

**Wojciech P. GRYGIEL**

Wydział Filozoficzny PAT, Kraków

## ***FIZYZM ROLANDA OMNÉSA — JEDNOŚĆ ŚWIATA MATEMATYKI I FIZYKI***

### ***CZĘŚĆ I: KWANTOWE PROBLEMY ABSTRAKCJI***

Matematyka należy do tych obszarów ludzkiej wiedzy, bez których działalność naukowa człowieka — zwłaszcza w obszarze nauk przyrodniczych — byłaby dziś praktycznie niemożliwa. O ile poziom abstrakcji matematycznej oraz umiejętności trafnej refleksji nad samą matematyką jako narzędziem badawczym i zjawiskiem samym w sobie uległ od czasów antyku znacznemu rozwojowi, to jednak wkład antycznych myślicieli i badaczy przyrody w kształtowanie matematycznego sposobu opisu rzeczywistości jest nie do przecenienia. Mówiąc krótko, sukces współczesnych nauk ścisłych słusznie wiąże się z wykorzystaniem metod badawczych, opartych na matematyce. Łatwo się też przekonać, że przykładowo w średniowieczu, gdzie matematyka ustępowała miejsca metodom jakościowym, istotnych osiągnięć w naukach ścisłych było zdecydowanie mniej, co nie oznacza jednak, że okres ten nie wytworzył właściwego przedpola do wyłonienia się w XVII wieku współczesnej metody naukowej. Fascynację matematyką jako narzędziem do opisu oraz wnioskowania o specyfice rzeczywistości fizycznej można niewątpliwie przypisać jej dedukcyjnemu charakterowi, dzięki któremu otrzymywane rezultaty wynikają na zasadzie logicznej konieczności.

Powszechne wykorzystanie matematyki jako metody badawczej słusznie wzbudzało i wzbudza nadal pytania o ontologiczny oraz poznawczy status matematyki i wykorzystywanych przez nią pojęć. Skąd się one biorą? Czy praca matematyka jest, jak to postulują matematyczni *platonicy*, odkrywaniem istniejących już form w matematycznym uniwersum (K. Gödel<sup>1</sup>, R. Penrose<sup>2</sup>) czy też jest, wzorem *konstruktywistów* (L.E.J. Brouwer, E. Bishop<sup>3</sup>), jedynie wytworem ludzkiego umysłu? W kolejności można postawić pytanie o to czy obiekty matematyczne istnieją niezależnie w odrębnym świecie idei, czy też są wpisane w strukturę rzeczywistości a rolą matematyka jest ich z niej wydobywanie na drodze *empirycznej* w procesie poznawania praw rządzących tą rzeczywistością (*naiwny empiryzm* J.S. Milla czy *quasi-empiryzm* W.V. O. Quine'a<sup>4</sup>).

W ramach matematycznego empiryzmu stanowisko, będące *de facto* matematycznym *arystotelizmem*, spotyka się dziś w gronie filozofów matematyki bardzo rzadko. Pojawiło się ono jednak niedawno w pracach francuskiego fizyka, Rolanda Omnésa, który znany jest ze swoich osiągnięć w fizyce cząstek, astrofizyce oraz ze sformułowania interpretacji mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych<sup>5</sup>. Stanowisko Rolanda Omnésa w filozofii matematyki zbudowane jest na zasadzie analogii do *logicyzmu*, który był kierunkiem poszukiwań podstaw matematyki, zainicjowanym przez Gottlieba Fre-

---

<sup>1</sup>K. Wójtowicz, *Platonizm matematyczny: Studium filozofii matematyki Kurta Gödla*, Tarnów: Biblos 2002.

<sup>2</sup>R. Penrose, *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, New York: Alfred Knopf 2005, ss. 7–23.

<sup>3</sup>E. Bishop, *Foundations of Constructive Analysis*, New York: Academic Press 1967.

<sup>4</sup>K. Wójtowicz, *Czy źródłem wiedzy matematyka jest intuicja czy doświadczenie* w: M. Heller, J. Mączka, R. Janusz, (red.) *Człowiek: twór Wszechświata — twórcą nauki*, Kraków: PAU, OBI, Biblos 2007, ss. 45–56.

