

ANDRZEJ ŁUKASIK

CZESŁAWA BIAŁOBRZESKIEGO KONCEPCJA OBIEKTYWNO CI POZNANIA KWANTOMECHANICZNEGO

We współczesnej teorii poznania problem obiektywności badany jest w różnych aspektach w zależności od przyjmowanej perspektywy badań epistemologicznych¹. Jednym z możliwości podejścia do zagadnienia jest jego analiza na gruncie współczesnego przyrodoznawstwa, bowiem wiele inspiracji epistemologicznych wniosła do dwudziestowiecznej filozofii mechanika kwantowa, której konsekwencje interpretacyjne postawiły w nowym świetle takie zagadnienia, jak stosunek między „podmiotem” a „przedmiotem”, problem własności przedmiotów niezależnych od poznania tego podmiotu², zagadnienie „obiektywnego istnienia” przedmiotów opisywanych przez kwantowomechaniczny formalizm, a przede wszystkim problem obiektywności wiedzy o mikro świecie.

Doskonała zgodność z doświadczeniem w dziedzinie fizyki wiata atomowego nie zmienia faktu, że kwestia jej epistemologicznych implikacji jest nadal przedmiotem poważnych kontrowersji. Znajdujemy tu zarówno stanowiska subiektywistyczne (np. A. S. Eddington³) jak i uznające obiektywny charakter wiedzy o przedmiotach mikro wiata w podobnej postaci, jak to ma miejsce w odniesieniu do przeważających interpretacji fizyki klasycznej (np. K. R. Popper⁴, także Cz. Białobrzewski⁵).

Oryginalna interpretacja mechaniki kwantowej jest dziełem wybitnego polskiego fizyka i filozofa przyrody Czesława Białobrzewskiego (1878 —1953). Artykuł niniejszy stanowi prezentację oraz analizę ontologicznej interpretacji pojęcia *stanu kwantowomechanicznego* interpretacji przedstawionej przez odkrywcy prawa ciennia promieniowania w gwiazdach.

¹ Por. M. Hempolski: *Problem obiektywności poznania i style badań epistemologicznych*. W: M. Hempolski (red.): *Studia epistemologiczne 1. Transcendencja i ideał poznawczy*. Warszawa 1990.

² Por. Z. Cackowski, M. Hetmański (red.): *Poznanie. Antologia tekstów filozoficznych*. Wrocław 1992, s. 13.

³ Zob. Cz. Białobrzewski: *Podstawy poznawcze fizyki wiata atomowego*. Warszawa 1984, s. 299. Także: A. S. Eddington: *Nowe oblicze Natury*. Tłum. A. Wundheilera. Warszawa 1934.

⁴ K. R. Popper: *Quantum theory and the Schism in Physics*, 1982.

⁵ Cz. Białobrzewski: *Podstawy poznawcze...*, zwłaszcza s. 238-389.

Założenia filozoficzne interpretacji Białobrzeskiego

W odróżnieniu od większości fizyków zajmujących się filozoficznymi aspektami fizyki, którzy starają się swoje koncepcje wywieść bezpośrednio z danych nauki, Białobrzeski *explicitie* formułuje swoje stanowisko filozoficzne, w oparciu o które dokonuje interpretacji mechaniki kwantowej. Pisze on: „Przede wszystkim nie jestem zwolennikiem tak zwanego fizykalizmu utrzymującego, że fizyka jest wyłącznie czynnikiem wzorem nauki i jej metody winny być wszędzie naładowane. Nie umniejszam przez to doniosłości wyników fizyki dla ogólnego poglądu na świat. Dalej, nie należą do obozu pozytywistycznego, uważając pozytywizm w jego licznych odmianach za rodzaj umiarkowanego sceptycyzmu”⁶. W innym miejscu natomiast stwierdza: „W zagadnieniach teorii poznania zajmuję stanowisko realistyczne, które uznaje istnienie rzeczywistości niezależnej i odmiennej od wiadomości ludzkiej. Świat, którego nabywamy powoli poznanie tej rzeczywistości, poznanie istotne, nie jest ograniczone tylko do symboli, poza którymi ukrywa się istota niepoznawalna”⁷.

Realizm teoriopoznawczy i rozumienie poznania jako odzwierciedlenia w umyśle rzeczywistości transcendentnej wobec poznającego podmiotu prowadzi Białobrzeskiego do odróżnienia w teorii naukowej dwóch stron: „Pierwsza strona przedstawia nam prawa procesów przyrody ujęte w schemat wzorów matematycznych, strona zaś konkretna dostarcza wyobrażeń, które mają być odbiciem przedmiotów i czynności istniejących w świecie realnym”⁸. Autor uznaje zatem niewystarczально instrumentalistycznego podejścia do przyrodoznawstwa⁹ i konieczność wypracowania „interpretacji konkretnej”, czyli *ontologicznej mechaniki kwantowej*.

Stanowisko teoriopoznawcze Białobrzeskiego można uznać za klasyczny model poznania dający prymat rozumowi ontologicznemu, uznający realizm epistemologiczny, obiektywne i prawdziwe za fundamentalne wartości poznawcze. W ramach takiego programu filozoficznego dokonuje Białobrzeski interpretacji mechaniki kwantowej. „Ogólne idee przewodnie tej interpretacji—pisze on—mają na widoku: po pierwsze, zachowanie obiektywnej wiedzy o przyrodzie dostarczanej przez teorię fizyczne współczesne, wbrew tendencjom subiektywistycznym, po drugie uniknięcie rewolucji logicznej obalającej zasady wyłączonego środka przez wprowadzenie logiki trójwartościowej; po trzecie zbliżenie na gruncie teoretycznym przyrody nieożywionej do przyrody ożywionej. (...) Odrębny cech tej interpretacji stanowi jej charakter ontologiczny, próba ujęcia pojęciowego natury realnej aspektu falowego reprezentujących stany układów atomowych”¹⁰. Dodajmy, że za subiektywistyczne uznaje Białobrzeski między innymi interpretacje Eddingtona, Heisenberga i von Weizsäckera, natomiast interpretację mechaniki kwantowej opartą na logice trójwartościowej podał Reichenbach, nieco później von Weizsäcker. Białobrzeski

⁶ Ibid., s. 345-346.

