

Charles W. MISNER

NIEMATERIALNE SKŁADOWE OBIEKTÓW
FIZYCZNYCH⁰

Niektóre idee Einsteina były tak przekonujące i tak jasne, że już wkrótce okazało się z całą oczywistością, iż wycisną one trwale piętno na kulturze. Na przykład szczególna teoria względności zrekonstruowała przestrzeń i czas. Minkowski ujął w eleganckiej formie wpływ teorii względności na kulturę: „Odtąd zostało przesądzone, aby przestrzeń sama w sobie i czas sam w sobie rozmyty się w zwyczajne cienie i tylko swoisty związek ich obu zachowa niezależną realność.”¹

Nie muszę omawiać tak oczywistych i znaczących przejawów wpływu Einsteina, jak wyżej wspomniany. Brak mi, poza tym, wykształcenia historycznego, abym mógł poważnie ocenić wpływ koncepcji Einsteina na współczesną kulturę. (...) Chciałbym jednak prześledzić wpływ Einsteina przez zwrócenie uwagi na pewne mgliste, ale rozprzestrzeniające się składniki naszej obecnej kultury, w których, jak mi się zdaje, dostrzegam ducha Einsteina.

Poza tym, że szczególna teoria względności dokonała przewrotu w rozumieniu przez nas czasu i przestrzeni, uderzyła ona też w mechanistyczny sposób widzenia świata fizycznego i w materialistyczny pogląd na przyrodę. Od czasu gdy zaakceptowano szczególną teorię względności,

*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

⁰ Jest to tłumaczenie referatu pt. *The Immaterial Constituents of Physical Objects*, który Ch. W. Misner wygłosił we wrześniu 1978 r. w Monachium–Ulm na sympozjum UNESCO — zorganizowanym w stulecie urodzin Einsteina — na temat wpływu na społeczeństwo współczesnych idei w nauce (Symposium on the Impact of Modern Scientific Ideas on Society).

Podobne koncepcje, do prezentowanych w tłumaczonym tekście, rozwijał autor w Krakowie na wykładzie w ramach styczniowego Konwersatorium Interdyscyplinarnego.

Charles W. Misner jest znanym relatywistą, profesorem na Wydziale Fizyki i Astronomii uniwersytetu w Maryland w Stanach Zjednoczonych.

¹H. Minkowski, przemówienie wygłoszone w Kolonii, 21 września 1908 r., według przekładu (angielskiego) w: „Principles of Relativity”, Lorentz i inni, Nowy York.

nie wnika się już dłużej w faktyczne podstawy zjawisk elektromagnetycznych, odwołując się do mechanicznych modeli pełnych przekładni i kół zębatych, ani też przywołując wyobrażenie eteru — superprzenikliwego tworzywa o przedziwnych właściwościach elastyczności. W zamian za to einsteinowska koncepcja pola, oczyszczona z idei pochodzących od Faradaya i Maxwella, uznawana jest często za ujęcie fundamentalne. Dziś próby wgłębiania się w to, co faktycznie leży u podstaw zjawisk w dziedzinie cząstek elementarnych, prowadzą często do budowy myślowych modeli oddziaływających pól. (Oczywiście budowniczości modeli, zarówno ci z generacji Maxwella, jak i ci z naszej generacji — choć często ich motywacją jest pożądanie wiedzy o tym „jak to jest naprawdę” — z wielką dozą sceptycyzmu odnoszą się do tezy, że tworzone przez nich modele faktycznie cel ten w znacznej mierze osiągnęły). Zadam teraz pytanie, które określa obszar, w jakim powinien być badany wpływ najnowszych pojęć naukowych na społeczeństwo; pytanie to brzmi:

„Czy świat jest zbudowany z materialnych obiektów?”