<sup>5</sup>R. Omnés, Consistent interpretations of quantum mechanics, *Reviews of Modern Physics*, 64 (1992) 340; M.R. Sarkardei, Towards the consistent histories approach to quantum mechanics, *Canadian Journal of Physics*, 82 (2004) 1.

gego i Bertranda Russella<sup>6</sup>. Mówiąc najkrócej, zgodnie z przesłaniem logicyzmu całą matematykę można sprowadzić do logiki. Analogicznie więc propozycja Omnésa polega na postulacie, iż cała matematyka zakodowana jest w strukturach praw przyrody. Sposób, w jaki Omnés określa to stanowisko — *fizyzm* — ma stanowić nawiązanie do idei poszukiwania podstaw matematyki w naturze biorąc pod uwagę, iż myśliciele starożytni tacy jak Arystoteles nazywali przyrodę — naturę greckim słowem *physis*. Dość zbliżoną opcją może się jedynie wydawać matematyczny *naturalizm* (zwany inaczej *fizykalistycznym platonizmem*) autorstwa Penelope Maddy. Powołując się na platonizm Gödla, twierdzi ona, iż, zamiast intuicyjnego poznania abstrakcyjnych zbiorów, człowiek zmysłowo postrzega zbiory konkretnych przedmiotów<sup>7</sup>.

Nie da się ukryć, iż fizyzm Rolanda Omnésa jako określona opcja w filozofii matematyki niesie ze sobą bardzo istotne konsekwencje. Skoro bowiem traktuje się obiekty matematyczne jako tkwiące w strukturach przyrody, to jak wyjaśnić istnienie olbrzymiego obszaru abstrakcyjnych obiektów matematycznych, które jeszcze nie znalazły (i pewnie prędko nie znajdą) swoich odpowiedników w rzeczywistości fizycznej? Jak zatem rozumieć głoszoną przez Omnésa *plodność* matematyki w fizyce (ang. *fecundity*) skoro źródło tej plodności tkwi w samym przedmiocie badań? Czy nie jest to zatem swoisty solipsyzm? Co więcej, Roland Omnés stawia dość śmiałą tezę, iż fizyka teoretyczna i matematyka zbiegają się w jednej rzeczywistości, którą można opisać przy pomocy jednej, wspólnej dla tych dziedzin filozofii. Taki też jest tytuł jednej z jego ostatnich książek, w której zawiera swoje filozoficzne credo: *Converging realities: Towards a Common Philosophy of Physics and Mathematics*<sup>8</sup>. Nawet bardzo pobieżny ogląd tego stanowiska łatwo wykazuje jego radykalną odmienność chociażby w stosunku do koncepcji trzech niezależnych światów (ontologii) Ro-

---

<sup>6</sup>Zob. np. R. Murawski, *Filozofia matematyki: zarys dziejów*, Warszawa: PWN 2001, ss. 83–96.

<sup>7</sup>R. Murawski, *op. cit.*, s. 165.

<sup>8</sup>R. Omnés, *Converging realities: Towards a Common Philosophy of Physics and Mathematics*, Princeton and Oxford: Princeton University Press 2005.

ger Penrose'a: matematyki, materii oraz umysłu<sup>9</sup>. Trzeba jednak również pamiętać, iż stanowisko Omnésa w filozofii matematyki uległo z czasem pewnej ewolucji. Lektura jego poprzedniej książki o charakterze filozoficznym, zatytułowanej, *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, przekonuje, iż matematyka jest reprezentacją Logosu, stanowiącego rzeczywistość odmienną od rzeczywistości, którą bada fizyka<sup>10</sup>. Nie sposób zatem nie wyczuć inspiracji platońskich we wcześniejszych filozoficznych dociekaniach Omnésa, pomimo że ich ostateczna wersja jednoznacznie skłania się ku stanowisku arystotelesowskiemu.

