Filozofia przyrody - dziś = Philosophy of nature today. Red. W.Ługowski, I.K. Lisiejew. Warszawa : IFIS PAN, 2011.

Michał Tempczyk
Instytut Filozofii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

W STRONĘ FILOZOFII MONIZMU DYNAMICZNEGO

1. Wstęp

Teoria chaosu, zwana także dynamiką nieliniową, ogólny kierunek badań intensywnie rozwijający się od około trzydziestu lat, spowodowała duże zmiany w wielu dziedzinach nauk empirycznych i matematyki. Jest ona przez wielu swoich twórców i zwolenników uważana za nowy paradygmat nowoczesnej nauki. Celem mojego referatu jest omówienie pewnych ciekawych związków tego nowego obrazu świata z ważnymi zagadnieniami filozoficznymi. Pojęcia i wyniki teorii chaosu wpłynęły na obie podstawowe części filozofii: teorię poznania i ontologię. Jednak wpływ ten nie jest równomierny, bowiem ogólnie mówiąc filozofowie i naukowcy piszący o podstawowych zagadnieniach tej teorii podkreślają jej różne aspekty. Filozofowie omawiają przede wszystkim konsekwencje teorii chaosu dla teorii poznania (Earman 1986, rozdz. VIII, IX) natomiast przyrodnicy, tacy jak I. Prigogine, zwracają uwagę na obraz świata proponowany przez współczesne przyrodoznawstwo, czyli interesują się zagadnieniami należącymi do ontologii (Prigogine 1996). Sytuacja ta spowodowała, iż rola tej teorii dla zagadnień poznania i filozofii nauki jest stosunkowo dobrze opracowana przez filozofów przy jednoczesnym słabym zainteresowaniu jej konsekwencjami ontologicznymi. Wygląda tak, jakby filozofowie nie interesowali się obrazem świata współczesnej nauki lub unikali zagadnień tego typu przy omawianiu teorii chaosu i jej filozoficznych podstaw. Brak filozoficznych prac skupiających uwagę na tym, co nowego teoria ta mówi o podstawowych własnościach materii, lub jak jej wyniki mogłyby wpłynąć na ważne problemy filozoficzne, nie wynika z pewnością z tego, że jest ona obojętna ontologicznie, że nie warto analizować jej z tego punktu widzenia.

Moim zdaniem jest wręcz przeciwnie. Podobnie jak wielu naukowców sądzę, że mamy do czynienia z głębokimi zmianami w naszym rozumieniu fundamentalnych cech materii i jej dynamiki. Zmiany te przyniosły ważne rezultaty w wielu działach nauk przyrodniczych i podobnych zmian można oczekiwać w filozoficznym obrazie materii, jeżeli zastosuje się pojęcia i wyniki teorii chaosu do analizy podstawowych zagadnień ontologicznych. Kierując się tym przekonaniem chciałbym pokazać ontologiczne implikacje tej teorii na dwóch ważnych przykładach: koncepcji przestrzeni fizycznej i analizie istoty obiektów indywidualnych. Te dwa zagadnienia były w przeszłości rozwiązywane przez twórców systemów filozoficznych, dlatego teoria przyrodnicza, która pozwala spojrzeć na nie w istotnie nowy sposób powinna być przez filozofów szczegółowo zbadana i przedyskutowana.

2. Relatywna koncepcja przestrzeni fizycznej

Najogólniej mówiąc, w historii filozofii konkurowały ze sobą dwie podstawowe koncepcje istoty przestrzeni: absolutna i relatywna. Pierwsza z nich traktuje przestrzeń jako składnik świata niezależny od materii, jako uniwersalny pojemnik wszystkich zdarzeń i zjawisk. W tej koncepcji można sobie wyobrazić przestrzeń całkowicie pustą, natomiast nie jest możliwe istnienie materii poza przestrzenią. Kartezjusz uznał rozciągłość przestrzenną za najważniejszą cechę materii. Podobnie Kant twierdził, że ludzie muszą umieszczać w przestrzeni wszystkie swoje wrażenia zmysłowe i że nie potrafimy wyobrazić sobie zjawisk pozaprzestrzennych. Przestrzeń była dla niego uniwersalną i konieczną formą porządkowania wrażeń zmysłowych. Jednak konsekwentne potraktowanie przestrzeni jako bytu absolutnego, niezależnego od zjawisk materialnych wystąpiło najwyraźniej u atomistów starożytnych i u Newtona. W klasycznej mechanice absolutna przestrzeń i czas są podstawowymi składnikami świata, dzięki którym można porządkować wszystkie zdarzenia i opisywać ruch.

