Czy przyszłość wpływa na teraźniejszość?

20 listopada 2010

Wiemy, że przeszłość to punkt wyjścia dla teraźniejszości, ale czy przyszłość jest w stanie wpływać na to, co dzieje się obecnie? Zgodnie ze zdrowym rozsądkiem nie, bo przyszłości jeszcze nie ma. Niektórzy uczeni twierdzą jednak, że jest inaczej. Przynajmniej w świecie kwantowym. W większej skali przenosi się to już jednak na cały wszechświat, którego los mógł zostać z góry ustalony. Najciekawsze w tym koncepcjach wydaje się to, że jego przyszłość może oddziaływać na teraźniejszość. Gdzie w tym wszystkim miejsce na człowieka i jego wolną wolę?

Wszyscy zgadzamy się, że wydarzenia, które miały miejsce w przeszłości stanowią punkt wyjścia do teraźniejszości. Jednak fizycy, a wśród nich Jeff Tollaksen, rozważają dość dziwną teorię mówiącą, że na to kim jesteśmy obecnie wpływa nasza… przyszłość.

Tollaksen i jego koledzy przyglądają się możliwości mówiącej, że czas może płynąć w tył pozwalając przyszłości na wpływanie na to, co było przedtem. Rozszerzając zakres tej idei można założyć, że wszechświat posiadać może swoje przeznaczenie, które jest w stanie cofnąć się w czasie i „działać” z naszą przeszłością, aby utworzyć to, co nazywamy teraźniejszością. W kosmicznej skali może to wyjaśnić nam to, dlaczego życie pojawiło się we wszechświecie, w którym panują tak nieprzyjazne mu warunki. Natomiast w skali osobistej, podobne idee mogą zmusić nas do zastanowienia się nad tym, co tak naprawdę pcha nas naprzód i czy rzeczywiście posiadamy wolną wolę.

Idea Tollaksena spełnia wszystkie możliwości, aby nazwać ją kontrowersyjną, ale co ciekawe seria kwantowych eksperymentów

wykazała, że pomiary wykonane w przyszłości mogą wpływać na wszystkie inne pomiary wykonywane wcześniej.

Tollaksen, który obecnie pracuje w Chapman University w Kalifornii, już od dawna interesuje się mechaniką kwantową, czyli w praktyce teorią, która rządzi ruchem cząsteczek w świecie subatomowym. W ostatniej klasie szkoły średniej uczęszczał już na wykłady z fizyki, które prowadził charyzmatyczny noblista, Richard Feynman mówiący studentom o paradoksach, które wciąż tak samo inspirują, jak i irytują fizyków.

Wśród nich pierwsze miejsce zajmuje tzw. zasada nieoznaczoności, która mówi, że nigdy nie możemy być pewien wszystkich właściwości cząstki w danym czasie. Dla przykładu, niemożliwe jest równoczesne zmierzenie tego, gdzie cząsteczka się znajduje i jak szybko się porusza, bowiem im dokładniej będzie określać się jeden aspekt, tym gorzej z pomiarem drugiego. W skali kwantowej cząsteczki posiadają także ciekawą właściwość pozwalającą im istnieć w więcej niż w jednym miejscu w tym samym czasie, ale aż do czasu, aż na nie spojrzymy. Ten wrażliwy stan, w którym cząsteczka posiadać może szereg niekiedy rozbieżnych właściwości, zwany jest superpozycją. Zgodnie ze standardowym ujęciem kwantowej mechaniki, zmierzenie właściwości cząsteczki to gwałtowny proces, który wytrąca ją ze stanu superpozycji i sprawia, że zapada się ona w jednostkę. To, dlaczego tak się dzieje jest wciąż jedną z głównych tajemnic mechaniki kwantowej.

– Książkowy sposób patrzenia na pomiary w mechanice kwantowej inspirowany jest przez biologię – mówi Tollaksen. Przypomina nieco ideę mówiącą, że nie można obserwować systemu zwierząt bez wpływania na nie. Próby śledzenia zwierząt mogą być zoologicznym odpowiednikiem tego, co Tollaksen nazywa „silnym pomiarem” – typem standardowo stosowanym w mechanice kwantowej, ponieważ jest on bardzo dyskretny. Kiedy jednak zbliżamy się do stada zwierząt, oddziałujemy na nie, zwierzęta mogą np. się spłoszyć i tak jest również w przypadku systemu

kwantowego. Nie da się obserwować go bez wchodzenia w kontakt z cząsteczkami i niszczenia ich delikatnego związku kwantowego, który istniał, nim na niego spojrzeliśmy.

