

<https://doi.org/10.18778/0208-6107.05.11>

Zbysław Horbaczewski

SPÓR O DETERMINIZM W MIKROFIZYCE A OPERACJONIZM

Głównym postulatem operacjonizmu jest, jak wiadomo, teza, że źródłem kryzysów w nauce jest niewłaściwa, tradycyjna metoda definiowania pojęć, polegająca na wyliczeniu w definiensie własności, jakie mają posiadać desygnaty danego pojęcia. Taka metoda ma, zdaniem Bridgmana, wybitnie nieempiryczny charakter i prowadzi do pojawienia się w teoriach naukowych pojęć, których niepodobna powiązać z jakąkolwiek sytuacją empiryczną w laboratorium. Sposobem przezwyciężenia kryzysów pojęciowych w nauce ma być zaproponowana przez Bridgmana tzw. operacyjna metoda definiowania pojęć, metoda, która polega na określeniu operacji pomiarowych lub testowych, jakie należy wykonać aby stwierdzić czy dany obiekt, zjawisko, itp. jest desygnałem danego pojęcia. Ten postulat metodologiczny w późniejszych pracach Bridgmana przekształca się w tezę gneozologiczną głoszącą, że jedynym przedmiotem poznania są operacje wykonywane przez podmiot poznający, a więc w tezę będącą swoistym sformułowaniem instrumentalistycznej wersji idealizmu subiektywnego. W poglądach Bridgmana nietrudno dostrzec inną jeszcze tezę gneozologiczną, mianowicie przekonanie o tym, że jedynym wartościowym źródłem wiedzy jest doświadczenie, że teoria naukowa (przynajmniej jeśli jest to wartościowa teoria) jest tylko nadbudową nad faktami empirycznymi, które jawią nam się w doświadczeniu w czystej postaci, bez jakichkolwiek wstrętów kulturowo-teoretycznych. Tę tezę nazwałbym, za Stefanem Amsterdamskim<sup>1</sup>, tezą radykalnego empiryzmu.

Stanowisko Bridgmana w sporze pomiędzy determinizmem a indeterminizmem jest w dużej mierze naturalną konsekwencją akceptacji wyżej wspomnianych tez generalnych, tj. instrumentalizmu i radykalnego empiryzmu.

<sup>1</sup> S. A m s t e r d a m s k i, *Między doświadczeniem a metafizyką*, Warszawa 1973.

W swoich podstawowych pracach teoretycznych, w których sformułował zasady operacjonizmu, takich jak "The Logic of Modern Physics" czy "Operational Analysis" Bridgman nie porusza problematyki determinizmu. W jego twórczości pojawia się ta problematyka właściwie tylko jeden raz, a przynajmniej tylko raz poświęcił on temu zagadnieniu większą pracę. Stało się to w 1957 r., kiedy to Uniwersytet w Nowym Jorku zaprosił go na doroczne sympozjum filozoficzne, w owym roku organizowane pod hasłem: "Determinizm a wolność w dobie nauki współczesnej". Bridgman wystąpił tam z referatem pt. "Determinizm w nauce współczesnej"<sup>2</sup>, który wzbudził spore zainteresowanie wśród innych uczestników sympozjum, o czym świadczą krytyczne uwagi na jego temat w dyskusji i innych ogłoszonych tam referatach, np. u Sidneya Hook'a i Ernesta Nagla.

