

# *Chaotyczna harmonia świata*

## **Nauki ścisłe. Porządek wyższego rzędu**

**O teorii chaosu, demonie Laplace'a, kobiecie jako układzie niestabilnym i Bogu, który nie gra w kości z prof. Michałem Tempczykiem rozmawia**

**SŁAWOMIR MIZERSKI**

**Sławomir Mizerski: – Za oknem dzień jak co dzień: Słońce świeci, wokół niego krąży sobie Ziemia, samoloty latają, nie spadają. Szczerze mówiąc, świat nie sprawia wrażenia szczególnie chaotycznego.**

Michał Tempczyk: – Wie pan, jeśli świat byłby naprawdę chaotyczny, to byśmy nie istnieli. Gdyby Ziemia zmieniała podczas ruchu swoją odległość wobec Słońca, raz byłoby minus 200 stopni Celsjusza, a raz plus 200. Żeby życie mogło powstać i rozwinąć się do tak dojrzałej postaci, warunki muszą być stabilne.

**Zatem intuicja podpowiadająca, że istnieje w świecie porządek, jest słuszna.**

Zależy, co się obserwuje.

**Fakt. Wystarczy popatrzeć na drobiny kurzu unoszące się w tym pokoju albo wyobrazić sobie, co się dzieje w kawałku materii, w którym dziko tańczą atomy, a już widać, że chaos jest dosłownie na wyciągnięcie ręki.**

Żeby go dostrzec, wystarczy spojrzeć na mapę pogody. Jak wiadomo, efektywność przewidywania pogody jest bardzo mała. Jednego dnia specjaliści coś przewidują, a następnego jest zupełnie inaczej, mimo że dysponują doskonałymi danymi, zdjęciami satelitarnymi. Widać, że pogoda jest w zasadzie nieprzewidywalna. Ale nie dlatego, że panuje w niej kompletny nieporządek. Teoria chaosu zajmuje się układami, które są uporządkowane, ale w bardzo skomplikowany i nieprzewidywalny sposób.

**Wiem, ona bada chaos deterministyczny. Czyli jaki?**

Taki, w którym wciąż obowiązują prawa przyczynowe. Chodzi jednak o układy tak skomplikowane, że nie dają się one dokładnie opisać. Weźmy zjawisko paniki: jest pożar, ludzie biegną, bo chcą uciec. Są zdeterminowani, tylko że ich ruch nie składa się w regularny obraz, sprawia raczej wrażenie gigantycznego chaosu. Albo chmury. One nie płyną same z siebie, na ich ruch składa się wiele czynników. Ale ich ruch jest tak skomplikowany, że nie umiemy go dokładnie przewidzieć. Każdy pojedynczy atom leci zgodnie z zasadami fizyki klasycznej po linii prostej. Tylko że on zderza się około 100 mln razy na sekundę, więc nie przewidzi pan jego ruchu. Jest on chaotyczny, ale całkowicie zdeterminowany.

**Newton i Dziesięć Przykazań**

**Skąd się wziął w fizyce chaos?**

Pierwszy raz użył tego słowa fizyk Ludwig Boltzmann, kiedy w końcu XIX w. pytano go, dlaczego dużą porcję gazu można opisać tylko za pomocą praw statystycznych. Odparł, że w gazie panuje chaos molekularny. W ciele stałym atomy są powiązane i w tym wypadku nie może pan stosować opisu statystycznego, bo te atomy się ściśle trzymają. A w gazie one latają na wszystkie strony.

I Boltzmann nazwał to hipotezą chaosu molekularnego.

### **Ale to nie on „odkrył” chaos?**

Nie. Zrobił to fizyk i matematyk Henri Poincaré w 1890 r. Badał on teoretycznie dwa duże kuliste ciała, które działają na siebie grawitacyjnie, pomiędzy którymi porusza się trzecie maleńkie ciało. I Poincaré zauważył, że to trzecie wariuje.

### **Dlaczego?**

Bo bez przerwy wchodziło w obszar, w którym tamte dwa duże ciała ciągnęły grawitacyjnie każde w swoją stronę.