Kluczem do zrozumienia poglądów Rolanda Omnésa na naturę matematyki jest odwołanie się do propagowanej przez niego (i wspomnianej powyżej) interpretacji mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych, które, w połączeniu z efektem dekoherencji<sup>11</sup>, dają jego zdaniem konieczny pomost do abstrakcji struktur matematycznych z rzeczywistości mikroświata. Innymi słowy, nie bez znaczenia okażą się tutaj procesy emergencji rzeczywistości makroskopowej z poziomu kwantowego. W tym kontekście Omnés stara się uzasadnić, dlaczego czysta matematyka odznacza się tak wspomnianą już *plodnością* (ang. *fecundity*) w generowaniu nowych pojęć i rozwiązywaniu problemów oraz *spójnością* (ang. *consistency*) jaka występuje pomiędzy różnymi działaniami matematyki. Jego zdaniem harmonia pomiędzy różnymi, odległymi obszarami matematyki stanowi pochodną harmonii praw przyrody, które matematyka opisuje. Koncepcja Omnésa, zawarta w enigmatycznym określeniu *fizyzm*, drastycznie kontrastująca z platońskimi poglądami Penrose'a, będzie przedmiotem niniejszej pracy.

Fizyzm wart jest dyskusji, ponieważ stawia (choć niekoniecznie rozwiązuje) istotne pytanie o źródło wiedzy matematycznej. O ile

---

<sup>9</sup>Zob. np. P. Hut, M. Alford, M. Tegmark, On Math, Matter and Mind, *Foundations of Physics*, 36 (2006) 765.

<sup>10</sup>R. Omnés, *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, Princeton and Oxford: Princeton University Press 1999, s. 279.

<sup>11</sup>H.D. Zeh, On the interpretation of measurement in quantum theory, *Foundations of Physics*, 1 (1970) 69.

w przypadku konstruktywizmu taki problem z oczywistych powodów się nie pojawia, o tyle platonizm matematyczny domaga się uzasadnienia możliwości wglądu w matematyczne uniwersum. Jest to zagadnienie o charakterze epistemologicznym. Jeden ze wspomnianych powyżej czołowych przedstawicieli matematycznego platonizmu, Kurt Gödel, mówi wyraźnie o istnieniu *intuicji*, która pozwala opisywać obiektywnie istniejące byty matematyczne<sup>12</sup>. Komentatorzy tekstów Gödla zwracają natomiast uwagę, że intuicja matematyczna nie może być uważana za „natychmiastową wiedzę o rozważanych obiektach”. Idee matematyczne są czymś „pomiędzy światem idealnym a światem empirycznym”, są składowymi naszej koncepcji rzeczywistości<sup>13</sup>. Na gruncie fizyzmu twórcza rola umysłu zdaje się zminimalizowana, ponieważ struktury matematyczne wydobywane są wprost na drodze abstrakcji z praw rządzących przyrodą. Ze względu na fakt, że krytyka fizyzmu musi przebiegać wielopłaszczyznowo, przedstawiana obecnie część dotyczyć będzie jedynie kontrowersji, które wyłaniają się w fundamentalnych, fizycznych uwarunkowaniach fizyzmu. Zagadnienia kolejne, należące bezpośrednio do dziedziny filozofii matematyki, przedstawione zostaną w kolejnej publikacji.

### FIZYZM

Choć w niniejszym opracowaniu sama teza *fizyzmu* nie zostanie poddana bezpośredniej analizie, ale jedynie jej fundament, jakim jest abstrakcja struktur matematycznych z praw fizyki, warto dla porządku przytoczyć jej pełne brzmienie w sformułowaniu Rolanda Omnésa, dla pełnego nakreślenia obszaru dalszych poszukiwań. Definiując fizyzm, Omnés stwierdza, że:

Istnieją podstawowe aksjomaty dla logiki i matematyki. Są nimi prawa fizyki. Rozpoznaje się je poprzez dwa nierozdzielne kry-

---

<sup>12</sup>K. Gödel, *Collected Works*, vol. 3., S. Feferman et. al. (red.), Oxford: Oxford University Press 1995, ss. 304–323; cyt. za K. Wójtowicz, *Platonizm matematyczny: Studium filozofii matematyki Kurta Gödla*, s. 61.