Referat Bridgmana był poświęcony w głównej mierze filozoficznym konsekwencjom mechaniki kwantowej. Jest rzeczą charakterystyczną, że autor nie usiłuje nawet określić w sposób jednoznaczny przedmiotu sporu. Stwierdza, że terminy w nieunikniony sposób w tym sporze się pojawiające, takie jak "determinizm", "przyczynowość", "prawo przyrody", "przewidywanie" są z samej swej natury niejasne, ale - jak sądzi - dla potrzeb jego wykładu precyzacja ich znaczenia nie jest niezbędna. Ma zamiar ich używać w sposób mniej więcej zdroworozsądkowy. Referat zaczyna się od stwierdzenia, iż spory wokół mechaniki kwantowej toczą się w warunkach powszechnej wśród fizyków zgodności poglądów na temat pewnych faktów obserwowalnych w laboratoriach i braku zgody co do tego, jak owe fakty należy interpretować, a zwłaszcza jakie ogólniejsze, filozoficzne konsekwencje z owych faktów wynikają. Zdaniem Bridgmana zasadnicza linia podziału stanowisk w tej kwestii przebiega pomiędzy interpretacją reprezentowaną przez Nielsa Bohra, Wernera Heisenberga i Maxa Born'a, której autor nie nazywa "kopenhaską", ale "ortodoksyjną" lub "oficjalną", a różnymi innymi interpretacjami, przy czym jako głównych oponentów interpretacji "ortodoksyjnej" Bridgman wymienia Plancka, Einsteina, Schrödingera, Bohra i Margenaua.

Bridgman sądzi, że dla interpretacji ortodoksyjnej najistotniejsze jest stwierdzenie, iż niedokładność opisu kwantowego (np. niemożliwość jednoczesnego opisu położenia i pędu cząstki elementarnej) jest konsekwencją oddziaływania instrumentu pomiarowego

<sup>2</sup> P. W. B r i d g m a n, Determinism in Modern Science, [w:] Determinism and Freedom, ed. by S. H o o k, New York 1968.

na badany obiekt. Skoro zaś badany obiekt w mikrofizyce nigdy nie występuje jako "nagi", ale zawsze w powiązaniu z instrumentem, to samo pojęcie "obiekty w sobie" staje się nieuprawnione. "Akceptacja tego poglądu z wszystkimi jego implikacjami prowadzi w sposób oczywisty do silnego oddziaływania na treść pojęcia r e a l n o ś c i. Wiele obiekcji względem stanowiska ortodoksyjnego wynika właśnie z niechęci do zaakceptowania zmienionego poglądu na r e a l n o ś ć"<sup>3</sup>.

Przeciwnicy interpretacji ortodoksyjnej zazwyczaj nie przeczą temu, że w istniejącej postaci mechanika kwantowa nie formułuje praw przyczynowych, pozwalających opisać np. zachowanie się pojedynczego elektronu, twierdzą jednak, iż nieznanne dotychczas fakty eksperymentalne, jakie mogą się pojawić w przyszłym doświadczeniu pozwolą na wprowadzenie do teorii poprawek, które uczynią ją w pełni deterministyczną. Bridgman sądzi, iż tezą równoważną przedstawionej wyżej jest głoszona przez D. Bohma koncepcja tzw. parametrów ukrytych<sup>4</sup>. Możliwość odkrycia nowych faktów eksperymentalnych nie sposób zaprzeczyć; z pojawieniem się takich nowych danych empirycznych zawsze należy się liczyć. W tym miejscu jednak Bridgman powołuje się na ogólnie znaną analizę tej kwestii dokonaną przez von Neumana, z której wynika, że w rachunku teorii kwantów nie ma miejsca dla takich "ukrytych parametrów". Ich wprowadzenie zmusiłoby nas do poświęcenia rachunku, który bardzo dobrze, chociaż tylko w sposób probabilistyczny, opisuje znane obecnie fakty doświadczalne.

Niechęć przeciwników interpretacji ortodoksyjnej do zaakceptowania konsekwencji obecnego stanu rzeczy w mikrofizyce ma, jak sądzi Bridgman, nie tylko naukowe źródła. Wyraźnie oddziałują tu czynniki emocjonalne, często - jak w przypadku Einsteina - bliskie religijnym. Einsteinowskie: "Der Herr Gott würfelt nicht" jest tego najwyraźniejszym przejawem.

Innym źródłem może być hołdowanie takim doktrynom filozoficznym, których też nie da się pogodzić z możliwością odrzucenia zasady przyczynowości. Tak właśnie ma się rzecz z koncepcją neokantysty Cassirera, dla którego prawo przyczynowości jest pewną zasadą myślenia, bez której proces racjonalnej artykulacji świata stałby się niemożliwy. Za spokrewniony z tym stylem myślenia uwa-

<sup>3</sup> B r i d g m a n, op. cit., s. 62.