### **Klasyczny układ niestabilny?**

Tak. Poincaré go odkrył, opisał. To można uznać za odkrycie chaosu. On zobaczył, że prosty układ dwóch ciał krążących wokół siebie według prostych praw fizyki po umieszczeniu między nimi trzeciego małego zachowuje się dziwnie. To ciało zaczyna się wahać, wystarczy drobiazg, np. lekkie drżenie lub to, że mucha na nim siądzie, i jego losy się zmieniają, zostaje skierowane nieoczekiwanie w zupełnie inną stronę. Powstaje układ szalenie złożony i niestabilny.

### **Zaczynają się procesy chaotyczne.**

Procesy, w których ma pan taką nieregularność trajektorii ruchu, że nie można tego opisać ani przewidzieć. Mimo że to wszystko podlega prawom mechaniki. Stąd ta trochę dziwna zbitka pojęć: chaos deterministyczny. Nieregularne działania podlegające pewnym prawom. Ale w końcu nikt nie powiedział, że prawa powinny wymuszać regularne działania.

### **Uczono nas, że historia nauki jest historią eliminowania chaosu, dostrzegania harmonii i matematycznego porządku w świecie. Wydawało się nawet, że ok. 100 lat temu nauka była bliska ostatecznych sformułowań na ten temat. A tu wyskoczył ten chaos.**

Porządek, o którym pan mówi, to był taki ideał, pisał o nim w końcu XVIII w. Laplace. A tak naprawdę, co fizyka opisuje? Strasznie proste układy. Nie potrafi ona opisać na przykład Słońca ze wszystkimi krążącymi wokół niego planetami. Model układu planetarnego jest taki, że Słońce działa na wszystkie planety, ale planety na siebie już nie. Potrzeba było dopiero bardzo wyrafinowanych metod matematycznych i obserwacyjnych, żeby dostrzec, że to nie wygląda tak prosto, że np. Uran porusza się niezupełnie tak, jak się przewiduje. I z tego zachowania Uranu wyciągnięto wniosek, że musi istnieć jakaś planeta, która zaburza jego ruch. Liczono to całymi latami, żeby ustalić, gdzie ta planeta się znajduje. I w ten sposób odkryto Neptuna. Okazuje się zatem, że granice świata opisywanego przez klasyczną fizykę są wąskie.

### **Opisuje ona świat uproszczony?**

I to niesamowicie. Gdyby pan chciał wyliczyć oddziaływanie wzajemne Słońca i choćby trzech planet, już by się panu nie udało, w każdym razie w XIX w., bo teraz mamy komputery. Fizyka Newtona opisywała świat idealny, w którym obowiązywały proste prawa. Ona mi się kojarzy z etyką, która powiada, że ludzie powinni być uczciwi, porządni i tak dalej. Ale jaki procent ludzi taki jest?

### **Ta fizyka zatem opisywała, jaki świat powinien być. Zajmowała się światem „ludzi uczciwych”.**

Wierzono, że świat w zasadzie jest taki, jakim opisuje go fizyka newtonowska. Ale dla fizyków ten świat był niedostępny. Bo pan nigdy nie opisze układu choćby stu cząstek. Tego się nie da, nie rozwiąże pan tylu równań.

### **Czyli był to ideał niemożliwy do użycia?**

To tak jakby pan podchodził do ludzi uzbrojony w Dziesięć Przykazań i jakieś przypowieści dla dzieci idących do Pierwszej Komunii. I na tej podstawie chciałby pan założyć poważny biznes. Pytanie, kiedy by pan zbankrutował? Pewnie już po trzech dniach, boby panu wszystko rozkradli.

### **Zdemaskowanie Demona**

#### **Szkoda, bo ten model newtonowski zakładał poznawalność świata.**

Ale poznawalność nieefektywną. W 1803 r. wypisano równania hydrodynamiki opisujące, jak płynie woda. Były to co prawda równania kompletne, tylko że miały tzw. człony nieliniowe. I przez 200 lat fizycy nie umieli tego rozwiązać, wobec tego nie umieli wyjaśnić, dlaczego ta woda zaczyna w pewnym momencie wirować. Mój kolega w latach 60. rozwiązywał problem wałków gumowych: jak te wałki będą się wyginać pod wpływem ciężaru? Żeby te proste wałki opisać matematycznie, siedział cztery lata i liczył. A jak policzyć np. zmiany ciała ciężarowca pod wpływem dźwiganego ciężaru? No, nie da się. Czyli ten ideał poznawczy fizyki był ideałem, w który się wierzyło, lecz nie realizowało.