⁷ R. S. Ingarden: *Przedmowa*. W: Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 9.

Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 290.

⁹ Por. np. R. S. Ingarden: *Przedmowa*, op. cit., s. 9.

¹⁰ Cz. Białobrzeski: *Wybór pism*. Warszawa 1964, s. 77-78.

stwierdza również, że: „(...) należy dołożyć starań, aby wiedza o świecie zachowała obiektywizm przysługujący jej w przeszłości”. „Osiągnięcie tego celu wymaga znalezienia realistycznej, czyli, jak mówił, ontologicznej interpretacji aspektu falowego materii i promieniowania”¹¹.

Podstawowe zagadnienie filozofii fizyki a opis stanu kwantowego

Dla Białobrzeskiego podstawowym zagadnieniem współczesnej filozofii fizyki jest „... rozstrzygnięcie pytania, czy aspekt falowy materii i promieniowania reprezentuje coś realnego i jakiego rodzaju jest to realno”¹². Aby uwidocznić problemy teoretyczne związane z interpretacją falowego aspektu obiektów kwantomechanicznych, przeanalizujemy podstawowe idee mechaniki kwantowej dotyczące opisu układu fizycznego, istotne dla rozwiązania problemu. Będą one przedstawione tu z konieczności w sposób bardzo lapidarny, z całkowitym pominięciem dołożonego aparatu matematycznego.

W mechanice kwantowej stan układu fizycznego jest opisany przez funkcję falową (wektor w abstrakcyjnej przestrzeni Hilberta). Wielkość fizyczne mierzalne (obserwable) reprezentowane są przez pewne działania matematyczne (operatory) w tej samej abstrakcyjnej przestrzeni Hilberta. Według kopenhaskiej interpretacji mechaniki kwantowej (Bohr, Heisenberg), funkcja falowa zawiera kompletny opis układu kwantomechanicznego. Standardowe, podręcznikowe opracowania mechaniki kwantowej stwierdzają zwykle, że jest ona wyłącznie wielkością pomocniczą służącą do obliczania wartości różnych wielkości fizycznych¹³. Sama funkcja nie ma żadnej interpretacji fizycznej, natomiast posiadając pewne wyrażenia, w których ona występuje. Statystyczna interpretacja fizycznego znaczenia funkcji jest podana przez M. Born (1926) stwierdza, że podane wyrażenia pozwalają obliczyć prawdopodobieństwo tego, że w wyniku pomiaru danej wielkości fizycznej uzyskają się określone jej wartości.

Ewolucja stanu układu kwantowego w czasie opisana jest przez równanie Schrödingera. Ma ono charakter ciągły i całkowicie deterministyczny w znaczeniu jednoznacznej zależności funkcji od czasu. W tym sensie równanie Schrödingera pełni w mechanice kwantowej rolę analogiczną do równania Newtona w klasycznej mechanice. Najwięcej kontrowersji interpretacyjnych wzbudza natomiast zagadnienie pomiaru w mechanice kwantowej, ponieważ w matematycznym schemacie opisany jest on przez nieciągłość (natychmiastową) i indeterministyczny (w zasadniczo sposób nieprzewidywalny) zmian wektora stanu, zwaną również redukcją paczki falowej albo skokiem kwantowym. Wynik każdego pojedynczego pomiaru jest zasadniczo nieprzewidywalny: w zbiorze identycznych układów rezultaty pomiarów danej wielkości fizycznej zmieniają się w sposób przypadkowy. Można jedynie

¹¹ Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 350.

¹² Ibid., s. 388.

¹³ Por. np. A. S. Dawydow: *Mechanika kwantowa*. Tłum. G. Białkowski. Warszawa 1967, s. 18.

przewidzie prawdopodobieństwo określonego wyniku, czyli względną wartość wystąpienia określonej wartości. W tym rezultacie mechaniki kwantowej jest to, że dopuszcza ona istnienie stanów, w których pewna wielkość fizyczna może nie mieć określonej wartości. Fakt ten wyraża między innymi relacje nieokreśloności Heisenberga. Stwierdzają one istnienie określonych par wielkości fizycznych, które nie są jednocześnie określone w sposób jednoznaczny.