<sup>4</sup> Por. D. B o h m, Przynowocność i przypadek w fizyce współczesnej, Warszawa 1961.

za Bridgman pogląd Schrödingera, przedstawiony przez znakomitego fizyka w jego artykule zamieszczonym w "British Journal for the Philosophy of Science" (nr 3 z 1952 r.).

Muszę stwierdzić, że moim zdaniem przypisywanie Schrödingerowi poglądów neokantowskich, przynajmniej na podstawie wspomnianego tekstu, jest cokolwiek naciągane. Schrödinger twierdzi tam tylko tyle, że nauka jest pewnym elementem całości ludzkiej kultury i nawet najnowsze osiągnięcia ludzkiej wiedzy nie mają sensu poza kulturowym kontekstem. Wniosek jaki z tego wyciąga, a więc teza, że indeterministyczną interpretację mechaniki kwantowej należy odrzucić jako zadającą gwałt historycznie ukształtowanym w kulturze przyzwyczajeniom, jest pewnie nie całkiem uprawniony i nie wynika jednoznacznie z przyjętych przesłanek, ale przypisywanie na tej podstawie Schrödingerowi kantyzmu jest, delikatnie mówiąc, nieporozumieniem. Już prędzej można by mu zarzucić uleganie marksizmowi (co w ustach Bridgmana jest poważnym zarzutem), który jak wiadomo, od dawna postuluje traktowanie nauki jako faktu społecznego, podlegającego społecznym uwarunkowaniom. Dzisiaj zresztą, w trzydzieści lat po opublikowaniu artykułu Schrödingera, także w zachodnioeuropejskiej i amerykańskiej filozofii nauki dominuje nurt antypozytywistyczny, zalecający uwzględnianie przy analizie rozwoju nauki różnych czynników społeczno-kulturowych. Nikt zaś nie zarzuca Kuhnowi czy Feyerabendowi kantyzmu, bo i rzeczywiście trudno dostrzec tutaj choćby cień podobieństwa z doktryną wielkiego myśliciela niemieckiego.

Komentując pogląd Schrödingera, Bridgman deklaruje się jako zwolennik pełnej integralności nauki, co oznacza w tym przypadku nakaz kierowania się w konstruowaniu teorii naukowych wyłącznie tym, co sugeruje dostępny aktualnie materiał empiryczny. Szczególną zaś niechęcią darzy Bridgman koncepcję innego przeciwnika interpretacji ortodoksyjnej - znanego materialisty Mario Bungego. Trzeba zresztą przyznać, że przedmiot ataku Bridgmana - artykuł "Strife About Complementarity"<sup>5</sup> dość dobrze się do krytyki nadaje. Zawiera niewiele rzeczowej argumentacji i jest dość typowym przykładem uprawiania krytyki filozoficznej za pomocą przymiotników. Trzeba jednak oddać Bungemu sprawiedliwość w tym, że bardzo wyraźnie podkreśla on, iż spory wokół interpretacji mechaniki kwantowej mają charakter **f i l o z o f i c z n y** i że jego za-

<sup>5</sup> M. B u n g e, Strife About Complementarity, "British Journal for the Philosophy of Science" 1955, vol. V.

strzeżenia względem indeterministycznej interpretacji ortodoksyjnej wynikają właśnie z filozoficznych przesłanek a mianowicie z faktu akceptowania przez niego materialistycznego światopoglądu. Otóż Bridgman swój postulat integralności nauki rozumie jako zakaz kierowania się przesłankami o charakterze filozoficznym przy interpretowaniu nauki, nie zdając sobie chyba sprawy z faktu, że ów postulat tak pojęty jest absolutnie niewykonalny. Własna zresztą interpretacja Bridgmana ma również filozoficzne przesłanki, tyle tylko, że zaczerpnięte z innej perspektywy światopoglądowej. Rzeczywiste źródło awersji do poglądu Bungego ujawnia Bridgman pisząc: "W szczególności [...] daje się tu odczuć silny zapach marksistowskiej dialektyki"<sup>6</sup>. Tego jednak, dlaczego dialektyka marksistowska miałaby być gorszą perspektywą światopoglądową od reprezentowanej przez niego orientacji pozytywistycznej, autor nie wyjaśnia.