#### **Pojawiła się nawet intelektualna konstrukcja, Demon Laplace'a – idealny rachmistrz, znający w wybranym momencie stan ruchu wszystkich ciał we Wszechświecie i mogący na tej podstawie precyzyjnie przewidzieć jego przyszłe losy.**

Tylko że Laplace nie potrafił wyliczyć niczego oprócz ruchu planet wokół Słońca. A jego Demon musiałby znać absolutnie dokładnie aktualny stan wszystkich atomów we Wszechświecie, żeby móc przewidzieć ich stan przyszły. Jak miałby to wszystko policzyć? I gdzie by to zapisał? Ten Demon to ideał, z którego wszyscy się dzisiaj śmieją. Przez jakieś 100 lat uczeni wierzyli, że takie kompletne obliczenia to cel, do którego zmierza fizyka. Ale kiedy tylko brali się do liczenia, to im nie wychodziło. Weźmy ruch Ziemi. Newton zakładał, że Ziemia się kręci wokół Słońca, tymczasem dzisiaj wiadomo, że Ziemia wykonuje kilka różnych ruchów, wynikających choćby z jej oddziaływania z Księżycem. A więc jego teoria była tylko bardzo niedokładnym przybliżeniem. Tak naprawdę fizycy znali tylko jeden układ, który działał zgodnie z prawami fizyki – układ planetarny. Poza tym nie potrafili niczego policzyć. Bo już ruch pocisku musi zakładać istnienie tarcia, wobec czego ten jego tor to nie jest elipsa tylko krzywa, która nie da się wyliczyć.

#### **Ale kiedy gram w bilard, to jednak mogę przewidzieć ruch bil po stole. I dlatego jest w ogóle możliwa sztuka gry w bilard.**

Jeśli zderzają się dwie kule, z praw fizyki dokładnie wynika, w jakich kierunkach i z jakimi prędkościami się rozejdą. Ale gdy zderzają się trzy, nic już nie wiadomo, bo jest za mało praw fizyki. W każdym razie z tych praw, które mamy, nie da się wyliczyć, jak się to wszystko rozłoży. Trzeba założyć, że jedna z tych trzech bil poleci sobie dowolnie. Należy się tu wesprzeć prawami statystycznymi.

#### **Dlaczego akurat ruch układu planetarnego dało się przewidzieć?**

Ponieważ planety są w zasadzie kuliste, leżą daleko od siebie i można założyć, że główną siłą działającą na nie jest siła Słońca. Gdyby nie były kuliste, zaczęłyby wariować. Jest taki księżyc Jowisza o nazwie Hiperon, który ma kształt ziemniaka. I latając po eliptycznej orbicie kręci się na niej w sposób nieregularny i nieprzewidywalny, bo siła ciężenia działa na niego nierównomiernie.

#### **Gdybyśmy w Układzie Słonecznym mieli same ziemniaki, nie rozmawialibyśmy teraz.**

Ziemia by panu szalała w sposób niewyobrażalny, choć cały czas zgodnie z prawami fizyki. No i życie na niej nie mogłoby powstać.

### **Woda zaczyna wariować**

**Podsumujmy: nowoczesna fizyka odkryła, że świat składa się głównie z układów niestabilnych?**

Tak. Z tym że to nie obaliło mechaniki. I teoria chaosu opiera się na mechanice klasycznej.

**Ale mechanika newtonowska opisuje tylko ruch stabilny.**

Nie, ona opisuje każdy ruch. Mechanika potrafi przewidzieć, obliczyć różne rzeczy, tylko że pan tych równań nie rozwiąże, bo są zbyt skomplikowane. Fizycy wierzą, że mechanika potrafiłaby opisać chmurę. Tylko że w tej chmurze są miliardy miliardów kropelek wody, które na siebie oddziałują, więc tego się po prostu nie da wyliczyć. Ale to nie unieważnia praw mechaniki.

**Można powiedzieć, kiedy układ staje się niestabilny, chaotyczny? Jest tu jakaś wyczuwalna granica?**

Oczywiście. Weźmy turbulencję. W gładkiej rurze płynie woda. Do pewnego momentu płynie całkiem regularnie, środkiem szybciej, przy krawędziach wolniej z powodu tarcia o ścianki. Równania na ten temat rozwiązują się bez kłopotu na pierwszym roku studiów. Ale w pewnej chwili ta woda przekracza tzw. liczbę Reynoldsa i zaczyna wariować. Powstają wiry, zaburzenia. I tego fizycy przez 200 lat nie umieli opisać, chociaż domyślali się, że tu musi obowiązywać jakieś prawo.