W mechanice kwantowej mamy zatem, jak się wydaje, do czynienia z zasadniczym dualizmem opisu świata atomowego: nie poddawanego procesowi obserwacji oraz opisu aktu pomiarowego. Taki stan rzeczy nie miał precedensu w dotychczasowych naukach przyrodniczych. Na pytanie, dlaczego oddziaływanie przyrządu pomiarowego z obiektem kwantowym ma zupełnie inny charakter, niż oddziaływanie dwóch obiektów kwantowych, N. Bohr dał odpowiedź formułując „zasadę komplementarności”: z istnienia kwantu działania h wynika, że nie można w sposób absolutny oddzielić zachowania się obiektów mierzonych od zachowania się przyrządów pomiarowych. Zatem opis aparatury należy traktować jako integralną część pomiaru. Opis ten, aby był zrozumiały, musi być podany w języku fizyki klasycznej, języku adekwatnym dla opisu danych naszego bezpośrednio doświadczenia, w którym występują między innymi takie kategorie, jak „czas”, „przestrzeń”, „przyczynowość”, których używaniem jest warunkiem koniecznym intersubiektywnej komunikowalności. Stosujemy się do przedmiotów makroskopowych, a ponieważ każdy przyrząd pomiarowy jest właśnie przyrządem makroskopowym, to musi być on opisany w terminach fizyki klasycznej. Opis przyrządu pomiarowego różni się zatem istotnie od opisu obiektów kwantomechanicznych. „Klasyczne przyrządy pomiarowe wyznaczają cechy, które siłą klasycznie opisano warunki, w których zachodzi pomiar różnych wielkości fizycznych. Ale warunki umożliwiającej pomiar jednej wielkości uniemożliwiają zarazem pomiar wielkości z nią komplementarnej, (...) Opisy te byłyby sprzeczne, gdyby zapomnieliśmy, że zostały uzyskane w różnych, a nawet wykluczających się warunkach. Opisy te uzupełniają się jednak i zarazem dostarczają pełnej wiedzy o układzie kwantowym”⁴. Interpretacja kopenhaską prowadzi do wniosku, że wielkości fizyczne są zrelatywizowane do konkretnych warunków obserwacji (von Weizsäcker np. wprowadza w tym miejscu pojęcie „sytuacji obserwacyjnej”), a przypisywanie przedmiotom fizycznym cech ma sens jedynie wówczas, jeżeli rozumiane jest jako stwierdzenie, że w wyniku pomiaru pewnej wielkości fizycznej otrzymano taką i taką wartość.

Jeżeli zatem przedmiotom fizycznym nie można przypisywać cech, które byłyby niezależne od sposobu, w jaki te cechy są stwierdzane w doświadczeniu, to powstaje pytanie, czy taki opis układu fizycznego można uznać za w pełni obiektywny, a jeżeli tak, to jakie znaczenie należy w tym przypadku z terminem „obiektywny”¹⁵. „Według Laplace’a — pisze I. Prigogine — którego koncepcja nauki pod wieloma względami obowiązuje do dzisiaj, opis jest obiektywny w tej mierze, w jakiej obser-

¹⁴ J. Misiek: *Komplementarność i zasada*. W: M. Iewska (red.): *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*. Warszawa 1987, s. 309.

¹⁵ Na temat różnych znaczeń pojęcia „obiektywność” zob. R. Ingarden: *Rozważania dotyczące zagadnienia obiektywności*. W: *U podstaw teorii poznania*. Tłum. D. Gierulanka. Warszawa 1971, s. 451-490.

wator jest z niego wył czony, a sam opis jest dokonywany z punktu le cego *de iure* na zewn trz wiata, to jest z boskiego punktu widzenia, który duszy ludzkiej, stworzonej wszak na podobie stwa boskie był na pocz tku dost pny¹⁶.

Odnie interpretacji Bohra i Heisenberga Białobrzeski pisze nast puj co: „Poj cie komplementarno ci jest niew tpliwie po yteczne, ale nie wyja nia, jaka jest rola ka dego z tych aspektów (tzn. aspektu korpuskularnego i falowego — A. Ł.) w rzeczywisto ci, któr bada fizyka. (...) Cz stka materialna jako skupienie masy i zarazem energii w pewnym niezmiernie małym obszarze jest czym wyobra lnym i realno jej wydaje si oczywista.

Inaczej rzecz si ma z aspektem falowym Rola jego jest ogromna, ale w du ej mierze zagadkowa. Pogl dy na jego natur s kra cowo rozbie ne. Wielu badaczy kwestionuje jego obiektywn realno , ci le mówi c przypisuje mu realno nie w przedmiocie poznania, lecz w poznaj cym podmiocie. (...) mówi si o falach prawdopodobie stwa, którym obiektywnej realno ci przyzna niepodobna. Sprze czno mi dzy raptown zmian stanu atomowego w akcie pomiaru i ci gło ci zmian rz dzonych przez równanie Schrödingera równie skłania do wniosku, i funkcja falowa wyra a wył cznie stan naszej wiedzy o rozpatrywanym przedmio cie”¹⁷.

Nieokre lono rozumiana jest cz sto jako nieokre lono wiedzy, *resp.* niepewno (epistemologiczna interpretacja zasady nieokre lono ci Heisenberga), a wi c akt redukcji paczki falowej podczas pomiaru i indeterminizm uznaje si za spowodowane czynnikiem poznawczym¹⁸. Według Białobrzeskiego, interpretacja taka oznacza wprowadzenie do poznania przyrody „czynnika irracjonalnego”. Pisze on: „(...) nieokre lono ci Heisenberga oraz redukcji paczki falowej s rozumiane jako wynik zaburze układu badanego podczas pomiaru, co oznacza wprowadzenie czynnika irracjonalnego. W zwi zku z tym zaciera si , jak si na ogół przypuszcza, przeciwstawno podmiotu i przedmiotu w poznaniu wiata fizycznego i niepodobna przeprowadzi dokładnej granicy mi dzy układem badanym i urz dzeniem słu cym do obserwacji ł cznie z samym obserwatorem (...). Znaczyłoby to, e poznanie przyrodnicze jest cz ciowo subiektywne i skutkiem tego mówi si o jego dezobiektywizacji¹⁹.