Sposób, w jaki Bridgman prezentuje w swoim referacie poszczególne stanowiska w omawianym sporze, nie pozostawia wątpliwości co do tego, że jego sympatie są po stronie zwolenników interpretacji ortodoksyjnej. Główną motywację strony przeciwnej dostrzega w czynnikach natury emocjonalnej, zwłaszcza zaś w niechęci do porzucenia wytworzonego na gruncie mechaniki klasycznej obrazu "przytulnego" wszechświata rządzonego przez ścisłe, jednoznaczne prawa przyczynowe. Bridgman uważa i trudno mu w tym odmówić racji, że wszechświat wcale nie musi być "przytulny" i jeśli okaże się, iż w opisie mikroświata nie da się wyjść poza sformułowane na gruncie mechaniki kwantowej prawa statystyczne, to trzeba się będzie z tym po prostu pogodzić. Przyznaje jednak, iż przeciwnicy interpretacji ortodoksyjnej mogą na poparcie swojego sprzeciwu przytoczyć również argumenty natury nieemocjonalnej. Chodzi tu o problem wyjaśniania. Wyjaśnianie świata jest, pisze Bridgman, podstawowym obowiązkiem uczonego. Tak więc "jeśli ktoś uznaje, że podstawowe prawa są probabilistyczne, to tym samym na mocy definicji prawdopodobieństwa, odrzuca możliwości wyjaśnienia"<sup>7</sup>.

Jak widać, Bridgman w tym miejscu bardzo wąsko rozumie termin "wyjaśnianie". "Wyjaśnianiem" jest dla niego wyłącznie wyjaśnianie przyczynowe lub, jeśli posłużyć się terminologią używaną przez czołowego teoretyka tej problematyki K. G. Hempla, nomologiczno-

<sup>6</sup> B r i d g m a n, op. cit., s. 69.

<sup>7</sup> Ibidem, s. 71.

-dedukcyjne<sup>8</sup>. Nie bierze on pod uwagę faktu, że znalezienie prawa statystycznego opisującego jakiś zakres zjawisk jest również swojego rodzaju wyjaśnieniem.

Po takiej prezentacji stanowisk w sporze o deterministyczną lub indeterministyczną interpretację odkryć współczesnej fizyki, prezentacji, którą zresztą autor kilkakrotnie wykorzystuje dla zaakcentowania własnego stanowiska, Bridgman przechodzi do wyciągnięcia swoich własnych wniosków. Te zaś są w dużej mierze konsekwencją głoszonej przez niego epistemologii, tj. wspomnianej wyżej instrumentalistycznej wersji idealizmu subiektywnego. Dla Bridgmana jedynym przedmiotem wiedzy są, jak wiadomo, operacje wykonywane przez podmiot poznający. Skoro tak, to przedmiotem mechaniki kwantowej nie jest żaden mikroświat, bo dla makroskopowego podmiotu, jakim jest człowiek, wykonalne są tylko makroskopowe operacje. Tzw. mikroświat jest dla operacjonisty niczym innym, jak nieco zmienionym światem doświadczenia makroskopowego. Jest to świat zmieniony, bo wzbogacony o nowe manipulacje, jakie nauczyliśmy się wykonywać. Te nowe manipulacje to np. konstruowanie komór Wilsona, liczników Geigera-Müllera, ich odpowiednie ustawianie, odczytywanie uzyskiwanych dzięki nim wyników. Z operacyjnego punktu widzenia, podstawowa - zdaniem Bridgmana - teza ortodoksyjnej interpretacji mechaniki kwantowej, głosząca, że niedokładność opisu jest konsekwencją oddziaływania instrumentu pomiarowego na badany obiekt, jest czymś oczywistym. Twierdzenie to w całej pełni odnosi się do naszego makroskopowego doświadczenia. Proces uzyskiwania wiedzy o jakiegokolwiek sytuacji fizycznej jest pewnym zespołem operacji i wobec tego musi on wywierać wpływ na badany układ i zmieniać go w ten czy inny sposób. To zaś oznacza, że żaden układ nie może być ściśle odizolowany i rozpatrywany sam w sobie, ale musi być traktowany jako część większego układu, zawierającego co najmniej jeszcze instrumenty, dzięki którym uzyskujemy informacje.

