

STANISŁAW BUTRYN

ŚWIAT JAKO JEDNOŚĆ PROSTOTY I ZŁOŻONOŚCI

Murray Gell-Mann: *Kwark i jaguar. Przygody z prostotą i złożonością.* Warszawa, Wydawnictwo CIS, 1996, 511 s.

Wydawnictwo CIS rozpoczęło wydawanie serii zatytułowanej „Nauka u progu trzeciego tysiąclecia”. W serii tej mają ukazywać się książki pisane przez najwybitniejszych uczonych, traktujące o najważniejszych problemach i odkryciach współczesnej nauki, takich, o których można sądzić, że będą miały decydujący wpływ na jej oblicze na początku XXI wieku. *Kwark i jaguar* jest pierwszym tomem owej serii.

Autor książki jest wybitnym współczesnym amerykańskim fizykiem, laureatem Nagrody Nobla. Zaproponował on stosowaną obecnie nazwę „kwark” na oznaczenie najmniejszych znanych mikroobektów i stworzył teorię kwarków. Badanie tych mikroobektów, pragnienie poznania fundamentalnych praw rządzących najbardziej elementarnymi składnikami materii, jest jego życiową pasją. Realizacja tej pasji przyniosła mu wybitne osiągnięcia naukowe. Ale Gell-Mann ma jeszcze drugą pasję - amatorskie badanie ewolucji życia na Ziemi i ludzkiej kultury. Jak pisze w swej książce, zawsze czuł, że sfery rzeczywistości będące przedmiotem obydwu jego pasji są ze sobą głęboko powiązane, ale przez długi czas nie mógł zrozumieć, na czym polega ten związek. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że istnieje ogromna przepaść między fizyką cząstek elementarnych a naukami o życiu i ludzkiej kulturze. Teoria cząstek elementarnych zajmuje się takimi obiektami, jak np. elektrony i fotony. Cząstki te zachowują się tak samo, niezależnie od miejsca, w którym się znajdują, są ściśle wymienne, a zatem pozbawione indywidualności. Prawa rządzące ich zachowaniem są uważane za ściśle, powszechnie obowiązujące i niezmiennie. Natomiast nauki, takie jak archeologia, lingwistyka i historia naturalna, zajmują się indywidualnymi państwami, językami, gatunkami, słowami, organizmami etc. Prawa formułowane przez te nauki mają charakter przybliżony, a ich przedmioty - gatunki biologiczne, języki czy kultury, mają swoją historię i ulegają ewolucji.

Jednakże, zdaniem Gell-Manna, fundamentalne prawa mechaniki kwantowej tłumaczą pojawienie się indywidualności. Przecież rezultatem ewolucji wszechświata, przebiegającej zgodnie z tymi prawami, jest powstanie rozrzuconych w kosmosie pojedynczych, indywidualnych obiektów takich jak nasza Ziemia. Proces ewolucji biologicznej zachodzący na Ziemi jest również

kierowany przez te prawa. Doprowadził on do powstania zwierząt - innego rodzaju obiektów indywidualnych, mających zdolność adaptacji i uczenia się, a następnie ludzi, zdolnych do posługiwania się językiem, stworzenia cywilizacji oraz odkrycia nowych fundamentalnych praw, dzięki którym to wszystko się dokonało.

Gell-Mann badał zarówno relacje między różnymi sferami przyrody, jak i same prawa mechaniki kwantowej. Zastanawiał się, na czym polega różnica między złożonymi układami adaptacyjnymi, które podlegają ewolucji biologicznej i potrafią się uczyć (np. dziecko uczące się mówić, szczep bakterii uodporniający się na nowy antybiotyk, społeczność uczonych testujących nową teorię etc.), oraz układami, które wprawdzie ewoluują, ale nie są zdolne do adaptacji (np. galaktyki i gwiazdy). Badania te pozwoliły mu lepiej zrozumieć związki między układami prostymi i złożonymi, między tym, co powszechne i indywidualne, między fundamentalnymi prawami przyrody a ich poszczególnymi, ziemskimi przejawami. Recenzowana książka zawiera wyniki tych badań.

