

MICHAŁ TEMPCZYK

CZY BÓG JEST MATEMATYKIEM?

Otoczający ludzi świat jest bogaty i zmienny, dlatego dokładne jego zbadanie i zrozumienie jest zadaniem trudnym, wymagającym długotrwałego wysiłku. Zadanie to musiało być wykonywane przez ludzi od początku ich istnienia, ponieważ bez poznania otoczenia na poziomie umożliwiającym przeżycie niemożliwa byłaby biologiczna kontynuacja naszego gatunku. Jednakże w porównaniu z potrzebami codziennego życia, nauka stawia przed badaczami znacznie surowsze wymagania, dzięki czemu jej działania są bardziej skuteczne. W czasach starożytnych, gdy kształtowała się metoda naukowa, nauka miała przeważnie charakter jakościowy, jednak w miarę jej rozwoju coraz więcej było obserwacji i praw ilościowych, pozwalających na dokładny opis i przewidywanie zjawisk, wszelako przez wiele wieków metody naukowej nie łączono z wymaganiami ilościowego opisu zjawisk. Przełomem w tym procesie precyzacji praw nauki była koncepcja Galileusza matematyzacji nauk przyrodniczych, która stała się punktem wyjścia nauki nowożytnej. Jądrzem tej nauki są zmatematyzowane teorie, pozwalające na dokładne obliczenia i porównywanie przewidywań teoretycznych z ilościowymi wynikami pomiarów.

Ponad trzysta lat temu, gdy powstawała współczesna fizyka, uczeni potrafili dokładnie opisać i wyjaśnić jedynie działanie najprostszych układów, takich jak Układ Planetarny, małe ciała spadające w polu grawitacyjnym, zderzające się kule bilardowe, ciała zsuwające się po równi pochyłej itp. W owym czasie brak było instrumentów precyzyjnie mierzących położenia, odległości, długości, masy i prędkości i z tego powodu klasa procesów

Prof. dr hab. MICHAŁ TEMPCZYK – Zakład Filozofii Przyrody, Instytut Filozofii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika; adres do korespondencji: Fosa Staromiejska 1a, 87-100 Toruń; e-mail: tempczyk@ped.uni.torun.pl

i układów dokładnie ilościowo opisanych, których dynamikę można było przewidzieć teoretycznie, była mała. Od tego czasu możliwości nauki i zasięg badanych przez nią zjawisk ogromnie się powiększyły, a to głównie dzięki temu, że nauki przyrodnicze dysponowały niezwykle skuteczną metodą analizy zjawisk złożonych, które w całej swej złożoności nie mogły być dokładnie poznane.

Metodę tę opracował Kartezjusz w swej *Rozprawie o metodzie*. Jej jądrem jest zalecenie, aby skomplikowane zagadnienia rozkładać na ich prostsze części składowe, dające się dokładnie poznać. Rozkład ten nazywa się analizą, dlatego metoda Kartezjusza nazwana została analityczną. Następnie, po dostatecznie wnikliwym zrozumieniu działania lub własności części, należy odtworzyć z nich całość. Znając dobrze własności części i ich sposób ułożenia w całość, można zrozumieć i dokładnie poznać funkcjonowanie całości.

Kartezjańska metoda analityczna, połączona z coraz bogatszą i dokładniejszą wiedzą o budowie obiektów otaczającego nas świata, której zwieńczeniem była atomowa teoria budowy materii, wzbogacona w ubiegłym stuleciu o teorię cząstek elementarnych i budowy atomów, konsekwentnie stosowana przez kilkaset lat, była główną drogą rozwoju nauk przyrodniczych. Jest ona obecnie najważniejszą strategią badawczą nauki, chociaż uczeni coraz wyraźniej widzą jej granice. Alternatywą dla niej jest globalne podejście do obiektów i procesów, od początku badające je w ich całej złożoności. Podejście to, intensywnie rozwijane od kilkudziesięciu lat, nazywane teorią chaosu lub teorią złożoności, jest coraz powszechniej stosowane. Pozwala ono zrozumieć te zagadnienia, w których badaniu metoda analityczna zawodzi.