Białobrzeski próbuje jednak poda tak interpretacj mechaniki kwantowej, która byłaby zgodna z realizmem epistemologicznym, a wi c i zachowywała warto obiektywno ci poznania, jedn z fundamentalnych warto ci klasycznej epistemologii. Zasadniczym krokiem na drodze do tego celu jest uznanie realno ci wiata opisywanego przez schemat matematyczny mechaniki kwantowej, a wi c i realno ci wielko ci opisywanej przez funkcj falow . W interpretacjach mechaniki kwan-

¹⁶ I. Prigogine, I. Stengers: *Z chaosu ku porz dkowi. Nowy dialog człowieka z przyrod* . Tłum. K. Lipszyc. Warszawa 1990, s. 65.

¹⁷ Cz. Białobrzeski: *Wybór pism*, op. cit., s. 64.

¹⁸ Por. I. Motyka: *O osobliwo ciach opisu w nauce*. W: M. Hempoli ski (red.): *Studia epistemologiczne 1*, op. cit., s. 236.

¹⁹ Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawczo...*, op. cit, s. 239-240.

towej jest to stanowisko rzadkie i wręcz osobliwe²⁰. Podstawowymi kategoriami pojęciowymi, wokół których ogniskuje się interpretacja Białobrzeskiego, są: „przyczynowo indeterministyczna” oraz „potencjalno”.

Przyczynowo indeterministyczna

Cechą charakterystyczną przyczynowości jednoznacznej jest możliwość przewidywania zdarzeń, ponieważ stan układu fizycznego w dowolnej chwili t jest bezwzględnie wyznaczony przez stan układu w chwili wcześniejszej (determinizm). Białobrzeski rozszerza pojęcie przyczynowości przez wprowadzenie „przyczynowości indeterministycznej” (wieloznacznej). Rozumie ją w sposób następujący: istnienie stanu $|1\rangle$ jest warunkiem koniecznym istnienia stanu $|2\rangle$, zmiana stanu układu fizycznego — przejście od stanu $|1\rangle$ do $|2\rangle$ podlega ścisłym prawom matematycznym. Ale stan końcowy $|2\rangle$ może być określony w sposób wieloznaczny poprzez podanie prawdopodobieństwa jego realizacji. Stan $|2\rangle$ należy do określonego zbioru stanów, z których każdy ma jednoznacznie określone prawdopodobieństwo realizacji. Istotne jest to, że przyczynowo indeterministyczna w rozumieniu Białobrzeskiego jest czymś po prostu przyczynowo jednoznaczna i celowa. Zmiana stanu układu zależy nie tylko od jego stanu $|1\rangle$ w danej chwili t , ale również od możliwego stanu $|2\rangle$ w chwili późniejszej: we wzorze Diraca określamy „prawdopodobieństwo przejścia” od chwili $|1\rangle$ do stanu $|2\rangle$ należy uwzględnić zarówno stan początkowy, jak i końcowy układu. Oczywiście jest, że dla różnych stanów końcowych można otrzymać na ogół różne prawdopodobieństwa ich realizacji, a zatem zmiany stanu układu nie mogą przewidzieć w sposób jednoznaczny. Innymi słowy: mechanika kwantowa pozwala na ścisłe przewidywanie prawdopodobieństwa realizacji określonych zdarzeń, nie pozwala natomiast na jednoznaczne przewidywanie samych zdarzeń. Białobrzeski pisze: „Na mocy przyczynowości jednoznacznej przebieg przyszłych zdarzeń w przyrodzie jest wyznaczony przez jej stan teraźniejszy. Natomiast procesy atomowe podlegają prawom prawdopodobieństwa, w samym zakresie prawdopodobieństwa zawiera się stosunek teraźniejszego stanu układu atomowego do rozmaitych możliwych aktów przyszłych. W związku z tym akty atomowe są określone nie tylko przez stany początkowe układu, lecz i przez stany końcowe, co znajduje wyraz we wzorach matematycznych, które służą do opisu tych aktów. Otóż istnieją teraźniejszości z przyszłości, które mogą na uwagę zasłużyć do podstaw pojęciowych i w szerokim jego rozumieniu²¹.”

Drugą istotną kwestią jest realistyczne rozumienie przyczynowości. Dla Białobrzeskiego nie sprowadza się ona wyłącznie do kategorii pojęciowej. Pisze on: „... utrzymujemy, że przyczynowo jest stosunkiem rzeczy dynamicznym, nie czysto abstrakcyjnym: ma ona być wyrazem czynności wywołujących w przyrodzie nie-

²⁰ Por. M. Sawicki: *Czesław Białobrzeski jako filozof przyrody*. W: M. Heller, A. Michalik, J. Yciński (red.): *Filozofowa w kontekście nauki*. Kraków 1987, s. 236.

²¹ Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 358.

przerwany proces zmian, istnieje zawsze co realne, ł cz ce przyczyn ze skutkiem. W tym sensie zwi zek przyczynowy ł czy si z oddziaływaniami na rzeczy²². Przy tym owo oddziaływanie niekoniecznie musi zawiera jednoznaczny stosunek przyczyny do skutku.

Kategoria potencjalności

„Skoro dopuścimy przyczynowo wieloznaczność w procesach naturalnych — pisze Białobrzęski — musimy odrzucić subiektywną interpretację aspektu falowego i zarazem uznać istnienie w przyrodzie czynnika realnego, działającego według praw probabilistycznych mechaniki kwantowej. Ów czynnik nazwałbym potencjalnością²³. Za obraz matematyczny potencjalności uważamy funkcję stanu czyniącą zado równaniu Schrödingera²⁴. Jest to, jak się wydaje, najdonioślejszy i chyba najbardziej kontrowersyjny moment w interpretacji Białobrzęskiego. „TU mamy do czynienia — pisze on — po raz pierwszy w fizyce z rozmiarem realnym niewyobrażalnym i nie mającym bezpośrednio cech ilościowych, a mimo to, rzecz zmienna, wyrażalnym przy użyciu specyficznych form matematycznych²⁵.”