<sup>13</sup>C. Parsons, *Bulletin of Symbolic Logic*, 1 (1995) 44; cyt. za K. Wójtowicz, *op. cit.*, s. 63.

teria: ich owocność w konstrukcji matematyki oraz ich konieczność do określenia praw fizyki. Owocność z kolei może być uzasadniona powszechnością, subtelnością oraz bogactwem praw: podstawowe aksjomaty muszą być wystarczająco owocne, aby umożliwić określenie praw w języku matematyki. W zamian za to, generują one każdą możliwą dziedzinę matematyki. Nowe prawa, nowe aksjomaty, nowe obszary są możliwe i mogą być odkryte w wyniku dalszych badań. Spójność jest tak samo konieczna w matematyce, jak i w prawach fizyki, są one bowiem nierozłączne. Spójności nie da się wyjaśnić, ale stanowi ona jedno z dwóch kryteriów prawdy. Drugie kryterium to eksperymentalna falsyfikacja wyrażenia matematycznego, które ma wyrażać prawo przyrody<sup>14</sup>.

### ABSTRAKCJA JAKO FUNDAMENT

Rozpoczynając lekturę *Converging realities* Rolanda Omnésa nie trudno przekonać się do jego zdecydowanie arystotelesowskich preferencji. A jeśli tak, to w przedstawianej przez niego filozofii matematyki istotną rolę odgrywa wspomniana już we wstępie *abstrakcja* jako narzędzie dostępu do struktur matematycznych. Zgodnie bowiem ze stanowiskiem Arystotelesa, matematyka pojawia się w wyniku abstrakcji (odrzućenia) wszystkich jakości zmysłowych (kolor, twardość, ciepło etc.) z badanych przedmiotów a pozostawieniu jedynie tych, które opisują aspekty ilościowe (wymiar)<sup>15</sup>. Abstrakcja w ujęciu arystotelesowskim związana jest z klasycznym (zdroworozsądkowym) postrzeganiem rzeczywistości. Podstawową trudność stanowi jednak fakt, iż abstrakcja opisywana jest po dziś dzień przy pomocy terminologii, opartej na hylemorfizmie bez istotnych odniesień do osiągnięć nauk kognitywnych<sup>16</sup>. W tym momencie warto odnotować, iż Roland Omnés podejmuje próbę uzasadnienia, iż na bazie współczesnych nauk

---

<sup>14</sup>R. Omnés, *Converging realities: Towards a Common Philosophy of Physics and Mathematics*, s. 215.

<sup>15</sup>Arystoteles, *Metafizyka*, 1061 a 28 — b 7.

<sup>16</sup>Zob. np. J. Owens, *Cognition: An Epistemological Inquiry*, Houston, Texas: Center for Thomistic Studies, University of St. Thomas 1992.

kognitywnych klasyczne postrzeganie rzeczywistości jest uwarunkowane procesami biologicznymi w mózgu człowieka<sup>17</sup>. Z uwagi na fakt, iż poprawności tej tezy nie sposób zweryfikować bez zaawansowanej analizy neurobiologicznej, na potrzeby niniejszego opracowania wystarczy przyjąć, iż mechanizm ludzkiego poznania koreluje ze strukturą poznawanej rzeczywistości a punktem styczności jest klasyczny obraz świata. Nauka *klasyczna* to, zdaniem Omnésa, taka, która:

zgadza się z charakterystyką intuicyjnej [zdroworozsądkowej W.G.] reprezentacji, rzeczywistości, czyli: unikalności, określonego położenia w czasoprzestrzeni, ciągłości, z rozdzieleniem zjawisk, przyczynowością i jasnym rozróżnieniem co jest rzeczywiste a co jest wirtualne<sup>18</sup>.