Większość fizyków akceptuje te szczegółowe restrykcje jako część teorii. Tollaksen nie był jednak tym wszystkim do końca usatysfakcjonowany:

– Wiedziałem, że nie mogę już w życiu robić niczego innego – wspomina.

Za radą Feynmana, młody Tollaksen przeniósł się do Bostonu, aby studiować tam fizykę. Wiedząc jednak, że fizyka przypominająca miejscami ezoterykę może nie zapewnić jego rodzinie chleba, zaczął pracę w firmie komputerowej, jednak wkrótce opatrzność zesłała mu znak w postaci innego fizyka, Yakira Aharonova, który odwiedzał Boston University. Aharonov, który obecnie pracuje w tej samej uczelni, co Tollaksen, znany był głównie z odkrycia związanego z dziwacznymi efektami w mechanice kwantowej, gdzie na cząsteczki można było wpływać za pomocą pola elektrycznego lub magnetycznego nawet w rejonach, w których te pola nie powinny ich dosięgać. Tollaksena zainteresował jednak bardziej inny rejon badań Aharonova, a dokładniej ten aspekt mechaniki kwantowej powiązany z zakrzywianiem czasu.

– Aharonov był jedną z pierwszych osób, która poważnie podeszła do idei, że jeśli chce się zrozumieć, co dzieje się w danym momencie w czasie, nie liczy się tylko przeszłość. Ważna jest również przyszłość – mówi Tollaksen.

W szczególności Aharonov przedefiniował rolę indeterminizmu, który stanowi podstawę mechaniki kwantowej. Nim ta pojawiła się na scenie naukowej, fizycy uważali, że prawa rządzące tą nauką mogą być użyte do określenia przyszłości kosmosu i każdego istniejącego w nim obiektu. Idąc tym tokiem rozumowania, jeśli możliwe byłoby poznanie właściwości każdej cząsteczki naszej planety, moglibyśmy np. przewidzieć los

danej osoby, a nawet opisać wszystkie myśli jakie kiedykolwiek przeleciały przez jej głowę.

Jednakże pogląd ten nie wytrzymał próby czasu, wraz z tym jak uczeni zaczęli mówić o indetermistycznych efektach mechaniki kwantowej, m.in. w czasie radioaktywnego rozpadu atomów. Problem ten Tollaksen ujmuje w ten sposób: istnieją dwa radioaktywne atomy, „tak podobne, że nawet Bóg ich nie rozróżnia”. Potem jednak pojawia się problem. Pierwszy z nich może ulec rozpadowi minutę wcześniej, ale drugi może zachować się zupełnie inaczej. Nie jest to tylko eksperyment myślowy, bo da się to zaobserwować w laboratorium. Nic nie jest w stanie wyjaśnić nam różnego zachowania dwóch atomów, nie ma też możliwości przewidzenia momentu ich rozpadu przez śledzenie ich historii. Zdaje się zatem, że efekt ten nie ma przyczyn. Zjawisko to, podobnie jak zasada nieoznaczoności, prześladowało m.in. Einsteina, który twierdził, że Bóg nie gra w kości z kosmosem.

Ale zastanawiało to także Aharonowa.

– Spytałem, co przychodzi Bogu z grania w kości z wszechświatem.

Aharonov uznał, że przeszłość danej cząsteczki nie zawiera pełnych informacji mówiących o jej losie, ale równocześnie zastanawiał się, że jeśli informacja nie pochodzi z przeszłości, to skąd jest? W końcu coś musi regulować zachowanie cząsteczek. Jego odpowiedź, która wydaje się tak samo szalona, co inspirująca mówiła, że nie możemy posiąść informacji kontrolujących zachowanie cząsteczki w teraźniejszości, ponieważ jeszcze nie istnieją.

– Natura stara się przekazać nam, że nie ma różnic między dwoma na pozór identycznymi cząsteczkami, których losy są odmienne, jednakże różnica ta może zawierać się gdzieś w przeszłości – mówił Aharonov.