Białobrzęski — co prawda niezbyt precyzyjnie — bliżej charakteryzuje potencjalność jako: realność intensywną, nieprzestrzenną, zawierającą różnorodność własności, mającą charakter intensywnego rozmiaru; jako realność i ciągłość osnowy zmian w przyrodzie, wcielenie praw; jako realność fizyczną jako ciową²⁶. Wskazuje również na pokrewieństwo między swoją koncepcją potencjalności a pojęciami formy w filozofii Arystotelesa²⁷. Ponieważ stan układu kwantowego jest stanem możliwości, procesy zmian potencjalności nie są przestrzenne: funkcja stanu daje się przedstawić jako wektor w abstrakcyjnej przestrzeni Hilberta, a nie jako wektor w przestrzeni fizycznej, tak jak wielkość występująca w fizyce klasycznej. Powinno być potencjalność z czasem i przestrzenią rozumie Białobrzęski w ten sposób, że uznaje czas i przestrzeń za „formy wyłaniania się zdarzeń atomowych z potencjalnością²⁸”. „Skoro potencjalność — pisze — bierze od osnowy aspektu falowego, jest nieprzestrzenną, w doświadczeniu zewnętrznym, nieodłącznym od form przestrzeni i czasu, może ujawniać się bezpośrednio tylko aspekt korpuskularny podczas aktów wymiany energii i pędu. Aspekt falowy staje się widoczny za pośrednictwem tych aktów, gdy rozpatrujemy właściwości ich zespołu²⁹.”

²² Cz. Białobrzęski: *Wybór pism*, op. cit., s. 79.

²³ Cz. Białobrzęski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 350.

²⁴ *Ibid.*, s. 246.

²⁵ *Ibid.*, s. 284.

²⁶ *Ibid.*, s. 246-248.

²⁷ *Por. ibid.*, s. 273-274.

²⁸ *Por. M. Sawicki: Czesław Białobrzęski jako filozof przyrody*, op. cit., s. 237.

²⁹ Cz. Białobrzęski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 250.

Naley w tym miejscu podkreślić, że w związku z probabilistycznym charakterem mechaniki kwantowej funkcji falowej (resp. falowy aspekt materii i promieniowania) rozumie się ją jako prawdopodobieństwo, a nie jako wielkość z wyrażeniami konotacjami epistemologicznymi, a przy niektórych interpretacjach — subiektywnymi, a nie jako fizycznie realną; jako — mówi się ogólnie — reprezentację wiedzy obserwatora o układzie kwantowomechanicznym. Sam termin „potencjalność” dobrze oddaje, zdaniem Białobrzeskiego, specyfikę opisu układu w mechanice kwantowej, w którym znajduje wyraz pierwotny stan układu jako wyrazu potencjalności względem jego elementów substancjalnych. Widą to szczególnie w tzw. drugiej kwantyzacji. Opis stanu układu w mechanice kwantowej ukazuje nadrzędność całości nad częściami (jedna funkcja falowa opisuje dowolnie złożony układ i nie jest ona sumą funkcji składowych poszczególnych składników), natomiast stan układu jest stanem możliwym³⁰. Potencjalność stanowi tu wyraz „(...) ogólnej dążności w przyrodzie do tworzenia i utrwalania w przyrodzie ustrojów mniej lub więcej niezależnych”³¹. Jest to radykalne odejście od mechanistycznej wizji świata preferowanej w kartezjańsko-newtonowskim paradygmacie racjonalności, w której całość jest prostą sumą części, aby więc poznać całość, wystarczy poznać części — najdrobniejsze elementy, z których jest zbudowany świat materialny, i relacje oraz oddziaływania, w jakich te części pozostają ze sobą. Występowanie w przyrodzie ustrojów hierarchicznie zorganizowanych może być zrozumiałe jedynie — zdaniem Białobrzeskiego — jeżeli przyjmemy istnienie czynnika realnego, odpowiadającego przyczynowo części indeterministycznej (wieloznaczonej). „Prawa kwantowe — pisze on — są opisem pojęcia potencjalności w tym znaczeniu, w jakim prawa ruchu Newtona mogą być opisane przez pojęcie siły. Funkcja stanu, czyni całość równaniami Schrödingera, może być rozpatrywana jako obraz matematyczny potencjalności. Innymi słowy, wyrazem potencjalności w doświadczeniu jest aspekt falowy promieniowania i materii. Dualizm masy i siły fizyki klasycznej znajduje w mechanice kwantowej odpowiednik w dualizmie aspektów korpuskularnego i falowego. Każda z obu postaci posiada byt realny: aspekt falowy w postaci potencjalności, aspekt korpuskularny w postaci elementów substancjalnych takich jak elektrony, neutrony, protony, mezony, fotony. Obie postaci bytowe są ściśle związane, przez co jest utrzymana jedność bytu, która wszak nie jest jednorodnością, lecz jednością w różnaitości³².

Interpretacja pomiaru kwantowego i eliminacja „obserwatora”

„Wprowadzenie do przyrody potencjalności jako podstawowego składnika jej bytu — pisze Białobrzeski — daje możliwość realistycznego traktowania aktu

³⁰ Por. ibidem, s. 266.

³¹ Cz. Białobrzeski: *Wybór pism...*, op. cit., s. 86.