Czy świat jest zbudowany z materialnych obiektów? Pewien aspekt tego pytania wymownie przedstawił Sir Arthur Eddington (który, jak wiemy, prowadził w roku 1919 znaną wyprawę z okazji zaćmienia Słońca²; wydaje się, że wyprawa ta zainicjowała proces wynoszenia Einsteina ku jedynej, w swoim rodzaju, pozycji bohatera powszechnej kultury). We wstępie do swej popularnej książki *Natura fizycznego świata*³ (*The Nature of the Physical World*, Cambridge University Press, 1929) pisze on (wprowadzam skróty):

„Zasiadłem do pisania tych wykładów przysuwając krzesła do moich dwóch stołów. Dwa stoły! Ależ tak, każdy z przedmiotów wokół mnie ma swój duplikat: dwa stoły, dwa krzesła, dwa pióra.

Jeden ze stołów dobrze znałem od zarania mego życia. Jest to przedmiot codziennego użytku, należący do otoczenia, które nazywam światem. (...) Czytelniku, jeśli jesteś człowiekiem o prostym, zdrowym rozsądku i jesteś niezbyt zatroskany skrupułami naukowców, będziesz przekonany, że rozumiesz naturę zwykłego stołu. (...) Stół Nr 2 jest moim naukowym stołem. (...) Nie należy on do świata, o którym uprzednio

²Ogólna teoria względności przewiduje, że bieg wiązki światła ulega zakrzywieniu w pobliżu masy grawitacyjnej. W maju 1919 roku, w czasie zaćmienia Słońca, dwie ekspedycje astronomiczne — jedna do Ameryki Południowej a druga do Afryki — potwierdziły zagięcie przez masę Słońca wiązki światła wysyłanego przez pewną grupę gwiazd. Eddington kierował drugą z tych wypraw (przyp. tłum.).

³G. Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought — Kepler to Einstein*, Harvard University Press, 1973.

mówiłem, tego świata, który spontanicznie ujawnia się wokół mnie, gdy tylko otworzę oczy. (...) Ten drugi stół jest częstką świata, który narzucił się mojej uwadze bardziej okrężnymi drogami. Mój naukowy stół jest po większej części pustką. W pustce tej znajdują się liczne, luźno rozrzucone ładunki elektryczne pędzące z ogromnymi prędkościami, ale ich sumaryczna objętość stanowi mniej niż miliardową część objętości samego stołu. (...) jest wielka różnica między moim stołem naukowym, a jego substancją (jeśli takowa istnieje) skąpo rozproszonych punkcików w obszarze, który jest w większości pusty, a stołem w codziennym znaczeniu: ten drugi stół uważamy za symbol solidnej rzeczywistości. (...) Nie muszę zaznaczać, że współczesna fizyka subtelnym testem i bezlitosną logiką zapewniła mi, że to mój drugi, naukowy stół jest tym jedynym stołem, który się tu faktycznie znajduje — gdziekolwiek miałyby być owe „tu”. Z drugiej strony nie muszę też zaznaczać, że współczesnej fizyce nigdy, przez żadne egzorcyzmy, nie uda się zniszczyć tego pierwszego stołu, dziwnej mieszaniny zewnętrznej rzeczywistości, wizerunku myślowego i odziedziczonego przesądu, który stoi tu oto, widzialny dla moich oczu i osiągalny dla mego dotyku.”

Eddington nie mówi, że jego naukowy stół nie zawiera żadnej materialnej substancji (choć kwestionuje ją), obecnie my też nie możemy tego powiedzieć. Pomysł, że wyjaśnieniem wszystkiego ma być konstrukcja zbudowana z jakiegoś ekwiwalentu newtonowskich „twardych, masywnych” materialnych atomów, jest tematem, który wciąż znajduje naukowców podejmujących się jego uzasadnienia. Jeśli cząstki elementarne nie okazały się elementarne, nie szkodzi; poszukiwanie „pra-atomu” wciąż trwa. Ale ja nie chcę rozwijać tematu „pra-atomu”, lecz całkiem przeciwny temat. Dokonany przez Eddingtona, ujmujący przegląd współczesnej nauki wskazuje, że w tym stuleciu materialna substancja Wszechświata znajduje się w defensywie, zredukowana co najwyżej do rozproszonych w pustce punkcików, garnizonów zgrupowanych w izolowane posterunki. Oczywiście niekoniecznie z tego wynika, że ustąpiwszy pola na przestrzennej arenie, materia straciła tym samym swe władanie w sferze rozumowania. Ale, faktycznie, i tam pozycja materii nie jest dobra. Naukowiec, który dostrzega drugi stół Eddingtona kieruje swoje próby zrozumienia nie ku materii, nie ku cząstkom, ale ku oddziaływaniom między nimi. Nie mówimy o tym, czym jest elektron, ale wypisujemy prawa oddziaływania elektronu z fotonami i z innymi elektronami. Zatem nawet teoretyk atomista, przyjmujący oddziaływania na odległość, koncentruje swe dociekanie nie na punkcikach materii, ale na przestrzeni pomiędzy nimi, poprzez którą cząstki komunikują się, aby