Przeciwnikiem Newtona w tej sprawie był Leibniz, który uważał, że nie mogą istnieć przestrzeń ani czas niezależne od procesów fizycznych i że czas jest jedynie parametrem porządkującym kolejność zdarzeń, a przestrzeń jest formą współistnienia zdarzeń. Bez zdarzeń czas i przestrzeń są nie do pomyślenia. Leibniz dyskutując ze zwolennikiem Newtona, Clarkiem, użył wielu pomysłowych argumentów pokazujących, że pojęcie przestrzeni absolutnej jest w fizyce zbędne i nieodpowiednie. Nie będę omawiał tej dyskusji, ponieważ jest ona dobrze znana (Leibniz 1969).

Rozwój nauki pokazał, że w tym filozoficznym sporze rację miał raczej Leibniz, lecz wygrać musiał Newton, ponieważ jego koncepcja dawała prostszy i bardziej efektywny sposób opisu i analizy zjawisk fizycznych. Potraktowanie przestrzeni jako absolutnego składnika świata o ustalonych własnościach geometrycznych dawało fizykom wygodny sposób opisu ruchu jako przemieszczania się ciał w tej przestrzeni. Uczony nie musiał zajmować się opisem i badaniem samej przestrzeni. Zakładał on tylko, że określa ona uniwersalny układ odniesienia, za pomocą którego można bez trudu ustalić położenie obiektów i badać ich tory. Przestrzeń stała się dzięki temu częścią formalizmu matematycznego, fizyk nie musiał poświęcać jej uwagi, mógł zająć się samym ruchem. W ten sposób powstał prosty obraz świata, pozwalający dokładnie opisać i przewidzieć wiele ważnych zjawisk, takich jak ruch planet czy dynamiką prostych układów mechanicznych. Dzięki tej prostocie mechanika stała się nauką ścisłą i efektywną (Tempczyk 1991, 32-38).

Jednak sam Newton wiedział, że absolutyzacja przestrzeni nie jest w mechanice potrzebna. W miarę rozwoju fizyki sprzeciw wobec jego koncepcji narastał, zwłaszcza pod koniec dziewiętnastego wieku, gdy Mach zaczął zwalczać pojęcie przestrzeni absolutnej. Okazało się jednak, że łatwiej jest atakować Newtona niż rozwijać propozycję własną. Przestrzeń zależna od zdarzeń musi mieć geometrię dostosowaną do tego, co się w niej w danej chwili dzieje. Takiej geometrii matematyka długo nie potrafiła opisać. Klasyczna geometria to nauka o własnościach figur i brył w ustalonej przestrzeni. Przez tysiące lat była to przestrzeń Euklidesa, a w pierwszej połowie dziewiętnastego wieku pojawiły się geometrie alternatywne, lecz także sztywne, to znaczy niezależne od tego, co się w danej przestrzeni dzieje. W tej sytuacji problem zależności przestrzeni od zdarzeń nie mógł być prawidłowo postawiony i rozwiązany. Dopiero geometria różniczkowa stała się narzędziem odpowiednim do tego celu. W jej języku Einstein sformułował ogólną teorię względności. Teoria ta pokazała w jaki sposób geometryczne własności przestrzeni zmieniają się pod wpływem materii. Był to pierwszy udany krok na drodze do potraktowania przestrzeni jako tworu względnego, zależnego od zdarzeń.

Nie będę opisywał szczegółowo tego, co dała fizyce teoria Einsteina, ponieważ są to sprawy często omawiane, natomiast chciałbym pokazać jak sprawy potoczyły się dalej i co może dać w tej dziedzinie teoria chaosu. Ogólna teoria względności tylko częściowo uzależnia przestrzeń od materii. Przede wszystkim może w niej istnieć przestrzeń pusta. Próżniowe rozwiązania równań pola są dobrze znane. Pojawienie się materii jedynie zmienia geometrię, lecz nie generuje jej w całości. Wprawdzie Einstein inspirowany przez zasadę Macha, która głosi, że lokalny układ inercjalny jest wyindukowany przez rozkład mas w całym wszechświecie, dążył do takiego uzupełnienia swojej teorii, by była ona zgodna z tą zasadą, lecz nie udało mu się to. W końcu musiał pogodzić się z tym, że geometria tylko częściowo zależy od procesów fizycznych.