Dzięki sukcesom teorii chaosu można było zrozumieć istotę budowy i działania skomplikowanych struktur dynamicznych, powszechnie występujących w przyrodzie na rozmaitych szczeblach jej budowy. Ich całościowe uporządkowanie, nadające im trwałość i tożsamość nieraz w długich okresach czasu, pojawia się jako skutek lokalnych oddziaływań części, które dopasowując się do otoczenia stają się źródłem i składnikami całości. Prawa tego dopasowania są w znacznym stopniu uniwersalne i niezależne od praw działania składników, dlatego podobne układy dynamiczne i procesy mogą pojawiać się w różnych obszarach działania przyrody. Podstawowym zadaniem teorii chaosu jest odkrywanie i badanie tych praw [SCHUSTER 1993].

Klasyczna metoda analityczna i oparta na nieliniowych oddziaływaniach części teoria chaosu są dwiema odmiennymi, lecz uzupełniającymi się strategiami badania złożoności i uporządkowania przyrody. Porównując je, opisz-

my ogólnie, jak widzą one mechanizm i pochodzenie uporządkowanych układów złożonych.

Kartezjusz w swoich rozważaniach filozoficznych często posługiwał się metaforą świata jako ogromnego zegara, a Boga jako jego twórcy. Dla zwolenników metody analitycznej zegar jest dobrym przykładem tego, o co im chodzi, gdy radzą, aby układ złożony rozłożyć na części, a następnie z powrotem złożyć je w całość. Ma on kilka wygodnych cech, dzięki którym ten sposób jego badania jest prosty i skuteczny. Po pierwsze, dobrze wiadomo, jak rozłożyć zegar na części, ponieważ części te są dobrze wyodrębnione, niezależne od całości i proste pod względem własności. Z tego powodu najważniejszy etap postępowania jest jednoznacznie określony i wykonalny. Składanie całości z poznanych części także jest postępowaniem nie budzącym wątpliwości. Każdy zegarmistrz wie, jak mając rozłożony zegarek z powrotem go złożyć, nawet gdy jest to zegarek nieznanego typu. Wystarczy trochę przyjrzeć się częściom i pomyśleć, aby zrozumieć, jak dany zegar jest zbudowany. W wyniku takiego postępowania z prostych części otrzymujemy układ działający jako całość, która różna od części, działa w sposób uporządkowany i całościowy.

Takich podobnych do zegara układów jest w przyrodzie wiele, a w technice są one regułą. Zadaniem techniki jest budowa układów o zadanych własnościach i działaniu, dających się zaprojektować, zbudować i obsługiwać. Mogą to być układy najrozmaitszego rodzaju: związki chemiczne, sieci elektryczne, maszyny, komputery, przyrządy optyczne itp. Ich budowa musi być na tyle prosta, by uczyony lub konstruktor mógł dokładnie opisać, zrozumieć lub kontrolować działanie całości. Innymi słowy, całość nie posiada jakichś własnych, nie dających się dokładnie przewidzieć lub kierować własności oraz sposobów działania. Wobec układów bardziej „samodzielnych”, których działania nie można jednoznacznie wyprowadzić z części i ich ułożenia w całość, metoda analityczna nie jest w pełni skuteczna, stosując ją można w najlepszym razie zdobyć jedynie częściową wiedzę o całości. Z tego powodu jej skuteczność jest poważnie ograniczona, ponieważ nieliniowych procesów i struktur jest w przyrodzie wiele.