³² Ibid., s. 86-87.

redukcji. (...) Na mocy przyczynowo ci wieloznacznej potencjalno dokonywa tu aktu determinacji, sprawiaj cego wybór jednej spo ród wszystkich mo liwo ci³³. W ten sposób w interpretacji tej znika istotna ró nica mi dzy procesami naturalnymi i pomiarowymi; proces pomiaru uznaje si e za taki sam proces przyrodniczy, jak ka dy inny. W procesie naturalnym brak obserwatora, który przygotowuje sytuacj e do wiadczañ i odczytuje wskazania przyrz dów pomiarowych, brak równie towarzyszcych im aktów wiadomo ci. Białobrzeski stwierdza, e raz przygotowany proces pomiarowy zachodzi na ogół dalej ju bez udziału wiadomo ci obserwatora i w istocie niczym si e nie ró ni od procesu naturalnego. Zatem aktu redukcji paczki falowej w procesie pomiarowym, a wi c indeterministycznego przerwania ci gñej ewolucji układu kwantowego, nie mo na traktowa jako spowodowanego „zdobyciem przez obserwatora wiedzy o układzie”. Odrzucaj c zatem pogl d, w my l którego redukcja paczki falowej w pomiarze jest spowodowana wzgl dami epistemologicznymi, „(...) musimy przyj e, i naturalne procesy nie ró ni si zasadniczo od procesów pomiarowych, czyli odbywaj si w nich nieustanne akty redukcji paczek falowych, albo, inaczej mówi c, akty determinacji potencjalno ci. (...) ujmuje si je w do wiadczeniu jako akty, którym towarzyszy wymiana energii oraz innych wielko ci fizycznych”³⁴. Wprowadzenie do naszego obrazu przyrody naturalnych aktów redukcji paczek falowych, czyli, w terminologii Białobrzeskiego, aktów determinacji potencjalno ci, czyni nieci gło i indeterminizm istotnymi tre ciami bytu przyrody. „Rozpowszechniony pogl d — pisze Białobrzeski — twierdzi, e nieci gło ci fizyki atomowej pojawiaj si tam, gdzie wykonywane s do wiadczenia; uzupeñniaj c ten pogl d utrzymujemy, i Natura nieprzerwanie czyni tego rodzaju do wiadczenia i na tym polega istotna tre jej bytu”³⁵. I w innym miejscu: „Nie czynimy adnej istotnej ró nicy pomi dzy sposobami oddziaływania na układ zewn trznych wpływów w procesach naturalnych z jednej strony i w procesach pomiarowych z drugiej strony”³⁶. Dodajmy, e ów wyró niony charakter aktu pomiarowego (poznawczego) w dziedzinie bada ñ nad zjawiskami mikro wiata stanowi jeden z centralnych punktów interpretacji kopenhaskiej mechaniki kwantowej (prze-de wszystkim Bohra i Heisenberga).

Ka dy akt realny zachodz cy w czasie i przestrzeni zwi zany jest z wymian energii, p du i innych wielko ci fizycznych. Realizacja zdarzenia w przestrzeni i czasie jest aktem determinacji potencjalno ci: z wielu mo liwych zdarze w danych warunkach realizuje si e jedno okrelone. Realizacja wyznaczona jest przez przyczynowo indeterministyczn , dla której istotne jest to, e realizacja zdarzenia jest okrelona nie przez oddziaływanie mi dzy poszczególnymi elementami składowymi układu, ale przez układ jako cało . „Ka dy akt realny, jako akt wyboru jest nieodwracalny”³⁷. Zakładaj c istnienie naturalnych aktów determinacji potencjalno ci, Białobrzeski ujmuje nieodwracalno aktów pomiarowych i nieodwracalno

³³ Cz. Białobrzeski: *Podstawy poznawcze...*, op. cit., s. 253.

³⁴ *Ibid.*, s. 255, 307.

³⁵ *Ibid.*, s. 255.

³⁶ *Ibid.*, s. 256.

³⁷ *Ibid.*, s. 270.

zdarze makroskopowych jako rezultat nieodwracalnych procesów elementarnych, przez co uzyskuje głbsze uzasadnienie II zasada termodynamiki. Interpretacja Białobrzeskiego pozwala traktować pomiar, niezmiernie istotny składnik aktu poznawczego w dziedzinie fizyki atomowej, zgodnie z jego obiektywistycznym rozumieniem w myśleniu realizmu epistemologicznego: jako odzwierciedlenie w umyśle leżącego podmiotu obiektywnie istniejącej rzeczywistości i zdarzeń zachodzących w świecie całkowicie niezależnie od sytuacji eksperymentalnej, od obserwatora, a tym bardziej od ludzkiego, psychofizycznego podmiotu. Znika również podkreślanie niekiedy zasadniczy dualizm opisu (*resp.* języka) świata mikroskopowego i świata „klasycznego”. Umożliwia to uznanie potencjalności jako „odkrytego przez fizyk nowego rodzaju bytu”, a w każdym razie potrzeb istotnej zmiany znaczenia, jakiej wiążą się z pojęciem Realności fizycznej”, która dla Białobrzeskiego nie musi być utożsamiana z istnieniem czasoprzestrzennym.

Podsumowanie: kilka uwag krytycznych

Konsekwencją, z jaką Białobrzęski broni wartość obiektywności poznania w dziedzinie fizyki mikroświata jest niewątpliwie godna uwagi. Nie waha się on odrzucić „ortodoksyjnych” poglądów sformułowanych w ramach szkoły kopenhaskiej, znajdując się tym samym w nielicznej mniejszości. Nie znaczy to oczywiście, że wiążą się z tym musi mieć rację. Przypomnijmy, że do krytyków interpretacji kopenhaskiej mechaniki kwantowej należą również innymi M. Planck³⁸, A. Einstein³⁹ i D. Bohm⁴⁰.