Jeśli udałoby się nam wyrwać nasze myślenie z utartego toru,

że czas może poruszać się tylko w jedną stronę, możliwe byłoby stworzenie deterministycznej teorii mechaniki kwantowej.

W 1964 r. Aharonov wraz ze swymi kolegami, Peterem Bergmannem i Joelem Lebowitzem z Uniwersytetu Yeshiva w Nowym Jorku zaproponowali nowy twór o nazwie czasowo-symetryczna mechanika kwantowa. Stwarzała ona te same warunki i problemy, co standardowa jej forma, ale wyjaśniała to, w jaki sposób informacje z przyszłości mogą wypełniać nie dające się przewidzieć luki w teraźniejszości. I choć wielu kolegów Aharonova uważało, że jego nowa idea opiera się o eleganckie równania, trudniej było przełknąć jej następstwa w sferze filozofii.

Powodem, dla którego koncepcja Aharonova i jego kolegów nie wzbudziła zainteresowania był pewien dysonans poznawczy.

– Przez długi czas było to nic więcej jak kolejna ciekawostka, o której mogą rozmawiać między sobą filozofowie – powiedział Sandu Popescu z University of Bristol, który nadal współpracuje z Aharonovem.

Tego, czego potrzeba było Aharonovowi były konkretne eksperymenty wskazujące, że przedsięwzięcie z przyszłości może mieć wpływ na wydarzenia dziejące się… teraz.

Przez całe lata 80-te i 90-te Tollaksen i Aharonov próbowali wymyślić podobne wywrotowe eksperymenty, których wynik określany był przez wydarzenia zachodzące już po eksperymencie. Generalnie protokół obejmował trzy stopnie: preselekcję (czyli pomiary grupy cząsteczek), średni pomiar oraz finałową postselekcję, w której naukowcy wybierali podzbiór cząsteczek, na których dokonywano trzeciego pomiaru. Aby odkryć działającą wstecz przyczynowość, czyli przepływ informacji z przyszłości do teraźniejszości, eksperyment musiał zademonstrować, że efekty zmierzone w czasie średniego stopnia były połączone z akcjami wykonywanymi na podzbiorze cząsteczek w późniejszym czasie.

Tollaksen i Aharonov zaproponowali analizowanie właściwości zwanej spinem, odpowiadającej czemuś w rodzaju wirowania piłki, jednak z kilkoma ważnymi różnicami. W świecie kwantowym cząsteczka może wirować jedynie na dwa sposoby: w górę i w dół, przy czym każdy kierunek posiada ustaloną wartość (np. 1 i – 1). Na początku uczeni mierzą spin grupy cząsteczek o godzinie 14, potem o 14:30. Następnego dnia powtarzają czynność, przy czym tym razem dokonują również trzeciego pomiaru podzbioru cząsteczek ok. godziny 15:00. Jeśli ich przewidywania, co do wstecznej celowości były prawdziwe, doszłoby do widocznej zmiany. Innymi słowy, pomiar spinu przeprowadzonego o 14 i 15 mógł spowodować niespodziewany wzrost intensywności spinu mierzonego pośrodku a więc o 14:30. Wydaje się to absurdalne i bezpodstawne, podobnie jak twierdzenie, że można namierzyć pozycję delfina w Atlantyku między godziną 14 a 15, ale po sprawdzeniu jego pozycji o 14:30 okazałoby się, że znajduje się on pośrodku Morza Śródziemnego.

Sam efekt nie ograniczałby się jedynie do spinu. Widać byłoby także dramatyczną zmianę innych wartości kwantowych. Idea eksperymentu zakłada, że oddziaływanie pomiarów przeprowadzonych w przyszłości może w jakiś sposób przeniknąć do teraźniejszości i powiązać z efektami z przeszłości, podobnie jak dzieje się w przypadku fal łączących się wokół łodzi i wprawiających ją w ruch na niespokojnym morzu. Im mniejszy podzbiór cząsteczek wybrany w celu ostatniego pomiaru, tym bardziej widoczne mogą być efekty w pośrednich pomiarach – twierdził Aharonov.

Przez lata podobne przewidywania zawierały się bardziej w sferze filozoficznej, ponieważ zdawało się niemożliwe, aby wykonać zasugerowane eksperymenty. Opierały się one o wykonywanie pomiarów, jednakże książkowa fizyka mówiła, że mogłyby one zniszczyć kwantowe właściwości systemu. Innymi słowy, każda próba dokonania jakichkolwiek pomiarów w systemie zniszczyłaby jego delikatny stan kwantowy.