Ograniczenia analitycznego podejścia do obiektów i procesów złożonych można przewyciężyć, stosując metody i wyniki teorii chaosu, lecz z kolei korzystając z niej uczeni szybko dochodzą do zjawisk tak skomplikowanych, że dokładne rozłożenie ich na części i odtworzenie budowy staje się niewykonalne. Wprawdzie szybki postęp odpowiednich metod, wzrost mocy obliczeniowej komputerów i coraz lepsze techniki pomiarowe pokazują, że teo-

ria chaosu ma przed sobą szerokie perspektywy rozwoju i daleko jej do wyczerpania pola badawczego, można jednak łatwo wskazać takie obiekty, które ze względu na swoją złożoność nigdy nie będą dokładnie poznane ilościowo. Obiektami tymi są przede wszystkim organizmy żywe. Już komórka jest strukturą ogromnie złożoną i chociaż coraz lepiej rozumiemy jej działanie i budowę, nie miałyby sensu dążenie do pedantycznego opisanie jej wszystkich składników. Wiedza taka niewiele ciekawego powiedziałaaby o całości, którą należy opisywać na odpowiednim poziomie jej struktury.

Z poznawczego punktu widzenia najważniejszą cechą nieliniowych układów dynamicznych jest to, że znając nawet wszystkie szczegóły ich budowy nie wyprowadzimy z tego ich globalnych własności. Własności te powstają z dopasowania części i są emergentne, czyli niesprowadzalne do własności części. Z tego powodu wiedza o częściach nie wystarczy, całość trzeba badać i opisywać stosując pojęcia dopasowane do niej. W chaosie wiedzy o częściach łatwo się zgubić, nie widać w niej porządku całości. Jak, na przykład, znając dokładnie położenie i własności miliardów komórek serca, lekarz mógłby dojść do wniosku, że jest ono pompą tłoczącą krew? Budowę i działanie serca bez kłopotu widać na poziomie analizy jego całości i jest to wiedza nie dająca się wydobyć z dokładnego opisu komórkowego. Oba opisy są potrzebne, dlatego obie metody odgrywają w nauce ważną rolę. Szczegółowa znajomość serca jest konieczna dla leczenia wielu chorób serca i bez niej lekarz byłby bezradny.

Zapytajmy teraz, jak obie metody widzą pochodzenie uporządkowanych struktur występujących w przyrodzie. Odpowiedź kartezjańska jest prosta. Jeżeli odpowiednie części spotkają się ze sobą, to jest duże prawdopodobieństwo, że utworzą one ciekawą całość. Przykładem takiego tworzenia nowych całości są reakcje chemiczne. Odpowiednio podgrzana mieszanina tlenu i wodoru zapali się i powstanie woda. Ten rodzaj powstawania coraz bardziej skomplikowanych struktur jest charakterystyczny dla rozwoju przyrody nieożywionej. Teoria Wielkiego Wybuchu opisuje, jak po powstaniu Wszechświata w wyniku jego rozszerzania się kolejno powstawały i stabilizowały się coraz wyższe szczeble budowy materii, od cząstek elementarnych aż do galaktyk. Podobnie astrofizyka dokładnie poznała zachodzące we wnętrzu gwiazd procesy nukleosyntezy, w wyniku których powstają jądra kilku najprostszych pierwiastków. Można metaforycznie powiedzieć, że są to opisy działania Boskiego zegarmistrza. W tego rodzaju procesach, stanowiących mechanizm rozwoju materii, nie powstają jednak struktury prawdziwie skomplikowane, o emergentnych własnościach. Dopiero pojawienie

się pierwszych organizmów i rozwój życia doprowadził do powstania sfery procesów i obiektów bardzo skomplikowanych. Różnica między stopniem komplikacji przyrody nieożywionej a złożonością organizmów żywych jest tak wielka, że do niedawna wydawało się, iż życie nie mogło powstać jedynie w wyniku działania praw przyrody, bez dodatkowej, celowej ingerencji Boga.