Skoro zatem uzasadnienie matematyki ma odbywać się na zasadzie abstrakcji, to proces ten zakłada istnienie obiektywnej rzeczywistości fizycznej, która dostarcza wzorców dla matematycznej wiedzy. Podobnie zatem do większości współczesnych fizyków, Roland Omnés stoi na stanowisku ontologicznego realizmu jako warunku uprawiania nauki<sup>19</sup>. Oceniając historię odniesienia matematyki do rzeczywistości fizycznej, z dużą dozą rezerwy odnosi się on, przykładowo, do stanowiska Geoga Cantora, traktującego matematykę jako „wolną dyscyplinę”, nieposiadającą żadnego odniesienia do rzeczywistości fizycznej. Na przełomie 19. i 20. wieku, kiedy dał znać o sobie słynny kryzys w najściślejszych podstawach matematyki (paradoks Russella, aksjomat wyboru), podstawy fizyki również przeżywały znaczące przeobrażenia, zwłaszcza w obliczu powstającej teorii kwantów. Był to, według Omnésa, okres w historii nauki, kiedy matematyka i fizyka stały od siebie najdalej i jednocześnie dzielił je największy dystans w stosunku do klasycznej rzeczywistości, którą przez stulecia opisywały. Nic więc dziwnego, że zdroworozsądkowe kategorie poznawcze człowieka utraciły bezpośredni kontakt z przedmiotem swojego poznania.

---

<sup>17</sup>R. Omnés, *Converging realities: Towards a Common Philosophy of Physics and Mathematics*, ss. 12–21.

<sup>18</sup>R. Omnés, *op. cit.*, s. 21.

<sup>19</sup>R. Omnés, *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, s. 278 n.

Nie ulega zatem wątpliwości, iż w takiej sytuacji nie istnieje możliwość uzasadnienia *fizyzmu*, ponieważ zakłada on, iż tak matematyka, jak i fizyka ogniskują się w klasycznie rozumianej rzeczywistości fizycznej. Strategia, jaką przyjmuje Omnés, aby ponownie zbliżyć do siebie świat matematyki i świat fizyki wynika wprost z jego interpretacji mechaniki kwantowej przy użyciu *spójnych historii kwantowych* oraz z kluczowej roli zjawiska *dekoherencji* w tym procesie. Parafrazując zamysł Omnésa, można z dużą dozą pewności stwierdzić, iż próbuje on „udroźnić” abstrakcję poprzez wskazanie drogi, jak dochodzi do emergencji świata klasycznego z mikroświata kwantów. W konsekwencji ze zmysłowo postrzegalnej rzeczywistości klasycznej i z praw, które nią rządzą, znów można swobodnie wydobywać struktury matematyczne. O tym jednak, że hipoteza taka napotyka na bardzo istotne trudności natury matematycznej, fizycznej i filozoficznej mowa będzie poniżej.

#### *SPÓJNE HISTORIE KWANTOWE: UNIWERSALNY JĘZYK FIZYKI?*

Jednym z istotnych elementów w konstrukcji koncepcji *fizyzmu* odgrywa interpretacja mechaniki kwantowej przy użyciu *spójnych historii kwantowych*. O ile pomysłodawcą jej jest brytyjski fizyk, Robert Griffiths<sup>20</sup>, Rolandowi Omnésowi zawdzięczać można ugruntowanie aksjomatycznych podstaw tej interpretacji. Całkiem słusznie zresztą twierdzi on, iż matematyczny fundament każdej dobrej teorii fizycznej nie może prowadzić do sprzeczności, lecz sama teoria powinna zapewniać warunki swojej eksperymentalnej weryfikacji. Z uwagi na fakt, iż wymagania te nie są spełnione w ramach standardowej interpretacji kopenhaskiej, wykorzystanie *spójnych historii kwantowych* ma na celu zapewnienie mechanice kwantowej poprawnej aksjomatyki oraz dostarczenie jasnych reguł, wiążących wyniki pomiarów z mate-

---

<sup>20</sup>Zob. np. R. Griffiths, *Consistent Quantum Theory*, Cambridge: Cambridge University Press 2003.



matycznym formalizmem teorii<sup>21</sup>. Same historie kwantowe nie przedstawiają w sobie nic odkrywczego. Są one bowiem uszeregowaniem całej serii zdarzeń w danym procesie kwantowym na skali czasu od początku aż do zarejestrowania wyniku eksperymentu na urządzeniu pomiarowym. W ten sposób zneutralizowany zostaje jedno z kluczowych zagadnień interpretacyjnych mechaniki kwantowej — *problem pomiaru*.