**I co z tym zrobili?**

Teraz już wiedzą, jest na ten temat cały dział teorii chaosu. Okazuje się, że drobne fluktuacje są w tej wodzie zawsze, tylko jak ona płynie wolno, zaburzenia są tłumione, a gdy prędkość osiąga pewną graniczną wartość, cząstki wody zaczynają wirować. I zostają uruchomione mechanizmy chaosu. Są aż trzy różne sposoby przechodzenia ruchu regularnego w chaotyczny.

**Ten chaos współistnieje z harmonią i porządkiem?**

Tak. Biosfera na przykład jest układem stabilnym, ale nie do końca. Wystarczy przekroczyć na przykład pewien poziom zanieczyszczeń i następuje degradacja biosfery, proces lawinowy. Olbrzymim zadaniem techniki jest powstrzymanie chaosu. Gdyby samochód był układem niestabilnym, to pan nie mógłby nim jechać. Zabiłby się pan.

**Czy świat oparty na procesach chaotycznych jest światem przewidywalnym?**

W zasadzie nie. Pogoda jest przewidywalna, ale tylko na parę dni naprzód. I to bardzo niedokładnie, bo przy układach niestabilnych takich jak pogoda, żeby coś precyzyjnie przewidzieć, musiałby pan znać z absolutną dokładnością stan wyjściowy, początkowy całego układu. Jak pan nie zna, narasta błąd, który na przykład codziennie robi się dwa razy większy. Po dziesięciu dniach będzie to błąd tysiąc razy większy niż początkowo.

**Mogę przecież te dane zdobyć.**

Nie może pan, bo za dużą ilość danych należałoby wziąć pod uwagę, by przewidzieć zachowanie układu. W meteorologii znają wartość ciśnienia na danym obszarze co kilometr. Ale co się dzieje na tym kilometrze, już nie wiadomo. Są tam miliony punktów, w których wszystko może wirować. To jest olbrzymi układ, a my znamy tylko jakieś wartości średnie. Stąd nie da się precyzyjnie przewidzieć ruchu wiatru, chociaż ogólnie wiadomo, że będzie on wiał raczej od wyższego ciśnienia do niższego.

**W życiu tego nie wyliczę****Zatem wbrew temu, co zakładał Newton, świat jest niepoznawalny.**

Poznawalny, ale z rosnącym błędem. Świat planet też był poznawalny tylko na tyle dokładnie, na ile

umiał pan określić położenie planet. W tej chwili odległość Ziemi od Księżyca określamy z dokładnością do 20 cm.

### **Dlaczego?**

Bo astronauta Armstrong zostawił na Księżycu lustro, od którego odbija się wiązka laserowa wysłana z Ziemi. I ta wiązka określa odległość właśnie z taką dokładnością. Gdyby nie było lustra, dokładność wynosiłaby wiele metrów.

### **Czy układ chaotyczny, niestabilny, posiada swoją strukturę matematyczną?**

Opisuje się takie układy za pomocą wzorów, ale są one trudne do rozwiązania. Nie ma dla nich tzw. rozwiązań analitycznych. Powstaje krzywa, która się nie da matematycznie zapisać, dziwna.

### **Można opisać coś wzorem, którego nie da się rozwiązać?**

Większości wzorów nie da się rozwiązać.

### **I co jest z takim wzorem? Na co on czeka?**

On się rozwiązuje praktycznie. Któryś ze sławnych matematyków powiedział, że Pan Bóg całkuje empirycznie. Pan Bóg nie rozwiązuje wzorów, tylko tak ustawia elektrony czy inne fragmenty materii, że jest ruch. Jeśli założymy, że Bóg stworzył świat, to na pewno nie czekał, co Einstein wymyśli za 15 mld lat, nie odtworzył sobie na kartce jego równań, tylko po prostu zabrał się do roboty. Równanie to jest nasze narzędzie, Bóg się obywał bez niego.