Dalszy postęp w tej dziedzinie był związany z zastosowania teorii grup w fizyce cząstek elementarnych. W mikroświecie nie mamy bezpośredniego dostępu do zjawisk i nie możemy obserwować ich przebiegu ani przestrzeni, w jakiej zachodzą. Własności procesów fundamentalnych domyślamy się na podstawie regularności pomiarów i wynikających z nich symetrii, takich jak symetria SU(3). W standardowym modelu cząstek symetrie oddziaływań silnych i słabych traktuje się jako niezależne od czasoprzestrzeni i nie wiąże się z nimi żadnych modeli przestrzennych. Inaczej postępuje się w teorii superstrun. Jej podstawowa idea polega na tym, by makroskopową czasoprzestrzeń uzupełnić o dodatkowe wymiary, co pozwala na przestrzenną interpretację wszystkich zjawisk. Zwykle dodaje się sześć wymiarów, które objawiają się dopiero w procesach o bardzo wysokiej energii. Przestrzeń jest w tych wymiarach zwinięta w rurkę o rozmiarach cząstek elementarnych. Poznać jej własności można tylko w procesach zderzeń cząstek o dużej energii.

Te dodatkowe wymiary związane z oddziaływaniami cząstek elementarnych są parametryzacją tych procesów, ich geometryczną interpretacją. W tym sensie jest to przykład realizacji programu Leibniza, ponieważ pierwotne są oddziaływania, a przestrzeń jest konstrukcją wtórną. Jednak widać, że jest to realizacja częściowa, ponieważ dodatkowe wymiary traktuje się jako stabilne i niezależne od oddziaływań, podobnie jak to ma miejsce w szczególnej teorii względności. Geometria Minkowskiego jest dostosowana do sposobu przesyłania i własności sygnałów fizycznych (elektromagnetycznych), lecz sama czasoprzestrzeń jest tworem niezależnym od tych sygnałów. Podobnie traktuje się sześć zwiniętych wymiarów czasoprzestrzeni superstrun, zwłaszcza gdy w bardzo realistyczny sposób opisuje się, jak przebiegał proces kompaktyfikacji i co było jego przyczyną w pierwszej sekundzie istnienia wszechświata (Hawking 1988, rozdz. 10; Kaku 1994)).

Teoria przestrzeni całkowicie podporządkowanej zjawiskom powinna zaczynać od procesów, aby następnie poszukiwać najwygodniejszego geometrycznego opisu ich przebiegu. W tym miejscu pojawia się zasadnicza trudność wyrażająca się w pytaniu: Jak opisać zjawiska nie zakładając, że odbywają się one w jakiejś konkretnej przestrzeni?

Na to pytanie daje odpowiedź teoria chaosu, dlatego jest ona tak ważna w tej dziedzinie. Odpowiedź ta opiera się na przekonaniu, że możemy obserwować w otaczającym nas świecie tylko te zjawiska, które są w wystarczającym stopniu regularne. Obserwowany zarówno w codziennym życiu jak i nauce świat materii składa się z takich regularnych procesów i zwykle milcząco zakłada się, że jest to cała materia. Zgodnie z wynikami współczesnej fizyki, do opisania tych procesów wystarczy czterowymiarowa lub dziesięciowymiarowa czasoprzestrzeń, zależnie od tego, czy uznajemy teorię superstrun. Można jednak zastanawiać się, czy to co obserwuje się za pomocą przyrządów jest wszystkim, co istnieje w bardziej ogólnym sensie, wykraczającym poza obserwowalność bezpośrednią lub pośrednią. Kwantowa teoria pola pokazuje, że te obszary świata, które klasycznie uważa się za przestrzeń pustą posiadają bogatą gwałtowną dynamikę, która w subtelny sposób wpływa na zjawiska obserwowane. Dynamika ta mieści się w opisie czterowymiarowym i nie wymaga pod tym względem uzupełniania obrazu świata (Tempczyk 1991, rozdz. IV).