Jeżeli przyjmiemy te założenia, powiada Bridgman, zniknie cała rzekoma paradoksalność obrazu świata dostarczanego nam przez mechanikę kwantową. Okazuje się, że korzenie trudności ujawnionych nam przez tę mechanikę tkwią w sferze naszego codziennego życia i dostatecznie ścisła analiza warunków zdobywania wiedzy powinna była już wcześniej nam je ujawnić.

<sup>8</sup> Por. C. G. Hempel, Podstawy nauk przyrodniczych, Warszawa 1968, s. 73-104.

Wiele rzekomo paradoksalnych stwierdzeń mechaniki kwantowej można w ten sposób uznać za wręcz zdroworozsądkowe. Oto np., proponuje Bridgman, rozpatrzmy tezę, że przedmiotu poznania nie można oddzielić od instrumentu poznania. Należy tu uwzględnić dwa przypadki ekstremalne: kiedy instrument jest bardzo mały w porównaniu z obiektem badanym i kiedy obiekt jest bardzo mały w porównaniu z instrumentem. Skoro to my jesteśmy w ostatniej instancji instrumentem poznania, to ekstremalne przypadki będą następujące: obiekty małe w stosunku do nas i obiekty duże w stosunku do nas albo po prostu małe i duże obiekty. Można sensownie założyć, twierdzi Bridgman, że mały instrument może uzyskać więcej informacji o dużym obiekcie niż odwrotnie. Mały instrument może badać duży obiekt kawałek po kawałku, co jest nieosiągalne dla dużego instrumentu względem małego obiektu. Doskonalsza wiedza o dużym obiekcie umożliwia z kolei wypracowanie bardziej skutecznych metod obchodzenia się z nim. W szczególności można z sensem założyć, że potrafimy przewidzieć przyszłe zachowanie się dużego obiektu, a nie potrafimy tego w odniesieniu do małego. A to już jest właściwie to samo, co stwierdzić, że zasada przyczynowości nie ma zastosowania w odniesieniu do bardzo małych obiektów. "Jako część tego samego obrazu, relacja nieoznaczoności Heisenberga nie obraża mojego poczucia sensowności"<sup>9</sup> - pisze Bridgman.

Inną, rzekomo paradoksalną, tezą jest twierdzenie, iż elektron nie posiada indywidualnej tożsamości. Paradoks znika, jeśli przedstawiamy myśl o elektronie jako o "obiekcie", lecz traktujemy go jako aspekt tego co się zdarza w pewnych szczególnego rodzaju sytuacjach fizycznych - zawierając w sytuacji fizycznej całe instrumentarium, za pomocą którego elektrony się wykrywa lub mierzy. Przy takim założeniu nie ma sensu pytać, czy elektron, który obecnie obserwujemy jest tym samym elektronem, który obserwowaliśmy przed chwilą, tak samo, jak nie ma sensu pytać, czy wiatr, który chłodzi mi w tej chwili twarz jest tym samym wiatrem, który wiał wczoraj.

Nie jest również paradoksem to, że możemy "wybrać" czy elektron ma mieć położenie, czy prędkość. Elektron jako taki nie ma ani położenia, ani prędkości; położenie lub prędkość są własnościami całej sytuacji fizycznej, włączając w to instrumentarium. Możemy zatem ustawić sobie sytuację "prędkościową" lub "położeniową" przez wybór i odpowiednie ustawienie aparatury.

<sup>9</sup> Bridgman, op. cit., s. 72.

"Myślę, że mechanika kwantowa ma sens i fakt, że ma sens i jest logicznie spójna znaczy m. in. i to, iż prawo przyczynowości czy deterministyczna struktura wszechświata [...] nie są koniecznymi przesłankami racjonalnego myślenia. Pytanie o to, czy mechanika kwantowa przetrwa jest już inną kwestią; na pytanie to można będzie znaleźć odpowiedź tylko w eksperymencie. Jak dotąd nic nie wskazuje na to, że eksperyment miałby ją obalić"<sup>10</sup>.