Rozwój wiedzy o układach nieliniowych zmienił przekonania uczonych na ten temat. Okazało się, że ciekawe, uporządkowane struktury dynamiczne mogą powstawać w wyniku kilku prostych reakcji chemicznych, takich jak reakcja Biełousowa-Żabotyńskiego [SCHUSTER 1993, s. 22-25]. Nieliniowe wzmacnianie pewnych reakcji, rezonansowe współdziałanie i selektywność mogą doprowadzić do powstawania struktur o harmonijnej budowie i działaniu, odpornych na zakłócenia, rozwijających się itp. Granica między harmonią i bogactwem przyrody żywej a prostotą przyrody nieożywionej zaciera się i w rezultacie przeminęły czasy, gdy życie uważano za zjawisko niesłychanie mało prawdopodobne, a powstanie życia na Ziemi wydawało się zdarzeniem granicznym z cudem. Przyroda ma silną tendencję do rozwoju, a życie jest objawem tej tendencji w sprzyjających warunkach. Podsumowując obecny stan badań życia, można powiedzieć, że Bóg z kartezjańskiego zegarmistrza powoli zmienił się w twórcę nieliniowego, konstruktora układów o własnościach emergentnych. Twórca tego typu nie musi być tak dokładny jak zegarmistrz, albowiem układy nieliniowe są elastyczne i mają dużo luzu, natomiast musi być bardziej pomysłowy.

Na tym jednak nie koniec, ponieważ uczeni, coraz lepiej poznając budowę materii, historię Wszechświata i prawa przyrody, doszli do zaskakujących wniosków na temat jego uporządkowania. Nasze rozważania rozpoczęliśmy od stwierdzenia, że współczesne nauki przyrodnicze musiały rozpocząć swoją pracę od poznawania układów i zjawisk prostych, dających się wyizolować i dokładnie zbadać. Dopiero dobrze znając takie układy, mogli uczeni powoli poszerzać obszar badanych zjawisk, poznając obiekty i procesy coraz bardziej złożone. Dobrym przykładem nauki stosującej niezwykle skutecznie tę metodę jest chemia, która rozpoczynając od wyodrębniania pierwiastków i analizy prostych związków, doszła do poznania bardzo złożonych makromolekuł organicznych i procesów zachodzących z ich udziałem. W podobny sposób rozwijały się liczne działy fizyki, biologii i astronomii. Odkrywane przez nie prawa przyrody mają charakter lokalny, odnoszą się do oddziaływań prostych części i ich zespołów. Lokalność ta jest widoczna w matematycznej strukturze praw fizyki, które przeważnie są równaniami różniczkowymi, czyli opisującymi to, co zachodzi w granicznie

małych obszarach przestrzeni. Całościowe efekty badane przez teorię chaosu nie są wyjątkiem, ponieważ one także są konsekwencjami nieliniowego powiązania procesów lokalnych. Mówiąc obrazowo, dynamiczne struktury o całościowym działaniu wymagają wprawdzie zastosowania wobec nich nowego rodzaju praw, są to jednak prawa współdziałania procesów lokalnych. W biologii najbardziej całościową dziedziną badań jest ekologia, która jest oparta na wiedzy o tym, jak zachowują się i działają na siebie poszczególne elementy systemu.

Trochę inna sytuacja jest w kosmologii. Kosmologia jest nauką, która stara się poznać i zrozumieć historię i dynamikę Wszechświata, czyli maksymalnie dużego zespołu obiektów fizycznych. Wiedza obserwacyjna i teoretyczna o całości Wszechświata szybko rośnie i dzięki temu znamy go coraz lepiej, lecz jest to ciągle wiedza oparta na prawach lokalnych. Sama kosmologia jako nauka empiryczna powstała dzięki ogólnej teorii względności, gdy uczeni rozwiązali równania Einsteina opisujące całościowy układ materii i czasoprzestrzeni. Znając te rozwiązania, szczególnie przewidywany przez nie proces rozszerzania się Wszechświata, mogli astronomowie przystąpić do porządkowania i interpretacji danych obserwacyjnych dotyczących odległych galaktyk. Obecnie podstawą kosmologii jest teoria Wielkiego Wybuchu, która jest konsekwencją ogólnej teorii względności. Teoria ta korzysta ze schematu rozszerzającego się Wszechświata, lecz aby otrzymać zgodność z obserwacjami trzeba do rozwiązania równań wprowadzić parametry empiryczne, takie jak ogólna masa Wszechświata i stała Hubble'a. Rozwiązania równań Einsteina odnoszą się do całych klas możliwych wszechświatów i jest to sytuacja zrozumiała, ponieważ teoria jest ogólna, a nasz Wszechświat jeden, trzeba zatem wybrać go z całej klasy rozwiązań. Teoria nie wyróżnia żadnego z możliwych rozwiązań, podobnie jak teoria grawitacji Newtona, która nic nie mówi na temat tego, jakie są rzeczywiste orbity planet krążących wokół Słońca. Z punktu widzenia teorii Wszechświat, w którym żyjemy, jest przypadkowy. Równie dobrze mógłby on mieć dwa razy większą masę lub rozszerzać się trzy razy wolniej.