Pomysł nadania jej tytułu *Kwark i jaguar* podsunął autorowi wiersz Arthura Sze. Jeden z jego wersów brzmi: *Świat kwarków jest ściśle związany z jaguarem krążącym w nocy*. Słowo „kwark” w tytule książki ma symbolizować proste, fundamentalne prawa rządzące przyrodą. Określenie „proste” w odniesieniu do podstawowych praw fizyki współczesnej będzie się z pewnością wydawać szokujące dla czytelnika nie posiadającego wiedzy z tej dziedziny, albowiem w świadomości potocznej prawa te uchodzą za niezwykle skomplikowane. Gell-Mann stara się wyjaśnić, w jakim sensie można mówić o prostocie praw fizyki. Wyjaśnienie to uważa za jedno z głównych zadań swojej książki. Natomiast słowo „jaguar” w tytule symbolizuje złożoność otaczającego nas świata, przejawiającą się zwłaszcza w złożonych układach adaptacyjnych. Zdaniem Gell-Manna, obrazy kwarka i jaguara doskonale ilustrują dwa aspekty natury, które nazywa on prostotą i złożonością. Pierwszy aspekt, to prawa fizyczne rządzące zachowaniem się przyrody, drugi zaś, to bogata struktura otaczającego nas świata, do którego przecież należy również człowiek.

Książka składa się z czterech części. Część pierwsza nosi tytuł *Układy proste i złożone*. Autor analizuje tu związki między różnymi pojęciami prostoty i złożoności oraz bada cechy złożonych układów adaptacyjnych. Omawia rolę teorii w nauce oraz zagadnienie, które nauki są bardziej fundamentalne niż inne, co prowadzi go do kwestii redukcjonizmu. Szczególnie dobitnym przykładem prostej, podstawowej zasady przyrody jest dla Gell-Manna prawo grawitacji, czyli ogólna teoria względności Einsteina. Autor pokazuje, jak działanie tego prawa doprowadziło do powstania obiektów, które cechuje złożoność, różnorodność i indywidualność. Zupełnie nowe zna-

czenie tym cechom nadało pojawienie się w toku dalszej ewolucji złożonych układów adaptacyjnych. Układy te, choć ich cechy fizyczne są często zupełnie różne, mają jedną własność wspólną-wszystkie przetwarzają informacje w podobny sposób. Autor przedstawia wiele takich układów, ale szczególnie wiele uwagi poświęca jednemu z nich - nauce. Pokazuje, jak wygląda wyidealizowany model nauki i jak nauka funkcjonuje w praktyce. Formuluje zasadę pozwalającą każdorazowo rozstrzygnąć, która z dwóch nauk jest bardziej podstawowa. Zasada ta głosi, że nauka A jest bardziej podstawowa niż nauka B, jeżeli, po pierwsze, prawa nauki A w zasadzie obejmują zjawiska i prawa nauki B, po drugie, prawa nauki A są bardziej ogólne niż prawa nauki B.

Zasada ta pozwala odpowiednio uszeregować nauki, umieścić je na różnych poziomach i umożliwia redukcję poziomów wyższych do poziomów niższych. Jednakże, zdaniem Gell-Manna, redukcja ta nigdy nie może być absolutna. Nauki tworzą jedną spójną całość dzięki istnieniu związków między nimi. Jeśli będziemy rozpatrywali naukę z danego poziomu, to zauważymy, że obejmuje ona prawa nauki mniej fundamentalnej, zajmującej wyższy poziom, ale ta ostatnia nauka ma swoją specyfikę, nie redukuje się do praw nauki bardziej podstawowej, gdyż istotne dla niej są także dodatkowe informacje o warunkach panujących w obszarze będącym jej przedmiotem.

Druga część książki, zatytułowana *Kwantowy wszechświat*, poświęcona jest analizie pod określonym kątem podstawowych praw fizyki, rządzących zachowaniem wszechświata i cząstek elementarnych, z których jest on zbudowany. Autor bada fizykę - naukę podstawową z punktu widzenia prostoty i złożoności, aby wyjaśnić, jaką rolę odgrywają jednolita teoria cząstek elementarnych, warunki początkowe panujące we wszechświecie, nieoznaczoność mechaniki kwantowej oraz klasyczny chaos w powstaniu we wszechświecie zjawisk regularnych i przypadkowych, spośród których mogły ewoluować złożone układy adaptacyjne. Jest to najtrudniejszy, mający kluczowe znaczenie dla całokształtu rozważań autora i zarazem, jak się wydaje, najbardziej wartościowy fragment książki.

Znajdujemy tu fundamentalne zarówno dla fizyki jak i dla filozofii rozważania na temat możliwości stworzenia „teorii wszystkiego”. Autor zastanawia się, czy jeśli stworzymy kompletną teorię cząstek elementarnych i określimy warunki początkowe dla wszechświata, to wówczas będziemy mogli przewidzieć zarówno zachowanie się wszechświata jako całości, jak i przebieg poszczególnych zdarzeń. „Odpowiedź na to pytanie - pisze Gell-Mann - brzmi nie, gdyż prawa fizyki są kwantowe, a mechanika kwantowa nie jest deterministyczna. Teorie kwantowe pozwalają obliczyć tylko prawdopodobieństwa. Podstawowe prawa fizyki z zasady pozwalają tylko na obliczenie prawdopodobieństwa różnych, alternatywnych historii wszechświata, które opisują rozmaite sposoby, na jakie mogą toczyć się wydarzenia, jeśli przy-

mierny określone warunki początkowe. O tym, który z możliwych ciągów wydarzeń rzeczywiście nastąpi, możemy dowiedzieć się tylko z obserwacji; informacja ta uzupełnia podstawowe prawa. Podstawowe prawa fizyki w żadnym sposób nie pozwalają na sformułowanie teorii wszystkiego” (s. 186).