na siebie działać oraz na schematach wyższej symetrii ujawniających się w prawach opisujących ich oddziaływanie.

Częścią geniuszu Einsteina była jego zdolność dostrzegania rzeczy realnych, choćby nawet i niewidocznych, zamieszkujących pustkę w stole Eddingtona, tam gdzie tak wielu innych nie widziało nic. Próbując wyjaśnić, w jaki sposób chwytny zewnętrzne realia, Bronowski opowiada doskonałą historyjkę⁴ o Szerpie, górskim przewodniku, który przez całe swoje życie znał dwie góry, każdą widzianą z jednej z dwóch różnych dolin. Każda z tych gór nosiła swoją nazwę nadaną jej w jednym z dwóch różniących się między sobą lokalnych języków. Przewodnik zareagował radością naukowego odkrycia, gdy europejski wspinacz zasugerował mu, że mogą być one jedną i tą samą górą widzianą z różnych perspektyw. Szerp zdołał to nawet potem zweryfikować ku swojemu wielkiemu zadowoleniu, rozpoznając wspólne, charakterystyczne linie rzeźby dostrzeżone w obu widokach. W nieco podobny sposób małe dziecko musi korelować zmieniające się obrazy, które powstają na siatkówce jego oka, gdy obraca ono zabawkę w ręce i dochodzi do koncepcji niezależnie istniejących zewnętrznych przedmiotów, które to koncepcje wszyscy wzajemnie sobie komunikujemy. Podejście Einsteina w szczególnej teorii względności było też tego rodzaju. Eksperyment Michaelsona–Morleya nie był mu potrzebny. W zamian Einstein zabawiał się w myśli prostym eksperymentem w dziedzinie indukcji elektromagnetycznej. Rozpatrując ten eksperyment jeden naukowiec mógł widzieć działanie sił elektrycznych, drugi sił magnetycznych. Dla Einsteina — w okresie jego naukowego dzieciństwa siły te: E_i i B_i , były jedynie obrazami na siatkówce. Wkrótce zobaczył on jednak, i nauczał innych, aby też zobaczyli, rzecz realnie istniejącą, przedmiot zachowujący swoją niezmienną w świecie zewnętrznym (czy raczej, faktycznie, w pustej przestrzeni), pierwotny względem tych sił, mianowicie pole elektromagnetyczne F_{ab} . Proszę zwrócić uwagę, jak to, co tu podkreślam, jest różne od zazwyczaj spotykanego stwierdzenia, które mówi, że Einstein zunifikował (połączył) te dwa wektory E i B w tensor F . Kładę akcent nie na unifikację, ale na znaną przez Einsteina podstawę, na jakiej ugruntował on przekonanie o istnieniu pewnej zewnętrznej rzeczywistości (tu jest nią F). Przez ten poznawczy błysk intelektu Einstein dokonał odkrycia pól w przyrodzie, tak niewątpliwie jak Galileusz odkrył system słoneczny, ukazując go nam (a naprawdę ukazując model tego systemu) w nowej perspektywie, gdy zwrócił on swój teleskop ku księżycom Jowisza.

⁴J. Bronowski, *Science and Human Values*, Harper, N. Y. 1965, s. 30.