Uczeni badający różne schematy rozwoju i budowy Wszechświata oraz procesy zachodzące na wielu szczeblach budowy materii byli początkowo przekonani, że podstawowe charakterystyki całości lub ogólne stałe przyrody, takie jak stała grawitacji, ładunek elektronu, masa protonu itp., mogłyby mieć wartości inne od rzeczywistych i nie wpłynęłyby to w istotny sposób na historię i budowę materii. Jednakże dokładniejsze obliczenia pokazały, że tak wcale nie jest, że nasz Wszechświat jest pod wieloma

względami wyjątkowy. Tę wyjątkowość można zilustrować analizując wpływ ogólnej masy Wszechświata na jego rozwój. Otóż gdyby masa ta była większa, to epoka rozszerzania się szybko by się skończyła i nastąpiłby proces kurczenia się, prowadzący do wzrostu temperatury i zniszczenia wszystkich struktur. W takim wszechświecie nie byłoby czasu na powstanie stabilnych gwiazd, planet i pojawienie się i rozwój życia. W rezultacie nie byłoby istot myślących, takich jak ludzie. Innymi słowy wszechświat, w którym możliwe jest pojawienie się organizmów żywych i cywilizacji, musi mieć parametry dosyć dokładnie zadane. To dopasowanie wielu podstawowych wielkości, potrzebne dla zaistnienia ludzi, stało się przedmiotem rozlicznych badań, związanych z zasadą antropiczną [DAVIES 1986]. Wyniki tych badań – dobrze znane, dlatego nie będę ich przytaczał – coraz bardziej przekonująco pokazują wyjątkowość świata, w którym żyjemy, z punktu widzenia podstawowej fizycznej wiedzy opartej na prawach lokalnych. Prawa te są zasadami konstrukcji coraz bardziej złożonych obiektów fizycznych, poczynając od jąder atomowych, a kończąc na galaktykach i ich gromadach. Dzięki dopasowaniu wielu wielkości fizycznych i procesów ta bogata, wielopoziomowa struktura rozwija się ponad 13 miliardów lat, stwarzając korzystne warunki do powstania i rozwoju życia.

Poznając coraz lepiej ten złożony, tak subtelnie uporządkowany proces, uczeni i filozofowie zadają sobie pytanie o źródła jego harmonii. Jest to harmonia inna niż w obu przypadkach rozważanych wcześniej. Wszechświat współczesnej kosmologii różni się od kartezjańskiego zegara dynamiką, ewolucją i stopniem złożoności. Jest to układ, który sam wytwarza swoje składniki, rozwija się i wzbogaca strukturalnie. Takich zegarów ludzie nie potrafią zbudować ani zaprojektować, są one zbyt złożone i nieprzewidywalne. Bada się i konstruuje pewne struktury tego typu, na przykład sieci neuronowe, lecz ich plastyczność jest oparta na algorytmach, a nie na elastycznej budowie. Dla Boskiego zegarmistrza budowa takiego wszechświata byłaby zadaniem zbyt trudnym.