### **Po co tworzymy równanie, które nie ma rozwiązania?**

Ono ma rozwiązanie, tylko my go nie umiemy wyliczyć. No, prosta sprawa: niech pan mi wyliczy logarytm dziesiętny z 27. Jak pan wyliczy? Tego się nie da wyliczyć. Liczbę Pi ludzie liczą od lat i wyliczyli na razie ponad dwa tysiące członów dzięki komputerowi. Potrafimy liczyć pierwiastek drugiego stopnia, ale trzeciego czy czwartego stopnia nie da się wyliczyć. Więc jeśli rozwiązanie jakiegoś wzoru brzmi: pierwiastek piętnastego stopnia z dwudziestu jeden, to przecież ja w życiu tego nie wyliczę. Wiemy, że to jest jakaś liczba, ale nikt nie wie, ile ona wynosi. Naprawdę to umiemy rozwiązywać tylko wielomiany, bo umiemy mnożyć, dzielić, dodawać i odejmować.

## **Damski układ niestabilny**

### **Czego nas uczy teoria chaosu?**

Teoria chaosu zajmuje się układami skomplikowanymi. Taki układ ma dwie cechy. Po pierwsze lokalnie może on działać w sposób nieprzewidywalny. Ale po drugie w tej nieprzewidywalności może się pojawić porządek wyższego rzędu.

### **To znaczy jaki?**

Taki, w którym całość się zorganizuje. Całość nagle dostosuje się do części i powstanie coś takiego, co można ładnie opisać. Huragany są tu dobrym przykładem. Jest to układ niestabilny, ale może się tak zgrać, że powstanie trąba powietrzna, która żyje dwa tygodnie.

### **Trąba to układ stabilny?**

Jak najbardziej. Trwa dłuższy czas i nic na niego nie ma wpływu. Pan jej szczegółów nie wyliczy, ale ona się nie rozpada właśnie dlatego, że części tego układu zgrywają się ze sobą.

### **Trąba staje się porządkiem wyższego rzędu.**

Oczywiście. Albo tzw. czerwona plama na Jowiszu. Jowisz ma niesłychaną atmosferę, bez przerwy wszystko się w niej gotuje i żaden układ by tam nie wytrzymał. Ale od czasów Galileusza astronomowie widzą na Jowiszu czerwoną plamę – duży obszar, tysiące kilometrów. Wszystko wiruje, a ta plama stoi. I nikt nie wie dlaczego, bo w kotłującej się atmosferze ta plama powinna się rozlecieć po tygodniu. Widocznie istnieje tam jakaś swoista dynamika całości, której nie umiemy wytłumaczyć.

### **A jak jest z procesami zachodzącymi w świecie ludzi?**

Tak samo. Dla mnie takim porządkiem zrodzonym z chaosu jest choćby rynek. Każdy zakłada swój biznes żywiołowo, na chybił trafił, ale pojawiają się pewne tendencje, wyłania się z tego porządek. Socjalistyczni ekonomiści byli przekonani, że jak się ludzi nie będzie krótko trzymać, nie powie im, ile i co produkować, to wszystko się rozpadnie. Tymczasem okazuje się, że gospodarka rozwija się, zgrywiają się jej elementy. Każdy niby działa chaotycznie, goni za zyskiem, a tu jednak powstaje taki harmonijny układ jak gospodarka Japonii czy USA.

### **Czy dążenie do uporządkowania to jest ogólna cecha świata materialnego?**

Tak. I to jest drugi istotny aspekt teorii chaosu. Powiada ona, że świat jest co prawda tak skomplikowany, że nie umiemy go przewidzieć, ale ma tendencję do porządkowania się. I tego mechanika klasyczna nie umiała dostrzec, ponieważ planety się nie porządkują, one działają na siebie dość prymitywnie. Ale już ludzie reagują na otoczenie, zmieniają swoje zachowanie. Weźmy przykład kobiety w supermarkecie. Pytam się jej: Co kupimy? A ona odpowiada: Jak to co? Zobaczą, co będzie! Jest układem nieliniowym, czyli nieprzewidywalnym. Tymczasem ja jestem układem stabilnym: mam kartkę ze spisem zakupów, biorę masło, kilo cukru, jedzenie dla psa, wychodzę. A kobieta się dostosowuje. Ona się może zachowywać w sposób nieprzewidywalny, ale dzięki temu może powstać globalna harmonia wyższego rzędu, ogólnorynkowa. Wszystko w ramach drugiej części teorii chaosu. Lokalne procesy zachodzące w układzie się dostosowują. Nie są mężczyznami chodzącymi po supermarkecie z kartką, ale kobietami, które są nieprzewidywalne, ale reagują na sytuację i nagle gromadzą się w jednym miejscu, bo tam pojawił się na przykład superbiustonosz w promocji.