Musimy teraz dokonać gwałtownego skoku myślowego. Einstein pokazał, że niematerialne byty są fundamentalnym tworzywem Wszechświata. Odkrył on (w sensie wyżej opisanym) nie tylko pole elektromagnetyczne, ale także pole grawitacyjne czyli metryczne. On także pierwszy zastosował w fizyce to, co jest nazywane „wyższymi symetriami”; krok ten oznacza użycie matematycznych struktur w charakterze współautorów przy zapisie praw fizyki, a nie tylko posługiwanie się nimi w taki sposób, w jaki korzystamy z pióra i papieru, które to przedmioty pełnią rolę komunikacyjną i ucieleśniają zapisane prawa. (Zapewne w tych wyższych symetriach znajdziemy owe dalsze ucieleśnienia geometrii w fizyce, których Einstein długo poszukiwał (...)). Nie wiadomo jeszcze, w jakim zakresie te generujące struktury ujrzymy jako podstawowe tworzywo zwykłej materii. Przeważnie tego rodzaju teorie (ogólna teoria względności, teoria Yanga–Millsa, teoria odwzorowań harmoniczných) są w początkowych stadiach badań i nie możemy poddać rozsądnej filozoficznej ocenie niejasnych intuicji dotyczących spekulacji na temat osiągnięć przyszłości. Pomijając Einsteina i współczesną fizykę, znajdujemy jednak w obecnej kulturze wiele innych przykładów na to, że byty niematerialne dokonują rozprzestrzeniającego się podboju, podczas gdy to przedmioty materialne tracą względnie na wartości, choć pozornie zewsząd nas ogarniają. Russell Baker trafił w sedno pisząc około dziesięciu lat temu dla rubryki humoru w *New York Time's*: „Co robisz, Tatusiu, przez cały dzień?” pyta mały uczeń czytający swoje pierwsze podręczniki pełne opowiadań o wsiach kolonistów, zamieszkałych przez kowali, cieśli, farmerów i innych materialistów. „Jeżdżę do Nowego Yorku i siedzę przy biurku”. „No tak, ale co ty robisz przy biurku?”. „Czytam pisma, które wręczają mi ludzie, czasami coś na nich napiszę, a wtedy pisma przekazywane są albo innym ludziom, albo do skrzynki na listy”. „A co robią inni ludzie z tymi pismami?”. „To samo”. „I to tak się buduje samochody, Tatusiu?”

W coraz szerszym sensie okazuje się, że rzeczywiście, w taki właśnie sposób robi się samochody, a tym bardziej komputery. Dziedzina komputerów dostarcza także najlepszy język, w jakim można zwięźle podsumować temat, który próbuję tu zgłębić. Podsumowanie to brzmi:

„*Hardware* jest to *software*.”

Wiemy, że owo *software*, w formie nakładu pracy, projektu, reklamy, zarządzania, rachunkowości, ubezpieczenia itp. stanowi znaczącą część każdego produktu. Na przykład przy uzyskiwaniu energii jądrowej wydatki na paliwo pochłaniają względnie małą część kosztów, gdy tymcza-

sem największe koszty to wydatki na rozwój, projekty, wykonawstwo, oraz płacone odsetki z zainwestowanego kapitału. Sformułowanie „*hardware jest to software*” sugeruje, że w dowolnym przedmiocie nie ma nic innego poza projektem, wpływem otoczenia (albo współprzynależnością ekologiczną) i innymi tego rodzaju częściami składowymi o charakterze *software*. Podczas gdy na ogół jesteśmy gotowi uznać, że obiekty materialne w znaczący sposób zawierają *software*, które występuje w postaci projektu i rzemiosła, to zwyczajowo przyjmujemy, że węgiel i stal czy inne materiały użyte w procesie konstrukcyjnym są czymś całkowicie odmiennym. Stół Eddingtona przypomina nam wszakże, że, jak na razie, wszystko co odkryliśmy przy pomocy naukowych badań takich materiałów to raczej szkicprojekt, raczej *software*. Powiedzenie „*hardware jest to software*” — chciałbym ujrzyć opis jego genezy (zawierający koncepcje pola wyjaśnioną przez Einsteina) — stwierdza, że *software*, stanowi nie tylko to wszystko, co kiedykolwiek odkryjemy, ale, w pewnym sensie, nawet to wszystko, co rzeczywiście leży u podłoża materialnego świata codziennego doświadczenia.