Gdy chcemy opisywać procesy fizyczne bez wprowadzania sztywnej przestrzeni, musimy na początku znaleźć jakiś zbiór parametrów pozwalający na ich zadowalający opis, a następnie badać regularności tych procesów. Jeżeli są to procesy bardzo regularne, które mają określoną grupę symetrii, to sprawa jest stosunkowo prosta. Bierzemy tę grupę za podstawę opisu przestrzennego i przechodzimy od niej do jednoznacznie zadanej przestrzeni geometrycznej. Jest to podejście stosowane w fizyce. Gorzej jest, gdy badane zjawiska nie są tak regularne i w związku z tym nie mamy ich uniwersalnego, pełnego opisu. Wtedy trzeba odwołać się do dynamiki nieliniowej i pojęcia atraktora. Atraktor jest uporządkowaniem rozmytym i statystycznym, wyłaniającym się z lokalnego nieporządku procesów nieliniowych. Najbardziej znanym przykładem jest atraktor odkryty przez Lorenza w 1963 roku. Chociaż procesy atmosferyczne opisywane przez równania Lorenza są nieregularne i nieprzewidywalne, w dużej skali czasowej pojawia się uporządkowanie wyraźnie widoczne, narzucające strukturę przestrzeni rozwiązań tych równań. Cała przestrzeń jest trójwymiarowa, natomiast atraktor jest dwuwymiarowy (Schuster 1988, rozdz. 5; Tempczyk 2002, 67-69) . Można poszukiwać parametrów w naturalny i kompletny sposób opisujących geometrię tego atraktora. Dla istoty żyjącej w tym świecie, dla której lokalny chaos jest niedostrzegalnym tłem wszystkich zjawisk, istniałoby tylko uporządkowanie związane z atraktorem. Potraktowałaby ona je jako podstawowy element swojego świata i umieściłaby w odpowiedniej dwuwymiarowej przestrzeni.

Ten przykład, zbyt uproszczony, by prowadzić do rozwiązania zadań stojących przed fizyką, pokazuje istotę tego, o co mi chodzi. Teoria chaosu opisuje jak w układach lokalnie niezwykle chaotycznych w pewnych sytuacjach wyłania się całościowe uporządkowanie. Prowadząc obserwacje możemy dostrzec tylko to uporządkowanie, reszta jest dla nas tłem nie dającym się dokładnie pomierzyć i opisać. Przestrzenny opis tych układów polega na geometrycznej parametryzacji ich atraktorów. Jeżeli mamy do czynienia z jednym atraktorem, tak jak w równaniach Lorenza, to opis ten staje się ogólny i może być potraktowany jako geometria uniwersalnej przestrzeni. Dla układów bardziej skomplikowanych, o wielu atraktorach różniących się wymiarami i budową, opis geometryczny może się zmieniać, gdy przechodzimy od jednego obszaru do innego. Wtedy przestrzeń ma zmienną geometrię a nawet topologię. Możemy sobie wyobrazić stworzenie żyjące w wielowymiarowej burzliwie płynącej wodzie, która w różnych obszarach zachowuje się w odmienny sposób, tworząc otoczenie o zmieniających się własnościach. Dla takiego stworzenia topologia obserwowanego świata byłaby zmienna i zależałaby od obszaru. Oczywiście zadaniem fizyki jest znalezienie podstawowych uniwersalnych procesów, dlatego idea świata o zmiennych własnościach geometrycznych może być trudna do przyjęcia. Jednak dziwne własności pewnych rozwiązań równań Einsteina, na przykład czarnych dziur pokazują, iż pomysł ten nie jest taki daleki od praktyki nowoczesnej fizyki. Z tego powodu warto zastanawiać się nad tymi zagadnieniami, zwłaszcza, gdy mają one wielkie znaczenie filozoficzne i były w przeszłości żywo dyskutowane.

3. Opis obiektów jednostkowych

Teoria opisująca bogaty i nieregularny świat zjawisk nieliniowych może przydać się także w dyskusjach filozoficznych na temat istoty obiektów jednostkowych. Klasyczny mechaniczny obraz świata był ściśle powiązany z atomistyczną koncepcją budowy materii, chociaż związek ten nie był konieczny. Powstał dzięki temu prosty obraz materii zbudowanej z atomów posiadających własności mechaniczne, takie jak masa, i zachowujących się zgodnie z prostymi prawami mechaniki. Dzięki temu filozoficzny atomizm starożytnych Greków stał się bardzo popularny i dobrze opracowany; o wiele bardziej od stanowisk konkurencyjnych. Dla wielu ludzi obraz świata zbudowanego z elementarnych niezmiennych i niezniszczalnych składników stał się oczywisty (Feynman), chociaż filozofia proponuje wiele obrazów innych, pod wieloma względami ciekawszych i głębszych. Niezależnie od tego powiązania atomizmu ze współczesną nauką, dzięki któremu stał się on ważnym składnikiem nowoczesnego światopoglądu, można powiedzieć, że koncepcje filozoficzne pokazujące świat jako zbudowany z bytów jednostkowych były w myśli europejskiej znacznie powszechniejsze i lepiej opracowane od koncepcji monistycznych, które twierdzą, że naprawdę istnieje tylko jeden byt różnie pojmowany przez poszczególnych monistów. Wynika to z tego, że znacznie lepiej i efektywniej radzimy sobie z sytuacjami, w których z zadanych obiektów prostych konstruujemy obiekty złożone, niż gdy mamy wyodrębnić i opisać składniki jakiejś zintegrowanej całości, które swoje istnienie i własności zawdzięczają tej całości. Wprawdzie modne jest od kilkudziesięciu lat mówienie o systemach i systemowym podejściu do świata, lecz wynikające z tego wnioski filozoficzne są dotychczas dosyć ubogie. Widać to nawet na przykładzie teorii chaosu.