W tym miejscu można na jedynie wskazać na dwa problemy, jakimi wiążą się z interpretacją samego Białobrzęskiego: jego rozumienie pojęcia „realności fizycznej”, oraz nasuwające się w tym względzie odnośne do pojęcia „obiektywności”.

Dostrzeżenie do zachowania, wręcz za wszelką cenę, obiektywności wiedzy o mikroświecie i próba uniknięcia „rewolucji logicznej”, odrzucającej zasady wyłączonego środka, a wiążą się z programem interpretacji sformułowany w sposób najbardziej tradycyjny, nawet konserwatywny sposób, prowadzi jednak Białobrzęskiego do, jak się wydaje, daleko idącej „rewolucji ontologicznej”, zasadniczej zmiany poglądów na rozumienie „realności fizycznej”, a mianowicie do uznania „nieprzestrzennej rzeczywistości fizycznej”, którą określa mianem „potencjalności”. Tok rozumowania prowadzący do tego wniosku można by ująć w następujący sposób: mechanika kwantowa dobrze opisuje doświadczenia na poziomie mikroskopowym, prowadzi do nowych przewidywań i nie posiada teorii konkurencyjnej, należy ją zatem uznać za adekwatną teorię rzeczywistości fizycznej, a nie jedynie za „matematyczny fortel” — narzuca

³⁸ Por. np. M. Planck: *Jedno fizycznego obrazu świata. Wybór pism filozoficznych*. Tłum. R. i S. Kernerowie. Warszawa 1970.

³⁹ Na ten temat zob. np. A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen: *Can Quantum Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?*. „Phys. Rev.”, 1935/47, s. 777-780.

⁴⁰ Por. np. D. Bohm: *Ukryty porządek*. Tłum. M. Tempczyk. Warszawa 1988.

pojęciowe służyć porządkowaniu naszego do wiadczenia i przewidywaniu rezultatów obserwacji. Adekwatna teoria fizyczna stanowi natomiast odzwierciedlenie w pojęciach fizyki matematycznej zewnętrznej i obiektywnej (istniejącej niezależnie od wiadomości poznającego podmiotu) realności fizycznej. Podstawowym pojęciem mechaniki kwantowej jest funkcja falowa. Powinna ona zatem reprezentować obiektywną fizyczną realność i nie może na jej interpretację być traktowana jako „fali prawdopodobieństwa”, ponieważ w pojęciu prawdopodobieństwa tkwi nieuchronnie element subiektywny w postaci „wiedzy obserwatora o obserwowanym układzie”. Taka, „człowiekowi subiektywistyczna”, jest przynajmniej interpretacja pojęcia prawdopodobieństwa podana przez samego Heisenberga⁴¹, aczkolwiek nieco inaczej ujmuje sprawę Bohr⁴².

Tutaj z kolei napotykamy następujący problem: funkcja falowa nie jest zdefiniowana w przestrzeni fizycznej (jak na przykład fale elektromagnetyczne), ale w pewnej abstrakcyjnej przestrzeni matematycznej, nieskończenie-wielowymiarowej przestrzeni Hilberta. Nie jest więc ona wielkością fizyczną w zwykłym sensie tego słowa, jak na przykład przedmioty dostępne naszemu codziennemu doświadczeniu. W związku z tym można jednak wysunąć pewne wątpliwości, czy nie mamy tu do czynienia wręcz z nadużyciem terminu „realność”. Słowo „realny” pochodzi przecież od *res* — „rzecz”; rzeczy natomiast uznaje się tradycyjnie za istniejące w przestrzeni fizycznej, a nie w abstrakcyjnej przestrzeni Hilberta. „Istnienie realne nieprzestrzenne” wydaje się zatem czymś na kształt *contradictio in adiecto*, bo przecież potencjalnie nie jest tu rozumiana jako wielkość abstrakcyjna, ale stanowi małą „realną” podstawę wiata. W wielu miejscach Białobrzeski mówi z kolei o nieprzestrzennej potencjalności jako czynnika realnym i przeciwstawia jej z drugiej strony akty realne, realizowane w przestrzeni i czasie, przez co sposób użycia terminu „realny” przestaje być jednoznaczny. Czy może na jednoczesnie stosować pojęcie „realności fizycznej” do tak odmiennych sposobów istnienia, jak istnienie czasoprzestrzenne i nieprzestrzenne istnienie potencjalności, która nawet nie jest wielkością mierzalną w sensie fizycznym?

Pewna niejednoznaczność związana jest również z użyciem terminu „obiektywność”. Białobrzeski, podobnie zresztą jak większość przyrodników, w swoich pracach filozoficznych posługuje się nie wyjątkowym i nie zanalizowanym pojęciem „obiektywności”. Pewne wypowiedzi pozwalają na chociażby częściową rekonstrukcję tego rozumienia. Gdy pisze on, że należy dołożyć wszelkich starań, by wiedza o świecie zachowała obiektywizm przysługujący jej w przeszłości, to wydaje się, że chodzi o „klasyczną” koncepcję nauki sformułowaną przez Laplace’a, wspomnianą we wcześniejszych rozważaniach. Pojęcie „obiektywności” jest wszelako niezmiernie wieloznaczne, przez co również dystynkcja pojęciowa „obiektywne — subiektywne” może być rozumiana w rozmaity sposób i tak wieloznacznie zachowuje. Z filozoficznego punktu widzenia można mówić o wielu odmiennych rozumieniach „obiektywności”, przy czym — rzecz istotna — chodzi nie o kwestię

⁴¹ W. Heisenberg: *Fizyka a filozofia*. Tłum. S. Amsterdamski. Warszawa 1965, s. 33-35.