### **Układy biologiczne organizują się tak samo?**

Pan ma komórkę, w której jest niesamowite bogactwo reakcji chemicznych, których nigdy by pan nie opisał. Mimo to komórka tworzy całość, która jest stabilna, umie trwać, pobierać pożywienie, odtwarzać się, wybierać selektywnie to, co jest jej potrzebne. Układy bardzo skomplikowane, np. człowiek będący chaosem komórek, w fantastyczny sposób się porządkują, tworząc absolutnie harmonijną całość. Jeśli w samochodzie odpadnie jakiś detal, samochód wysiada. Ale człowiekowi urwie nogę, a on żyje. A kiedy kawałek jego mózgu ulegnie wycięciu, reszta przejmuje utracone funkcje. Wszystko dlatego, że są mechanizmy naprawcze, sprzężenia zwrotne. Układ umie się uczyć, na tym polega dynamika nieliniowa.

### **Kto tu rządzi**

#### **Co możemy zrobić z chaosem? Czy możemy go kontrolować?**

Możemy budować urządzenia stabilizujące. Kompensować, tworzyć mechanizmy zabezpieczające. To się robi obecnie na przykład w ekonomii.

#### **Procesami chaotycznymi można sterować?**

Można. Układ niestabilny jest dość łatwo przekierować. Jak pan ma układ stabilny, np. jadący samochód, to aby go zepchnąć z drogi, musi pan podziać dużą siłą. A jak układ utraci stabilność, wystarczy niewielka zmiana, mała siła, aby układ przekierować.

#### **Ale muszę wiedzieć, jak i w którym momencie na niego podziać.**

No właśnie. Nawet drobna ingerencja może spowodować olbrzymie skutki.

### **Stąd metafora o uderzeniu skrzydeł motyla, które może spowodować lawinowe narastanie zmian w układach niestabilnych i w efekcie huragan w jakimś odległym miejscu Ziemi.**

Czymś takim są też próby wywoływania deszczu podczas długotrwałych susz. W atmosferze unosi się para wodna, wystrzeliwuje się w powietrze pył, który staje się ośrodkiem kondensacji wody i spada deszcz. Wystrzelone drobiny pyłu stają się zarodnikami kropli. Mamy do czynienia z układem niestabilnym, ta woda chce się skropić, ale nie wie jak, dopiero wpuszczenie pyłu, a zatem stosunkowo niewielka ingerencja, uruchamia zmianę na olbrzymią skalę. Proste, należy tylko znać zasady. Dlatego trzeba się cały czas uczyć pracować z układami niestabilnymi. Opisywać, liczyć, modelować, sterować.

### **Czy do sterowania chaosem jest niezbędna wielka moc obliczeniowa komputerów?**

Przede wszystkim musimy wiedzieć, jakie czynniki są ważne. Dziś ludzie nie wiedzą, jakie jest naprawdę źródło zmian klimatycznych. Mówi się, że winien jest człowiek, który emituje do atmosfery zanieczyszczenia i atmosfera nie umie sobie z tym poradzić. Ale nie wiadomo, jak jest naprawdę. Może po prostu zbliża się następna epoka lodowcowa? Meteorolodzy nie wiedzą, czy dawniej pogoda była stabilna. Ludzie po prostu odkryli, że złożoność i niestabilność to cechy materii i trzeba się nauczyć z tym żyć.

### **Przekierowując niestabilne, chaotyczne układy tak, żeby poszły we właściwym kierunku.**

Dobrym przykładem są zjawiska społeczne. Choćby to, co się ostatnio działo na Ukrainie. Tam w Kijowie w olbrzymim niestabilnym tłumie działały dobrze wyszkolone kilkunastoosobowe młodzieżowe brygady. Tłum był niestabilny, a oni byli zorganizowani. I w odpowiedniej chwili potrafili zadziałać tak, że ten niestabilny tłum reagował tak, jak oni chcieli. Ale to samo dotyczy gry na giełdzie, ekologii. Okazuje się, że nawet zanik jednego gatunku flory czy fauny może spowodować katastrofę. Bez jakiegoś jednego grzyba na przykład las wymiera. A więc trzeba uważać, bo rzeczywistość jest bardzo skomplikowana.