W nieco lepszej, lecz także przekraczającej jego możliwości sytuacji jest badacz układów nieliniowych. Może on wprawdzie zrozumieć, jak pojawiają się całościowe własności emergentne, nie potrafi jednak wyobrazić sobie, jak całość, jej dynamika i własności, mogłaby dostosowywać do swoich potrzeb lokalne procesy i rządzące nimi prawa. Dopasowanie takie może zachodzić na wysokich poziomach budowy układu, gdy na przykład mózg dostosowuje swoją strukturę do postawionych przed nim zadań, nie ma jednak mowy o wpływie całości na podstawowe procesy i prawa. Wpływu takiego

współczesna nauka nie potrafi sobie wyobrazić. Podejście lokalne i globalne mogą się uzupełniać, jednak podstawowe są procesy i własności lokalne. To dzięki nim powstają i rozwijają się całości, do których odnoszą się prawa globalne.

Jak wobec tego radzą sobie filozofowie i uczeni dyskutujący o tych nadzwyczaj subtelnych dopasowaniach stałych przyrody? Stanowiska w tej sprawie są różne. Sceptycy mówią, że istnienie ludzi i Wszechświata sprzyjającego ich istnieniu jest faktem, o którym nie ma co dyskutować. Być może możliwych wszechświatów, o rozmaitych składnikach i stałych przyrody jest nieskończenie wiele i co najmniej jeden z nich jest taki jak nasz, lecz jest to zagadnienie pozbawione treści empirycznej.

Pozytywne podejście do problemu polega na próbach wyjaśnienia harmonii przyrody. Zakłada się przy tym, że prawa przyrody są uniwersalne, obowiązujące we wszystkich możliwych światach, a zmianie mogą podlegać tylko wartości liczbowe stałych. W tej sytuacji Bóg, jako twórca takiego dopasowanego świata, musiał wszystko obliczyć niezwykle dokładnie, aby efekt końcowy był taki, jaki jest. Aby tego dokonać, nie wystarczy być zegarmistrzem, trzeba być matematykiem, dokonującym złożonych obliczeń. Z tego powodu w dyskusjach nad tym zagadnieniem często pojawia się metafora Boga jako matematyka. Niektóre z obliczonych wielkości muszą być dopasowane z fantastyczną dokładnością. Na przykład w aktualnie dominującej kosmologii inflacyjnej, posługującej się stałą kosmologiczną, dowodzi się, że energia związana z tą stałą stanowi 10^{-140} część energii próżni kwantowej. Jest to część niezmiernie mała, a jednak ważna dla zrozumienia obserwowanej szybkiej ekspansji Wszechświata, szybszej, niż to wynika z samych równań Einsteina bez stałej kosmologicznej. Takie dokładne dopasowanie dwóch podstawowych wielkości rzeczywiście robi wrażenie. Subtelnych dopasowań podobnego typu jest w kosmologii kilka i wszystkie one są interpretowane jako dowód wyjątkowego charakteru naszego Wszechświata. Wyjątkowość ta objawia się w różnych obszarach: oddziaływaniach grawitacyjnych, stałej struktury subtelnej, procesach produkcji jąder itp.

Takich zdumiewających swą dokładnością związków między uniwersalnymi stałymi przyrody nie można wytłumaczyć w żaden ewolucyjny sposób. Z punktu widzenia obecnej wiedzy fizycznej stałe te są zadane od początku i wszystkie procesy zależą od nich w sposób fundamentalny. Uczeni nie potrafią wyobrazić sobie sytuacji, w której stałe przyrody byłyby zależne od warunków panujących we Wszechświecie i zmieniałyby się wraz z jego rozwojem. Prowadzono nawet badania mające na celu stwierdzenie, czy wielko-

ści takie jak stała grawitacji lub struktury subtelnej rzeczywiście nie ulegały zmianie w okresach miliardów lat. Taka powolna zmienność byłaby niezauważalna dla fizyki lokalnej, jednak miałyby wpływ na dynamikę gwiazd i galaktyk lub na promieniowanie dochodzące do nas z odległych obszarów Wszechświata. Wszystkie dotychczasowe próby odkrycia zmienności stałych przyrody nie dały rezultatu i należy przyjąć, że są to rzeczywiście wielkości stałe [TEMPCZYK 1986]. W ten sposób problem ich dopasowania w całej historii materii jest coraz trudniejszy do wyjaśnienia.