⁴² N. Bohr: *Fizyka atomowa a wiedza ludzka*. Tłum. W. Staszewski, S. Szpikowski, A. Teske. Warszawa 1963, s. 11.

słów jedynie, ale o kryjcie się pod tym pojęciem problemy zasadniczo odmiennej natury.

„Obiektywizm” może być rozumiany na przykład jako reguła metodologiczna, a więc pewien postulat dotyczący badań naukowych⁴³. Znacznie bardziej skomplikowany problem związany jest natomiast z odróżnieniem epistemologicznego i ontycznego rozumienia pojęcia „obiektywności”. Pierwsze z nich dotyczy wiedzy, drugie natomiast dotyczy obiektywnego istnienia przedmiotów, cech, stanów rzeczy, relacji itp. Takie dystynkcje pojęciowe wprowadza na przykład Ingarden w artykule *Rozważania dotyczące zagadnienia obiektywności*⁴⁴. Ze względu na ramy tego artykułu zwrócić należy jedynie uwagę na to, że odróżnienie radykalnej obiektywności ontycznej od obiektywności ontycznej w osłabionym sensie pozwala twierdzić, że chociaż w doświadczeniach dotyczących mikroświata nie można obserwować procesu, jaki dokonałby się, nie będąc poddany obserwacji, a więc i fizycznemu oddziaływaniu, przedmiotem poznania jest więc właściwie rezultat oddziaływania obiektów fizycznych, a więc obserwowane cechy przedmiotów są zewnętrżnie uwarunkowane (relatywne), to nie oznacza to jeszcze, że rezultat obserwacji jest subiektywny w sensie epistemologicznym. Jeżeli nawet oddziaływanie „obiekt-przyrząd” stanowi konieczny warunek poznania świata atomowego, i fakt ten wpływa w istotny sposób na przebieg mikroprocesu, a zatem obserwujemy zewnętrżnie uwarunkowane cechy obiektów kwantowomechanicznych, to jednak można sensownie utrzymywać, że obserwujemy je jako realnie istniejące w świecie, co prawda nie jako własności samych obiektów, ale jako ich własności w systemie powiązanych układów fizycznych, do których należy badany obiekt z jednej strony, a przyrząd pomiarowy — z drugiej. Jeżeli pewne cechy obiektów są relatywne, można przecież mówić, że są obiektywnie relatywne i dla nich bardziej adekwatne byłoby pojęcie „ontycznej obiektywności” w osłabionym sensie”, ponieważ pojęcie Radykalnej ontycznej obiektywności” stanowi tu postulat za daleko idący, a właściwie fikcyjny wynikający z absolutyzacji mechanicznego pojmowania świata.

Rozważania powyższe są oczywiście jedynie szkicowe. Wszelako jeżeli odróżnienie epistemologicznego i ontycznego pojmowania obiektywności jest zasadne, oraz jeżeli można mówić o różnych typach ontycznej obiektywności, to wynika z tego, że rozumienie obiektywności wiedzy w ten sposób, że albo znamy Rzeczy same w sobie”, albo poznanie nasze jest subiektywne, jest zbyt grubym uproszczeniem.

Można oczywiście dyskutować, czy lepszą interpretacją jest dokonanie rozróżnienia wielu form ontycznej obiektywności, czy też wprowadzenie takiego bytu, jak potencjalność. Za pierwszym rozważaniem mogłoby przemawiać fakt, że każde poznanie świata realnego z konieczności jest związane z fizycznym oddziaływaniem i nawet mechanika klasyczna nie mówi nic o cechach obiektów absolutnie izolowanych. Co prawda w sferze makroskopowej owo oddziaływanie może być pominięte, co wcale nie zmienia faktu, że istnieje zawsze. O układzie absolutnie izolowanym, z fizycznego punktu widzenia, nie można wiedzieć absolutnie nic.

⁴³ Por. J. M. Bocheński: *Współczesne metody myślenia*. Tłum. S. Judycki. Poznań 1992, s. 30.

⁴⁴ R. Ingarden: *Rozważania dotyczące zagadnienia obiektywności*, op. cit., s. 452.

Dlatego te do w tpliwa jest teza Białobrzeskiego, e mówienie o zaburzeniu układu w procesie obserwacji jest jednocześnie wprowadzeniem czynnika irracjonalnego. Je eli mamy na my li fizyczny akt oddziaływania, to wydaje si raczej, e tak pojmowane „zaburzenie” (*resp.* oddziaływanie) jest *de facto* warunkiem mo liwo ci poznania elementów wiata fizycznego.

Na zako czenie jedna uwaga o nieco ogólniejszym charakterze. Trwaj ce od siedemdziesi ciu lat dyskusje na temat poznawczych podstaw fizyki wiata atomowego dalekie s od konkluzyjnych rozstrzygni . Niekiedy z mechaniki kwantowej wysuwa si twierdzenia dotycz ce subiektywno ci naszej wiedzy o wiecie fizycznym, albo wr cz tezy o zale no ci istnienia wiata od wiadomo ci poznaj cego podmiotu. Jednak e tezy te oparte s cz sto na nieprecyzyjnym u ywaniu terminów „istnienie”, „obiektywno ” itp., oraz pomieszeniu rozwa a dotycz cych obiektywno ci wiedzy z rozwa aniami nad obiektywno ci w sensie ontycznym. Formułowane na tej podstawie konsekwencje o charakterze wiatopogl dowym s niekiedy tak daleko id ce, e rozwa enie zasadno ci przedstawionych tam argumentacji wydaje si spraw najwy szej wagi.