Teoria ta opisuje układy dynamiczne, zintegrowane, posiadające niezależne cechy globalne. Własności globalne wyłaniają się z lokalnego nieliniowego oddziaływania składników. Są one w znacznym stopniu niezależne od tego oddziaływania. Układy bardzo różniące się na poziomie mikroskopowym mogą na poziomie całości działać w podobny sposób. Procesami powstawania i rozwoju takich układów rządzą odrębne prawa, niezależne od praw, którym podlega dynamika układów prostych. Są one przedmiotem badań nowych interdyscyplinarnych nauk, takich jak cybernetyka, teoria systemów, dynamika nieliniowa. W ten sposób świat ukazuje naukowcom swoje nowe ciekawe cechy, pomijane lub nawet negowane przez klasyczny redukcjonistyczny program rozwoju nauki. Twórcy takich teorii lubią mówić o całościowej dynamice materii, o jej systemowym charakterze, o tym, że nawet wszechświat jest pewną całością. Jednak w swych rozważaniach zatrzymują się oni zwykle na poziomie układów złożonych, nie przenosząc tego obrazu i podejścia na poziom cząstek elementarnych i ich własności. Dziedzina ta pozostaje wciąż bastionem redukcjonizmu, co dobrze widać na przykładzie kwarkowych modeli cząstek lub teorii superstrun. Ta bariera wyraźnie widoczna w nauce i filozofii wynika moim zdaniem z tego, że nie potrafimy konsekwentnie myśleć o świecie naprawdę monistycznym i dynamicznym. Badając ogólną strukturę świata dochodzimy w końcu do najmniej-szych jego składników, o których nawykowo zakładamy, że są niezależne od otoczenia. Tymczasem świat może nie posiadać takich podstawowych bytów jednostkowych. W monizmie każdy jednostkowy byt jest względny, zależy w swym istnieniu od otoczenia. Znika, gdy zmieniają się warunki otoczenia umożliwiające i podtrzymujące jego istnienie. Tak naprawdę nie ma sensu mówienie o bytach jednostkowych traktowanych absolutnie. Absolutna jest tylko całość (Tempczyk 1998).

Chociaż w życiu napotykamy sytuacje, w których istnienie pewnych zjawisk zależy od otoczenia, trudno nam jest konsekwentnie myśleć w ten sposób. Brakuje nam pojęć, przykładów i analogii. Pod tym względem, podobnie jak w sprawie istoty przestrzeni, wyniki i pojęcia teorii chaosu mogą być bardzo przydatne. Przydatność tę omówię na przykładzie dwóch pojęć: solitonu i atraktora.

Solitony są dokładnymi analitycznymi rozwiązaniami pewnych nieliniowych równań różniczkowych. Matematycy odkryli tego typu rozwiązania dla równania Kortewega-de Vriesa, sformułowanego w 1895 roku. Równanie to opisuje wiele ważnych zjawisk fizycznych zachodzących w ośrodkach ciągłych, takich jak fale w wodzie lub plazmie. Było ono rozwiązywane przez fizyków i matematyków, lecz przez kilkadziesiąt lat otrzymywano tylko rozwiązania przybliżone. Ze względu na nieliniowość tego równani nie spodziewano się zresztą, że możliwe byłoby znalezienie rozwiązań dokładnych, wyrażonych za pomocą znanych funkcji, toteż wielkim zaskoczeniem było otrzymanie takich rozwiązań pod koniec lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Drugim zaskoczeniem była postać tych rozwiązań. Równanie Kortewega-de Vriesa jest równaniem na funkcję dwóch zmiennych x i t. Zmienne te w rozwiązaniach występują w określonej kombinacji x–kt i z tego powodu wygląda tak, jakby rozwiązania te opisywały fale poruszające się ze stałą prędkością k wzdłuż osi x. Fale te mają wyraźny wierzchołek w punkcie x–kt = 0. Ze względu na podobieństwo kształtu rozwiązań do fali, Zabusky i Kruskal nazwali je solitonami, co jest skrótem od angielskiego wyrażenia samotna fala (*solitary wave*). Rozpoczął się okres intensywnych badań solitonów związanych z równaniem Kortewega-de Vriesa i poszukiwaniem innych równań posiadających podobne rozwiązania (Sym 1980; Tempczyk 2002, 84-85).