Wniosek ten ma szczególnie istotne znaczenie dla rozważanego w książce zagadnienia relacji między prostotą a złożonością. Wynika z niego, że zagadnienie to nie jest proste i nie może mieć automatycznego i uniwersalnego rozwiązania. Wręcz odwrotnie, jest to zagadnienie niestychanie złożone, wymagające na każdym poziomie organizacji przyrody odrębnej analizy uwzględniającej specyfikę tego poziomu. W tej części książki autor charakteryzuje wszechstronnie specyfikę mikropoziomu - świata cząstek elementarnych oraz megapoziomu - wszechświata rozpatrywanego w skali kosmologicznej. Omawia problem prostoty i złożoności w kwantowym wszechświecie, przedstawia współczesną interpretację mechaniki kwantowej i pokazuje, na czym polega błędne rozumienie niektórych jej idei. Sporo uwagi poświęca kwarkom, standardowemu modelowi cząstek elementarnych oraz teorii superstrun, którą traktuje jako poważną kandydatkę na zunifikowaną teorię wszystkich cząstek elementarnych i ich oddziaływań, czyli wszystkich sił przyrody. W ostatnim rozdziale tej części książki zawarte są rozważania na temat strzałek czasu oraz powstawania coraz bardziej złożonych struktur, zarówno w złożonych układach adaptacyjnych, jak i nieadaptacyjnych. Rozważania te prowadzą autora do pytania, czy złożoność będzie zawsze wzrastać. Odpowiadając na to pytanie, Gell-Mann pokazuje, jak w tym przypadku rodzaj odpowiedzi zależy od charakteru ewolucji wszechświata.

Trzecia część książki nosi tytuł *Dobór i dostosowanie*. Autor omawia w niej różnorodne przykłady nacisków selekcyjnych działających w złożonych układach adaptacyjnych, zwłaszcza w ewolucji biologicznej, w różnych odmianach procesów myślenia oraz w pewnych aspektach zachowania ludzkich społeczeństw. Opisuje też, jak można wykorzystać komputery jako złożone układy adaptacyjne do badania gier i uzyskiwania wiedzy o naturalnych złożonych układach adaptacyjnych.

Treść ostatniej części książki bardzo dobrze oddaje jej tytuł: *Różnorodność i zrównoważony rozwój*. Mówiąc o różnorodności, autor ma na myśli różnorodność form życia na Ziemi będącą wyrazem bogactwa informacji nagromadzonych w ciągu niemal czterech miliardów lat ewolucji biologicznej, oraz różnorodność ludzkiej kultury stanowiącą rezultat trwającej dziesiątki tysięcy lat ewolucji kulturowej człowieka. Gell-Mann uważa, że różnorodność ta w dobie cywilizacji współczesnej jest zagrożona i należy zrobić wszystko, aby ją zachować. Jest to zadanie niezmiernie ważne, ale zarazem ogromnie trudne. Możliwość jego rozwiązania upatruje autor we wszechstronnych badaniach przyszłości ludzkiej cywilizacji, polegających na próbie

znalezienia tych spośród wszystkich możliwych przyszłych historii ludzkości i biosfery, które są najbardziej prawdopodobne i prowadzą do zrównoważonego rozwoju układu. Pojęciem zrównoważonego rozwoju posługuje się Gell-Mann w szerokim sensie. Zrównoważony rozwój to dla niego nie tylko taki, który unika katastrof ekologicznych, ale także katastrofalnych wojen, długotrwałych tyranii i innych klęsk.