Pod koniec lat 1980. Aharonov wymyślił jednak pewien sposób. Postanowił zbadać system poprzez tzw. słabe pomiary. Oznaczało to mniej więcej to, że do wykonania pomiarów w ten sposób używano tych samych technik i przyrządów, jednakże „gałka” kontrolująca siłę aparatu obserwatora była wyłączona, aby nie burzyć zachodzących procesów kwantowych. W fizyce kwantowej jest tak, że im słabszy pomiar, tym mniej może być dokładny. Dokonanie słabych pomiarów jednej cząsteczki można uznać za nic nie warte. Aby uzyskać wiarygodne wyniki, Tollaksen doszedł do wniosku, że trzeba postawić na upór, nie zaś moc. Do 2002 r. fizycy powtórzyli swe eksperymenty tysiące razy, mając nadzieję na zbudowanie banku danych, który zawierałby dowody na wsteczną przyczynowość.

W ubiegłym roku fizyk John Howell i jego koledzy z University of Rochester donieśli o pewnym sukcesie. W jego eksperymencie mierzono światło lasera, które przepuszczano następnie przez jego „rozdzielacz”, przy czym część promienia przechodziła prosto przez mechanizm, zaś inna część odbijała się od lustra, które znajdowało się w ruchu. Grupa zastosowała podobną metodę pomiaru, aby wykryć odchylenie odbitego światła lasera i określić, jak bardzo poruszyło się lusterko.

To była pierwsza część. Samo poszukiwanie wstecznej przyczynowości wymaga analizy ostatecznego pomiaru i dodaniu do tego składnika czasowego. W eksperymencie Rochestera, po tym jak promień lasera odbił się od luster przechodził przez jedną z dwóch „bramek”, gdzie mógł zostać poddany (lub nie) pomiarowi. Jeśli badacze nie decydowali się na dokonanie finałowego pomiaru, kąty odchyleń mierzone w pośredniej fazie eksperymentu były niewielkie. Kiedy jednak dokonywano postselekcji, wyniki były zupełnie inne. Kiedy fizycy zdecydowali się zarejestrować światło lasera po przejściu przez jedną z bramek, wartość pomiaru była znacznie większa. Zatem w jakiś sposób późniejsza decyzja zdawała się wpływać na wynik słabych pośrednich pomiarów, nawet jeśli były dokonywane wcześniej.

Paul Davies, kosmolog z Arizona State University przyznaje, że zawsze imponowało mu to, że Aharonov nie poprzestawał nigdy na modelach teoretycznych, starając się zweryfikować swe twierdzenia poprzez eksperymenty.

– To nie było czcze gadanie, tylko realne badania – powiedział Davis, który współpracuje obecnie z Aharonowem.

Vlatko Vedral, fizyk z Uniwersytetu Oxford zgadza się, że dokonania Aharonowa były niezwykłe, ale z drugiej strony uważa, że dla wielu fizyków będzie to nieco za mało, aby przekonać ich o realności istnienia wpływu przyszłości na teraźniejszość.

Dla Tollaksena jego odkrycia są inspirujące, ale też i lekko przerażające:

– Z filozoficznego punktu widzenia to nieco niepokojące – mówi. Wszystkie te eksperymenty zmieniają sposób, w jaki odnosimy się do czasu.

Skłoniło go to nawet do idei, że przyszłość jest już z góry ustalona. Jeśli wszechświat ma swoje przeznaczenie, to jest ono już „spisane”. Czy jest zatem w nim miejsce na wolną wolę? A może wszystkie nasze wybory i czyny są już dawno spisane w wielkiej „bazie danych”, dając nam jedynie iluzoryczną wolność?