Solitony bardzo się przydały w naukach przyrodniczych i technicznych, ponieważ naukowcy odkryli i zbadali wiele dynamicznych zjawisk rozchodzących się ze stałą prędkością jako wyraźne maksimum. Występują one w wodzie, plazmie, w optyce nieliniowej itp. Próbowano nawet tworzyć solitonowe modele cząstek elementarnych, lecz były to próby nieudane. Ważnym ograniczeniem tego typu rozwiązań jest to, że udało się na razie znaleźć tylko rozwiązania dla dwóch zmiennych, opisujące procesy o jednej współrzędnej przestrzennej i wszystko wskazuje na to, że rozwiązań solitonowych o większej liczbie wymiarów nie ma, chociaż sprawa nie jest jeszcze rozstrzygnięta. Jednowymiarowe fale pojawiają się w procesach zależnych tylko od jednego kierunku, na przykład dla fal płynących wzdłuż rzeki, jednak nawet wtedy opis jest przybliżony.

Podałem te podstawowe wiadomości o solitonach ponieważ chodzi mi o omówienie przydatności tego pojęcia dla opisu obiektów jednostkowych. Solitony wyraźnie nadają się do tego celu ze względu na swój kształt i stabilność. Samotna fala porusza się w przestrzeni bez zmiany kształtu i z punktu widzenia teorii może ona istnieć bez ograniczeń. W praktyce każdy taki proces ulega w końcu rozproszeniu, lecz trwa wystarczająco długo, by można było przypisać mu indywidualne istnienie. Ponadto okazało się, że solitony zachowują swoją odrębność w procesach oddziaływań. Badając rozwiązania o kilku solitonach odkryto, że dobrze wyodrębnione rozwiązania po zbliżeniu się do siebie oddziałują w bardzo skomplikowany sposób, lecz potem rozchodzą się jako cząstki takie same jak na początku. Wygląda to tak, jakby solitony zderzały się ze sobą jak sprężyste kulki, zachowujące w tym procesie swój kształt i tożsamość. Rozwiązania te mają dwie podstawowe własności obiektów jednostkowych, są mianowicie dobrze wyodrębnione z otoczenia i stabilne. Wprawdzie nie ma jednoznacznej granicy między nimi i otoczeniem, jednak intensywność danego procesu w drobnym obszarze wyróżnia ten obszar i nadaje mu cechy indywidualne. Przypomina to koncepcję ciał jednostkowych w filozofii Kartezjusza. Filozof ten nie wierzył w istnienie przestrzeni pustej. Uważał, że obszary, w których nie ma obserwowalnych ciał są napełnione bardzo subtelnym eterem, natomiast ciała składają się z eteru bardziej grubego i bezwładnego. Różnica między ciałami i otaczającą je przestrzenią była więc dla niego różnicą ilościową a nie jakościową. Takie zjawiska dobrze opisują rozwiązania solitonowe.

Z punktu widzenia filozofa monisty najważniejszą cechą tych rozwiązań jest to, że wyłaniające się z otoczenia struktury mają stały kształt, chociaż ich skład nieustannie się zmienia. Widać to jasno na przykładzie fal na wodzie. Fale te przez długi czas zachowują swoją tożsamość: można śledzić ich rozchodzenie się, interferencję z innymi falami, drobne zmiany i powolne zanikanie. Osoba nie znająca mechanizmu powstawania fal mogłaby sądzić, że fala składa się z tych samych molekuł wody, które przesuwają się wraz z nią, a tymczasem molekuły te poruszają się jedynie w górę i w dół, a to, co widzimy jest zaburzeniem o ustalonym kształcie i zmieniających się składnikach. Jest to przeciwieństwo atomistycznego punktu widzenia, w którym tożsamość obiektów wynika ze stałości ich składu. W monizmie nie ma podstawowych najmniejszych ciał, które mogłyby stanowić źródło takiej tożsamości. Są tylko zaburzenia pierwotnej substancji przybierające określone kształty. Zaburzenia takie spostrzegamy jako obiekty jednostkowe, jeżeli są wystarczająco dobrze wyodrębnione z otoczenia i zmieniają się wolno, dzięki czemu można je obserwować i identyfikować. Dobrym przykładem takiego rozmytego obiektu jest chmura, która nie jest wyraźnie odrębna od otoczenia, lecz wystarczająco silnie odróżnia się od niego.