Chemia, a szczególnie biochemia, stanowi dziedzinę, dla której temat „*hardware jest to software*” zdaje się być całkiem na miejscu. Chemiczne teorie dyskutują następujący problem: w jaki sposób pewne podstawowe jednostki „materii” łączą się i oddziałują między sobą, wytwarzając różnorodne substancje. Jednostkami tymi mogą być atomy, molekuly albo inne ugrupowania, rzadko zaś coś tak małego jak elektron lub jądro. A więc chemiczna jednostka nie jest na ogół eddingtonowskim „punkcikiem materii”, jest ona raczej jednostką myślową — czyli przynależna do *software* — odpowiadającą logicznym i geometrycznym relacjom pomiędzy innymi mniejszymi jednostkami, jakie zawierają w sobie ten „punkcik materii”, który tylko fizykowi specjaliście w dziedzinie cząstek elementarnych udaje się rozłożyć na *software*. Molekuła DNA jest wspaniałym przykładem tej hierarchii: jej struktura w kategoriach fosforanów, cukrów i zasad nukleinowych rzadko bywa rozdzielana w rozważaniach na atomy. Powyżej tego poziomu organizacji molekula DNA wykazuje jeszcze więcej *software*: zasady nukleinowe zgrupowane są w tryplety jako litery w dwudziestoliterowym alfabecie, te z kolei połączone są w dłuższe wypowiedzi kodujące pełne białka, a te znów w jeszcze większe struktury, których znaczenie dla procesów rozwoju komórki zaledwie zaczyna być rozpracowywane. Jednakże dla wyjaśnienia tak nieskomplikowanego fragmentu biologicznego „materiału”, jak prosta komórka, wymagane są jeszcze wyższe poziomy *software*. Zastanawiające jest też dlaczego pewne łańcuchy DNA wśród fizycznie dopuszczalnych zaistniały, a inne nie za-

istniały. Tym ostatnim fenomenem rządzi, jak stwierdzamy, głównie historia poprzez proces ewolucji.

Mam nadzieję, że już to co naszkicowałem wystarczy, abyście państwo sami mogli sobie dostarczyć dużo więcej przykładów—ilustracji na to, że współczesne podejście naukowe można uważać za radykalnie antymaterialistyczne, jako że jego cała moc wyjaśniania tkwi w składowych niematerialnych — relacjach konstrukcyjnych — danych obiektów, które są przedmiotem naukowej analizy. Temat ten: „*hardware* jest to *software*” rzadko jest formułowany *explicite* (wyjątek stanowią nadzieje Einsteina na powstanie zunifikowanej teorii pola i pewne sukcesje tej tradycji), ale tkwi on tak blisko pod powierzchnią prac dokonywanych w wielu dziedzinach, że ośmielałem się sądzić, iż musi on jakoś po cichu wpływać na ogół społeczności. Nie mogę sobie wyobrazić, żeby bez następstw wielkiej wagi, jeden zakorzeniony mit — atomizm newtonowski — mógł być wyrzucony za burtę na rzecz innego — einsteinowskiej teorii pola — na wszystkich poziomach kultury i społecznego życia. Naturę tych zmieniających się założeń można w konkluzji wyrazić językiem innego mitu:

Świat cały jest złożony
z powietrza, ognia, ziemi, wody.
Ziemia i woda są, wiadomo,
węzłami ognia i powietrza.
Teraz zapytać byśmy chcieli,
czymże jest ogień i powietrze;
one, po prostu są, z kolei,
splotem historii i nadziei.

— C. W. Misner

University of Maryland, USA.

(z języka angielskiego tłumaczyła Małgorzata Głódź)