Skoro wiadomo, że sprzyjające ludziom harmonijne dopasowanie różnych własności materii musiało istnieć od Wielkiego Wybuchu, to należy je uznać za fakt podstawowy, niemożliwy do wyjaśnienia na gruncie aktualnej nauki. Patrząc na to w szerszej perspektywie filozoficznej, można jedynie powiedzieć, że – jak to określił kosmolog F. Hoyle – „wszechświat został zrobiony naumyślnie”. Dla nauki dysponującej tylko prawami lokalnymi całość Wszechświata i podstawowe własności jego składników są przypadkowe w tym sensie, że równie dobrze można sobie wyobrazić inne wszechświaty, odmienne od naszego pod względem liczbowych wartości stałych uniwersalnych. Najważniejszą z naszego punktu widzenia cechą tych wszechświatów byłoby to, że ich rozwój nie stworzyłby korzystnych warunków dla pojawienia się cywilizacji stawiającej pytania o pochodzenie i własności świata, w którym powstała. Patrząc w ten sposób na ten problem, możemy jedynie odwoływać się do metafory Boga-matematyka, który z fantastyczną precyzją wszystko zaplanował i zrealizował.

Nie jest to jednak jedyna możliwość wyjaśnienia harmonii i uporządkowania naszego świata, ponieważ można zastanowić się, czy nauka musi być rzeczywiście ograniczona do praw i teorii lokalnych. W rozważaniach poświęconych teorii chaosu była mowa o tym, że jej najciekawsze i najważniejsze prawa dotyczą sposobów dynamicznej organizacji pewnych całości. Są to regularności i prawa wykraczające poza poznawczy horyzont oddziaływań lokalnych, niesprowadzalne do nich. Dzięki nim uczeni zrozumieli, w jaki sposób powstają i rozwijają się struktury coraz wyżej zorganizowane, i przekonali się, że dążenie do złożoności jest podstawową cechą materii. Jednakże prawa całościowe mogą się przejawiać dzięki istnieniu podstawowych procesów lokalnych, zachodzących w takich zorganizowanych układach. Konsekwencją tego jest fakt, że prawa globalne nie mogą być uznane za podstawowe. Możemy sobie bez trudu wyobrazić świat rządony przez prawa lokalne, jest to świat klasycznej fizyki i chemii, natomiast nie wiemy, jak mógłby istnieć i funkcjonować świat rządony tylko przez prawa global-

ne, w którym nie byłoby samodzielnych oddziaływań i procesów lokalnych, niezależnych od całości. Niezależnie od trudności w opisie i zrozumieniu takiego świata można dążyć do znalezienia takich aspektów naszego kosmosu, dla których oba rodzaje praw byłyby jednakowo ważne. Procesy lokalne byłyby źródłem jego dynamiki, a całość miałaby wpływ na ich przebieg. Wydaje się, że badanie własności i rozwoju Wszechświata może być dziedziną odpowiednią dla takiego podejścia.