Spór między deterministyczną a indeterministyczną interpretacją mikrofizyki rozstrzyga zatem Bridgman zdecydowanie na korzyść tej ostatniej, próbując przekonać swoich słuchaczy, że jego opcja jest podyktowana przymusem empirycznych faktów i że z owych faktów jednoznacznie wynika konstrukcja teoretyczna. Jest to złudzenie dzielone przez niego z innymi reprezentantami radykalnego empiryzmu, złudzenie, że w nauce istnieje coś takiego jak "przymus faktów" działający w taki sposób, iż na bazie pewnego zespołu danych empirycznych może powstać jedna tylko ich teoretyczna interpretacja.

Jak wynika z ostatniego cytatu, jedyną możliwość obalenia teorii kwantów w jej współczesnej postaci dostrzega Bridgman wyłącznie w pojawieniu się nowych, przeczących dotychczasowym ustaleniom danych doświadczalnych. Nie bierze pod uwagę możliwości pojawienia się nowej idei teoretycznej, która pozwoliłaby dotychczas zebrany materiał empiryczny ujrzeć w nowym świetle, wprowadzić nowy ład teoretyczny. Historia nauki poucza, że prawie wszystkie wielkie odkrycia, wszystkie rewolucje w sposobie myślenia dokonywały się nie tyle w wyniku pojawienia się nowych faktów empirycznych, ile dzięki genialnym pomysłom, genialnym ideom po nowemu porządkującym znane obserwacje. O potrzebie takiej nowej idei zaczynają coraz głośniej mówić fizycy, dostrzegając w dzisiejszym stanie wiedzy o mikroświecie znamiona sytuacji kryzysowej. Nagromadzony w setkach laboratoriów, dzięki pracy tysięcy fizyków wyposażonych w coraz doskonalsze instrumenty, materiał obserwacyjny czeka na swojego Einsteina, który oswoiłby ludzkiemu umysłowi przedziwny świat cząstek elementarnych. Być może inspiracją dla przyszłego twórcy takiej idei staną się owe czynniki emocjonalne, o których Bridgman mówi z taką niechęcią. Tęsknota za "przytulnym" wszechświatem może być równie dobrym bodźcem dla twórcy nowej teorii mikroświata jak neoplatonickie skłonności Kopernika, które dały mu impuls stworzenia systemu heliocentrycznego.

<sup>10</sup> Ibidem, s. 73.



Ludzkie pragnienie życia w świecie oswojonej, przyczynowo kontrolowalnej materii jest być może tylko pobożnym życzeniem, ale chyba nie powinniśmy ustawać w dążeniach do jego realizacji. Zresztą w końcowej części swojego referatu, także Bridgman w pewnym stopniu przyznaje się do posiadania takich tęsknot, kończy bowiem swoje wystąpienie stwierdzeniem, pod którym i ja bym się chętnie podpisał: "powiedziałbym tym, którzy sądzą, że teoria kwantów nie ma sensu, iż ma ona przynajmniej taki sens, że uświadamia nam, iż nie powinna mieć sensu"<sup>11</sup>.

Uniwersytet Łódzki  
Katedra Filozofii

Zbysław Horbaczewski

DISPUTE ABOUT DETERMINISM IN MICROPHYSICS AND OPERATIONISM

The article presents the stance taken by the creator of operationism - P. W. Bridgman in a dispute about a possibility of interpreting deterministically the results of quantum mechanics. A natural consequence of agnoseological view created by Bridgman and called operationism is recognition that the indeterministic Copenhagen interpretation of the results of quantum mechanics, called "orthodox" by Bridgman, is the only possible interpretation at the present state of physics. Only new empirical facts, if they are discovered, may - according to Bridgman - pave the way for deterministic description of phenomena occurring in the microworld. This thesis of Bridgman is questioned by the author who tends to share a view that it is rather the appearance of a new theoretical concept that may allow for a new deterministic interpretation of empirical facts known for a long time.

<sup>11</sup> Ibidem, s. 75.