Ważną rzeczą jest zrozumienie źródła niezwykłej trwałości solitonów w dynamicznym otoczeniu. Wynika ona z nieliniowego oddziaływania ich części, które dostosowują się do siebie. Zaburzenie ruchu jednej części jest korygowane przez inne i wszystko wraca do normy. Jeżeli poszczególne części całości potraktujemy jako obiekty jednostkowe, to nieliniowość oznacza, że dostosowują się one do otoczenia, co jest pod-stawowym postulatem dynamicznego monizmu. Solitony są więc znakomitym modelem jednostkowych obiektów wyłaniających się z otoczenia. Mają one niestały skład i stałą postać, dzięki której zachowują swoją tożsamość. Ten model powstawania obiektów jednostkowych nie jest jednak zadowalający, bowiem rozwiązania solitonowe mają niezmienny kształt, dlatego nie nadają się one do opisu sytuacji, w których obiekt wyłania się i zmienia swoją strukturę w zależności od warunków. Tak pojmowane obiekty potrzebują pojęcia jeszcze bardziej elastycznego; do tego celu dobrze pasują atraktory.

Atraktory nie są rozwiązaniami równań dynamicznych lecz pewnymi wyróżnionymi obszarami przestrzeni fazowych takich równań. Była o nich mowa przy analizie pojęcia przestrzeni. Odkrywca pierwszego atraktora Lorenz, obserwując długookresowe zachowanie rozwiązań swoich równań zauważył, że większość z tych rozwiązań niezależnie od warunków początkowych skupia się w dwuwymiarowym obszarze o charakterystycznym kształcie dwóch listków. Wygląda to tak, jakby istniał pewien wyróżniony uniwersalny wzorzec dynamicznego zachowania układu, do którego prawie wszystkie rozwiązania zbliżają się dowolnie blisko i który nadaje określone własności ich działaniu. W ten sposób lokalnie nieregularna i nieprzewidywalna, chociaż deterministyczna, dynamika układu porządkuje się na poziomie makroskopowym, nadając całości stałą strukturę dynamiczną. Nie jest to struktura jednej trajektorii, lecz porządkująca tendencja pojawiająca się na poziomie ich klas. Tendencja ta ma charakter statystyczny (Tempczyk 1995, rozdz. IV).

Z matematycznego punktu widzenia atraktor jest bardzo skomplikowaną strukturą geometryczną i tak naprawdę żadna trajektoria nigdy nie staje się nim dokładnie. Jednak dla wszelkich praktycznych obserwacji dokonywanych z ograniczoną dokładnością, można go potraktować jako wzorzec realizowany przez każdy układ danego rodzaju, gdy minie odpowiednio długi czas potrzebny na uporządkowanie jego ruchu. Chaotyczna lokalna dynamika powoduje, że każda trajektoria szybko zapomina informację o punkcie wyjścia i zaczyna zachowywać się w typowy sposób. Dzięki istnieniu atraktora jest to zachowanie uporządkowane; posiada ono określone własności geometryczne, wynikające z geometrii atraktora. Często atraktory tworzą ładne obrazy, które można znaleźć w książkach z teorii chaosu. Obserwując z pewnej odległości i z ograniczoną dokładnością układy nieliniowe posiadające taki sam atraktor zauważymy podobny schemat ich działania. W ten sposób powstaje klasa dynamicznych całości posiadających odrębność i określone cechy. Dla monisty całość taka pełni rolę obiektu jednostkowego. Jest ona jednocześnie rozmyta i określona, nietrwała, lecz stabilna wystarczająco długo, by przypisać jej tożsamość.