Kosmologia globalna, badająca Wszechświat jako zorganizowaną całość, musiałaby zakładać, że pewne podstawowe własności czasu, przestrzeni i materii są ze sobą dopasowane w sposób nieznaną nauce i objawiający się na poziomie całości. O takiej koncepcji zadań kosmologii pisał H. Bondi we wstępie do swojej *Kosmologii* (1965). Przykładem powiązania typu globalnego może być znana zasada Macha, głosząca, że to masy gwiazd całego Wszechświata określają lokalny układ inercjalny. Einstein próbował w swojej teorii grawitacji zrealizować tę zasadę, lecz nie udało mu się to. Trudno, nie znając ani jednego przykładu takiego podstawowego prawa globalnego, formułować precyzyjne sugestie na temat możliwych kierunków poszukiwań, lecz ich źródłem mogą być dobrze znane kłopoty kosmologii współczesnej. Weźmy dla przykładu problem brakującej masy. Ocenia się, że około 4% masy całego Wszechświata stanowi obserwowana materia korpuskularna, około 16% masy to tak zwana ciemna materia, a pozostałe 80% to wprowadzona niedawno do kosmologii „ciemna energia”. Ten bilans masy stawia kosmologię w osobliwej sytuacji, ponieważ okazuje się, że obecna fizyka, głosząca, że poznano już ogólną strukturę materii, odnosi się tylko do drobnej jej części, a o pozostałej materii nie wiadomo niczego, oprócz tego, że wpływa na dynamikę galaktyk i kosmosu.

Czy nie lepiej byłoby w tej sytuacji przyjąć, że współczesna teoria grawitacji ma charakter lokalny i w skali galaktyk zawodzi, zamiast kwestionować dużą część dorobku fizyki dotyczącą budowy materii? Może rozmieszczenie i dynamika obiektów w skali galaktycznej rządzą się prawami o całościowym charakterze? Uczni, zaniepokojeni stanem kosmologii, poszukują takich modyfikacji ogólnej teorii względności lub całkowicie nowej teorii, lecz na razie nie mają istotnych wyników. Inną możliwością badań jest zastanowienie się, czy grawitacja i siły jądrowe są rzeczywiście niezależne od siebie. Może są one tak powiązane, aby zapewnić stabilność gwiazd o okresach miliardów lat. Tego rodzaju pytania można mnożyć, lecz na razie odpowiedzi na nie nie ma, ponieważ wymagają one innego spojrzenia na materię. Trzeba przyjąć, że dany jest Wszechświat, który dostosowuje do

siebie pewne ważne procesy, zachodzące na niższych poziomach jego budowy w taki sposób, aby mógł rozwijać się harmonijnie jako całość. To całości jej uporządkowanie są podstawowe, a liczbowe charakterystyki procesów lokalnych są w pewnych granicach od niej zależne. Kończąc nasze rozważania, po raz ostatni odwołamy się do metafory Boga. Powiemy tym razem, że jest On artystą, który zaprojektował pewną ciekawą całość, a istotne szczegóły dopasował do niej tak, aby całość ta rozwijała się zgodnie z Jego planami.

REFERENCJE

- BONDI H. (1965): *Kosmologia*, PWN, Warszawa.
DAVIES P. C. W. (1986): *Zasada antropiczna*, „Postępy Fizyki” 37, s. 213-258.
SCHUSTER H. G. (1993): *Chaos deterministyczny. Wprowadzenie*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
TEMPCZYK M. (1986): *Stale fizyczne a ewolucja wszechświata*, [w:] S. Butryn (red.), *Studia z filozofii marksistowskiej*, t. II, Wyd. IFiS PAN, Warszawa.

IS GOD A MATHEMATICIAN?

S u m m a r y

Scientists, when they want to understand properties of complex systems, they divide them into simple parts and – knowing the parts and their relations – reconstruct the whole. This approach is effective in the case of simple systems: atomic nuclei, atoms, chemical compounds, stars and so on. In biology it is supplemented by the theory of evolution. However the situation is hopeless when one wants to explain the astonishing properties of the Universe generally known as Anthropic Principle. Discussing that problem, philosophers use the metaphor of God as a Mathematician. The aim of the paper is to prove the inadequacy of this metaphor.

Summarised by Author

Słowa kluczowe: filozofia nauki, zasada antropiczna, redukcjonizm.

Key words: philosophy of science, anthropic principle, reductionism.

Information about Author: Prof. Dr. MICHAŁ TEMP CZYK – Department of Philosophy of Nature, Institute of Philosophy, Nicolaus Copernicus University; address for correspondence: Fosa Staromiejska 1a, PL 87-100 Toruń; e-mail: tempczyk@ped.uni.torun.pl