Wolna wola to coś, nad czym Tollaksen współpracuje z Popescu, co ciekawe, w wymiarze matematycznym. Ramy ideowe tego przedsięwzięcia nie mówią otwarcie, że ludzie mogą podróżować do przeszłości, ale istnieje możliwość sprawdzenia tego, czy możliwe jest napisanie danej historii raz jeszcze. Eksperymenty Rochestera zdawały się demonstrować, że akcje podejmowane w przyszłości odbijają się na wcześniejszym etapie postępowania. Czy oznacza to, że gdy podejmowany jest pośredni stopień decyzji/eksperymentu, to przyszłość jest już ustalona a eksperymentujący nie ma wyboru i musi wykonać końcowy etap? Okazuje się, że nie. Nawet w przypadkach, w których nie

decydowano się na ostatnie pomiary (bo jak pamiętamy, zależało to od wyboru eksperymentatorów), dochodziło do wzrostu wartości średniego pomiaru, choć nie wpływała na to żadna przyszła czynność, bo brak było pomiaru trzeciego. To skomplikowane, ale obserwacja ta zdaje się szydzić z wyników całego eksperymentu.

Tollaksen śmieje się na myśl o tym, bo chodzi o to, co często się podkreśla – powtarzalność. Żaden pojedynczy pomiar nie może powiedzieć prawdy o naturze rzeczywistości. Innymi słowy, można sprawdzić, czy przyszłość jakoś na nas oddziałuje poprzez przeprowadzenie milionów prób i stworzenie konkretnego wzorca.

Pozostaje pytanie, które zadał Aharonov: co ma Bóg z grania w kości z kosmosem? Dlaczego świat kwantowy zawsze musi być w pewnym sensie niezrozumiały, kiedy staramy spojrzeć się na niego z perspektywy teraźniejszości?

– Przyszłość może wpływać na teraźniejszość jedynie wtedy, jeśli istnieje odpowiednia przestrzeń, aby odrzucić jej wpływ jako pomyłkę – mówi Aharonov, który spędził większość swojego dorosłego życia na zgłębianiu swej teorii.

Jeśli przyszłość została zapisana tak, że fizyka poważnie potraktuje jego idee, zatem tak się stanie.

A jakie jest przeznaczenie wszechświata?

Czy informacje z przeszłości pozwalają na kierowanie rozwojem życia, wszechświata oraz ogólnie, wszystkiego? Paul Davies z Arizona State University i jego towarzysze zajmują się badaniem tego, czy wszechświat posiada swoje przeznaczenie, a jeśli tak, to czy istnieje możliwość natrafienia na tą dość dziwaczną zależność.

Kosmologowie przez długi czas zastanawiali się nad tym, dlaczego pewne warunki panujące w naszym wszechświecie, np. współczynnik jego ekspansji, dostarczają idealnych możliwości

do rozwoju galaktyk, gwiazd i planet. Jeśli w procesie tworzenia wszechświata zdać się na rzuty kostką (czytaj przypadek) istnieje ogromne prawdopodobieństwo, że powstałby twór nie stwarzający tak wielkich możliwości jak nasz. Jeśli nawet istnienie życia byłoby czymś naturalnym we wszechświecie, nie jest jasne, czy okres trwania wszechświata wystarczyłby, aby powstało ono w nim przez przypadek. Jeśli jednak istnieje określony punkt krańcowy istnienia wszechświata i ma on możliwość wpływania na wcześniejszy jego stan, może mieć to wpływ na szanse związane z rozwojem życia.

Wraz z Alonsem Bolero z Uniwersytetu Andyjskiego w Kolumbii Davies stworzył model matematyczny wykazujący, że istnienie we wszechświecie krańcowych stanów wpływa na typu cząsteczek tworzonych między tymi cezurami.

– Zrobiliśmy to w odniesieniu do uproszczonego jednowymiarowego wszechświata, zaś obecnie planujemy stworzyć model trójwymiarowy – mówi Davies.

Wraz z Bolero szuka on także śladów tego, czy kosmiczny „epilog” może pozostawiać po sobie ślady, które można wykryć. Obaj panowie mają nadzieję odkryć również określony los wszechświata, który wyjaśni nam trzy wielkie kosmologiczne tajemnice. Pierwsza z nich dotyczy tego, czy wszechświat obecnie rozszerza się szybciej niż przedtem. Druga z kolei zwraca uwagę na to, dlaczego niektóre promienie kosmiczne zdają się posiadać więcej energii aniżeli pozwalają im ramy normalnej fizyki. Trzecie pytanie związane jest z uzyskiwaniem pól magnetycznych przez galaktyki.

– Celem jest ustalenie, czy Matka Natura dokonuje postselekcji powodując występowanie niespodziewanych efektów.

Autor: Zeeya Merali
Źródło oryginalne: Discover Magazine
Źródło polskie i tłumaczenie: Infra