### **Przypadek czy coś więcej**

#### **Panie profesorze, jaki wobec tego jest ten nasz świat? Harmonijny?**

Tak, tylko bardzo złożony. I ma harmonię trudną do zrozumienia, a nie prostą. Ma zdolności do samoorganizacji i rozwoju. Kiedyś liczono, jak bardzo nieprawdopodobne było pojawienie się życia na Ziemi. Ale z drugiej strony obserwuje się pęknięcia w dnie morskim na wielkich głębokościach. Zaczyna się wylewać lava, warunki są absolutnie sterylne, nie ma żadnego życia, ale po takiej erupcji w ciągu kilkudziesięciu lat to życie oparte na siarkowodorze, na azocie pojawia się. Samo z siebie. Jest ciepło, są związki chemiczne, powstaje flora i fauna. Dawniej biolodzy sądzili, że potrzeba by milionów lat, żeby jakieś pierwotne formy życia dało się zaobserwować. Tymczasem materia ma fantastyczne zdolności. Nie jest układem przypadkowym, w którym, jak twierdzili niektórzy fizycy, życia w ogóle nie powinno być. To fizyka była zbyt prosta.

#### **Czy w związku z teorią chaosu można mówić o pojęciowej rewolucji i nowym paradygmacie nauk empirycznych?**

No tak. Chodzi o to, że złożoność jest istotnym elementem rzeczywistości i że układ jest czymś więcej niż prostą sumą części. To jest sławne powiedzenie Arystotelesa. Ale Arystoteles nie umiał powiedzieć, co to znaczy: coś więcej.

#### **Dziś wiemy już, co to jest to arystotelesowskie coś więcej?**

Wiemy. To jest właśnie nieliniowość, która tworzy strukturę wyższego rzędu. Na przykład to, że wir

jest całością, że to nie są cząstki latające we wszystkie strony, ale zaczynają płynąć w jednym kierunku. Że tłum ludzki nie jest tłumem absolutnie bezładnym, ale po pewnym czasie organizuje się, wybiera przywódców. To widać wszędzie. Okazuje się, że materia ma historię, złożoność, dynamikę. Świat jest strasznie bogaty. I w związku z tym nie jest przewidywalny w prymitywny sposób.

**Możemy zatem z ulgą odrzucić podejrzenia, że żyjemy w zupełnie wariackim, przypadkowym, niezdeterminowanym świecie, w którym nie wiadomo, co się zdarzy.**

Możemy. Teoria chaosu pokazała jedynie ograniczenia w przewidywaniu.

**Czym jest w takim razie przypadek?**

To jest właśnie pytanie, na które nie umiemy odpowiedzieć. Einstein powiedział: Bóg nie gra w kości. Ale my wciąż nie wiemy, czy jeśli coś nam się wydaje przypadkowe, to dlatego, że po prostu działa zgodnie z prawami, które są zbyt trudne dla nas, czy też to jednak jest przypadek.

**Zdarzenie przypadkowe byłoby pełnym wyłamaniem się z zasady determinizmu?**

Tak. I dziś uważa się, że takie są rozpady jądrowe. Wierzy się, że na ten rozpad nic nie ma wpływu, że to jest proces absolutnie przypadkowy, a my tylko umiemy go przewidzieć statystycznie, zresztą z bardzo dużą dokładnością.

**Czy w tej sprawie wiara zamieni się kiedyś w pewność?**

Nie wiem.

**Prof. Michał Tempczyk** (62 l.) studiował fizykę i filozofię na Uniwersytecie Warszawskim. Przez ponad ćwierć wieku pracował w Instytucie Filozofii i Socjologii PAN. Obecnie – w Instytucie Filozofii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Zajmuje się filozofią fizyki, teorią chaosu i jej filozoficznymi konsekwencjami. Napisał na ten temat kilka książek, m.in. „Strukturalna jedność świata”, „Fizyka a świat realny”, „Teoria chaosu a filozofia”, „Teoria chaosu dla odważnych”. Zapalony ornitolog, a także kajakarz (jego ulubione rzeki to Drawa, Brda i Drwęca). Od wielu lat jest buddystą.

[powrót »](#)

drukuj



Połączenia międzynarodowe i międzymiastowe za 35 gr/min. >>

Copyright 1996 - 2005 Onet.pl SA - [zobacz wszystkie serwisy](#) » [Polityka dotycząca cookie](#)

[do góry](#) ↑

© SP POLITYKA. Wszelkie prawa zastrzeżone