Ważnym twierdzeniem teorii monistycznych jest, że struktury jednostkowe istnieją tak długo, jak długo sprzyjają im warunki otoczenia. Ta ogólna teza filozoficzna jest trudna do precyzacji i analizy ze względu na swój intuicyjny sens, jednak teoria atraktorów pozwala na jej określoną interpretację. Chodzi mianowicie o to, że atraktor pojawia się w przestrzeni fazowej danego układu równań, gdy liczbowe parametry tych równań przybierają określone wartości, na przykład są większe od pewnych wartości granicznych. Te ważne czynniki nazywa się parametrami kontrolnymi. Zależy od nich sam sposób działania opisywanego układu. Ten sam układ w sensie fizycznym może objawiać różne sposoby zachowania w zależności od wartości parametrów kontrolnych. Dla równań Lorenza parametrem kontrolnym jest różnica temperatury między dolną warstwą podgrzewaną, a górną warstwą chłodzącą. Dla małej różnicy proces wymiany ciepła przebiega łagodnie i nie ma żadnego chaosu. Powyżej wartości progowej powstają komórki Benarda, a dla temperatur jeszcze wyższych komórki te zaczynają kręcić się w sposób nieprzewidywalny i pojawia się atraktor. Tak więc dla istnienia atraktora potrzebne są określone warunki wyrażające się w wartości parametru kontrolnego wyższej od wartości progowej. Podgrzewana woda może więc działać się na trzy różne sposoby. Najpierw jest to tylko jednolita ciecz. Później pojawiają się w niej komórki, a na koniec są to komórki z atraktorem (Schuster 1988, 110-114, 226-229). Dla układów bogatszych może istnieć kilka parametrów kontrolnych lub kilka atraktorów. Wtedy działanie zależy także od tego, w jakim obszarze przestrzeni fazowej znajduje się układ. Różne obszary mają różne wzorce zachowania. Nieliniowy układ z atraktorami to, jak widać, znakomity model zależności struktury całościowej od otoczenia.

Matematycy odkryli kilka prostych układów równań nieliniowych, które dokładnie zbadano i opisano ich atraktory (Tempczyk 2002, rozdz. 3). Jest to aktualnie najbardziej elastyczny dokładny język opisu porządku wyłaniającego się z nieporządku. Jego sukcesy w naukach empirycznych są dobrze znane, dlatego nie mówiłem o nich. Moim celem było pokazanie, jak język ten pasuje do ważnych zagadnień ontologicznych. Nauka nie jest w stanie rozstrzygnąć tych zagadnień; są one zbyt ogólne i podstawowe. Można jednak korzystając z jej osiągnięć dokonać istotnego postępu w zrozumieniu o co w nich chodzi. W przeszłości wiele razy pojawienie się jakiejś ważnej teorii przyrodniczej przyczyniało się do postępu dyskusji filozoficznych. Teoria chaosu może stać się punktem wyjścia rozwoju ontologii monistycznych.

W długiej historii filozofii europejskiej ontologie takie były rozwijane, poczynając od Heraklita, a na Whiteheadzie kończąc, można jednak bez przesady powiedzieć, że są one znacznie mniej rozwinięte i opracowane pojęciowo od ontologii pluralistycznych, którym filozofowie poświęcili znacznie więcej uwagi. Dzięki szybkiemu rozwojowi nauk o złożoności i dynamice nieliniowej sytuacja może się zmienić, ponieważ, jak starałem się pokazać na powyższych przykładach, uczeni coraz lepiej rozumieją i potrafią opisać globalne, elastyczne struktury całościowe, powstające w układach złożonych. Dzięki temu rozwojowi ontologia otrzymała nowe pojęcia i metafory, przydatne do zrozumienia świata, który jest ze swej natury dynamiczny i nie ma podstawowych indywidualnych składników. Z tego powodu jestem przekonany, że teoria chaosu może przyczynić się do rozwoju filozofii monistycznych i zachęcam filozofów do zainteresowania się nią (Tempczyk 1995; 1998). Jest to szczególnie ważne zadanie dla filozofów nauki, którzy są przygotowani do analizy treści teorii naukowych i których praca może pomóc filozofom słabiej znającym naukę, pracującym nad fundamentalnymi zagadnieniami ontologii.

Literatura

Earman J., 1986, *A primer on determinism*, D. Reidel Publ. Company.

Hawking S., 1988, *A brief history of time: from the Big Bang to black holes*, A Bantam Books.

Leibniz G., 1969, *Wyznanie wiary filozofa*, PWN.

Kaku M., 1994, *HYPERSPACE, A scientific Odyssey through parallel universes, Time warps and the tenth dimension*, Oxford Univ. Press.

Prigogine I., 1996, *La fin des certitudes*, Editions Odile Jacob.

Schuster H.G., 1988, *Deterministic chaos. An introduction*, VCH Verlagsgesselschaft.

Tempczyk M., 1991, *Fizyka a świat realny*, PWN.

Tempczyk M., 1995, *Świat harmonii i chaosu*, PIW.

Tempczyk M., 1998, *Teoria chaosu a filozofia*, Wydawnictwo CiS.

Tempczyk M., 2002, *Teoria chaosu dla odważnych*, Wyd. Naukowe PWN.