Książka Gell-Manna zdumiewa wielością, różnorodnością poruszanych w niej ważnych problemów, a także rozległością materiału, na którym autor opiera swe rozważania. Z materiałem tym Gell-Mann na ogół radzi sobie bardzo dobrze, ale bardziej pogłębione i wartościowe analizy znajdujemy w partiach książki zawierających problematykę, w której jest on specjalistą. Jednakże nie ze wszystkimi wypowiedzianymi w tych partiach poglądami można się zgodzić. Przesadna wydaje się np. fascynacja Gell-Manna teorią superstrun jako kandydatką na jednolitą teorię cząstek elementarnych. Do chwili obecnej nie udało się znaleźć jakiegokolwiek bezpośredniego dowodu eksperymentalnego, który potwierdzałby jednoznacznie teorię superstrun. Aktualnie istnieje wiele różnych wersji tej teorii, ale rozstrzygnięcie kwestii, czy któraś z nich jest słuszna, nie jest możliwe z dość zasadniczych przyczyn technicznych. Chodzi o to, że doświadczenie mogące w sposób bezpośredni ujawnić istnienie strun, wymagałoby wytworzenia energii dużo większej niż jakakolwiek energia możliwa do uzyskania na Ziemi. Wszystko wskazuje więc na to, że teoria superstrun jeszcze bardzo długo będzie mieć status nieudokumentowanej empirycznie hipotezy.

Gell-Mann uważa, że jednolita teoria pola musi być zgodna z mechaniką kwantową. Opinia taka jest z pewnością przedwczesna, przesądza kwestię bardzo jeszcze odległą od definitywnego rozstrzygnięcia. Chociaż bowiem współczesna wiedza fizyczna przemawia na rzecz poglądu Gell-Manna, to jednak nie można wykluczyć, że rację w tej sprawie miał Einstein głosząc, iż teoria kwantów jest tylko rozwiązaniem przejściowym, niepełnym, które w przyszłości zostanie zastąpione doskonalszym i głębszym opisem przyrody.

Niektóre kwestie, choć autor poświęca im stosunkowo dużo miejsca, są jednak przedstawione w sposób nadmiernie uproszczony. Szczególnie dobitnym tego przykładem są rozważania Gell-Manna na temat nauki, z których dowiadujemy się np., że teorie naukowe „na ogół powstają w wyniku licznych obserwacji”. Jak, widać, autor akceptuje indukcyjną koncepcję genezy teorii naukowych, która dziś uchodzi za nieaktualną, natomiast nie wspomina o powszechnie uznawanej współcześnie koncepcji hipotetyczno-dedukcyjnej. Zbyt uproszczony jest też jego pogląd na mechanizmy potwierdzania i obalania teorii naukowych oraz na specyfikę nauk społecznych.

W ostatniej części książki znaleźć można utopijne idee przypominające iluzje myślicieli oświeceniowych. Autor uważa np., że nadzieję na osiągnięcie trwałej, wysokiej jakości życia możemy mieć tylko wtedy, gdy zarówno zwykli obywatele, jak i elity społeczne rozumieją złożoność problemów, jakie musi rozwiązać ludzkość. Twierdzi też, że bogactwo musi być dzielone sprawiedliwiej, a w szczególności musi zniknąć skrajne ubóstwo.

Wymienione wyżej usterki i jeszcze inne, które można by wskazać - np. niefortunny termin „wieloświat” na określenie wszechświata - nie umniejszają w sposób znaczący wielkiej wartości książki Gell-Manna, a nawet są w jakimś stopniu usprawiedliwione, gdyż autor nie zamierzał nadać swemu dziełu charakteru traktatu naukowego. Chodziło mu raczej o przedstawienie jak najszerszego kręgu ważnych problemów i pobudzenie dyskusji nad nimi. Z tego zadania wywiązał się on bardzo dobrze. Jego książka rzeczywiście prowokuje do dyskusji z samym autorem i z kwestiami, w których nie zajmuje on własnego stanowiska.

Całokształt rozważań Gell-Manna to wieloaspektowy i wielozłonowy argument na rzecz jedności przyrody. Autor pokazuje, że prostota i złożoność nie są nie mającymi ze sobą nic wspólnego przeciwieństwami, lecz mają charakter ściśle powiązanych, warunkujących się wzajemnie i wywodzących się z siebie cech rzeczywistości. W odróżnieniu od niektórych współczesnych badaczy, którzy - jak np. I. Prigogine - negują istnienie prostego poziomu przyrody i negację taką uważają za stanowisko całej współczesnej nauki, Gell-Mann u podstaw wszechrzeczy sytuje prostotę i pokazuje, jak w toku ewolucji z owej prostoty wyłaniała się cała różnorodność, bogactwo i złożoność świata, które dzisiaj obserwujemy.

Do zrozumienia wywodów autora (poza niektórymi ich fragmentami) nie jest niezbędne specjalistyczne przygotowanie. Lekturę książki ułatwia jasny, prosty i zarazem precyzyjny język, a treść ożywiają liczne anegdoty z życia sławnych uczonych. Książka jest z pewnością bardzo interesującą i wartościową pozycją przeznaczoną dla szerokiego kręgu czytelników, którzy interesują się podstawowymi, ogólnymi cechami przyrody, miejscem i rolą człowieka w przyrodzie oraz przyszłością wszechświata i ludzkiej cywilizacji.