieram im prawo do naukowości. Prawo to zresztą w swoim czasie zdobyły i zachowują je w jakiejś mierze nadal. Tyle tylko, że żadna z nich nie posiada statusu takiej teorii, do której nie zgłaszano by różnego rodzaju zastrzeżeń i nie wprowadzono by istotnych korekt. Dotyczy to zarówno Newtonowskiej teorii grawitacji, Einsteinowskiej ogólnej teorii względności oraz Hawkingowskiej teorii wszechświata bez granic. Moja generalna teza sprowadza się do twierdzenia, że nawet najbardziej wyrafinowane intelektualnie teorie naukowe nie są w stanie udzielić definitywnych odpowiedzi na fundamentalne pytania dotyczące początku wszechświata oraz jego losu.

Słowa kluczowe: wizje wszechświata, teoria grawitacji, ogólna teoria względności, teoria wszechświata bez granic

Three visions of the universe: Newton – Einstein – Hawking

In these considerations, he refers to three such visions of the universe, which, although they had the hallmarks of science, also left room for various types of speculations. That's why I call them visions, not scientific theories. This does not mean, however, that I deprive them of their right to be scientific. In fact, they gained this right in their time and still retain it to some extent. However, none of them has the status of a theory to which various reservations would not be

made and significant corrections would not be introduced. It applies to both Newton's theory of gravity, Einstein's general theory of relativity and Hawking's theory of a boundaryless universe. My general thesis comes down to the claim that even the most intellectually sophisticated scientific theories are unable to provide definitive answers to fundamental questions about the beginning of the universe and its fate.

Key words: visions of the universe, theory of gravity, general theory of relativity, theory of the universe without boundaries