Bardziej jednak istotnym rysem interpretacji mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych jest sposób, w jaki Roland Omnés proponuje wygenerować obraz klasyczny makroskopowej rzeczywistości fizycznej na bazie formalizmu kwantowego. Nie da się ukryć, iż jest to zadanie ambitne z uwagi na fakt, iż zagadnienie emergencji świata makro z poziomu kwantowego stanowi dziś propozycję nowatorskiego podejścia do opisu praw i zjawisk fizycznych. Jak już wspomniane było wcześniej, uzyskanie obrazu klasycznego na bazie mechaniki kwantowej jest niezbędne, aby móc zestroić ten obraz z poznawczymi kategoriami ludzkiego rozumu, ostatecznie umożliwiając proces abstrakcji struktur matematycznych z praw fizyki.

W pierwszym rzędzie należy odwołać się do postulatu Johna von Neumanna, aby rzeczywistość kwantową i makroskopową opisać przy pomocy jednego uniwersalnego języka fizyki<sup>22</sup>. Paradoksalnie sprawa wydaje się bardziej przejrzysta dla obszaru kwantowego, gdzie wykorzystanie operatorów rzutowych umożliwi przetłumaczenie języka formalizmu matematycznego na proste stwierdzenia (predykaty elementarne), orzekające czy wartość obserwabli, odpowiadającej pewnemu operatorowi kwantowo-mechanicznemu, znajduje się w pewnym przedziale liczbowym  $\Delta$ <sup>23</sup>. Wartość logiczna takich predykatów orze-

---

<sup>21</sup>Zagadnieniu spójnych historii kwantowych oraz ich krytyce poświęcona została osobna monografia, sporządzona na bazie oryginalnych artykułów i publikacji książkowych Rolanda Omnésa: W.P. Grygiel, *Zobaczyć kota Schrödingera: stabilność strukturalna a spójne historie kwantowe*, Tarnów: Biblos 2008, w druku.

<sup>22</sup>J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press 1955.

<sup>23</sup>R. Omnés, *Understanding Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press 1999, s. 53.

kana jest przy użyciu wartości własnych operatorów rzutowych w danym stanie kwantowym, które, mogąc przyjmować wartości własne jedynie 0 lub 1, informują o prawdziwości formułowanego predykatu. Jeżeli zatem w ścisłym sensie matematycznym historia kwantowa zostanie zapisana jako ciąg operatorów rzutowych, odpowiadających kolejnym zdarzeniom w analizowanym procesie kwantowym, to po przetłumaczeniu na predykaty elementarne jest ona równoważna opisowi tego procesu w całym zakresie jego trwania. Mając na względzie także fakt, iż część każdego procesu kwantowego posiada swoją kontynuację w reżimie klasycznym (np. oddziaływanie z makroskopowym urządzeniem pomiarowym), Roland Omnés wskazuje również na możliwość zastosowania kwantowego języka operatorów rzutowych w tym reżimie przy pomocy rzutowych operatorów Hörmandera<sup>24</sup>. W ten sposób powstaje zarys struktury uniwersalnego języka fizyki, wspólnego dla opisu rzeczywistości kwantowej oraz makroskopowej.

Najistotniejszy problem w konstrukcji uniwersalnego języka fizyki na bazie historii kwantowych, proponowanego przez Rolanda Omnésa, stanowi określenie, które z tych historii mają sens fizyczny. Pomijając w tym momencie opisujący je formalizm matematyczny wypada jedynie odnotować, iż kluczową rolę w nadaniu sensu fizycznego historiiom odgrywa ich prawdopodobieństwo. Zaletą prawdopodobieństwa zdefiniowanego dla całej historii kwantowej jest fakt, iż stanowi ono integralny element formalizmu kwantowego w odróżnieniu od standardowych prawdopodobieństw kwantowych, gdzie prawdopodobieństwo odgrywa rolę jedynie w procesie redukcji wektora falowego. Ta niewątpliwa korzyść staje jednak pod znakiem zapytania, kiedy rozważy się, w jaki sposób dokonywana jest selekcja historii mających sens fizyczny. Aby historie kwantowe dawały pełny opis procesu kwantowego, kończącego się pomiarem w reżimie klasycznym (makroskopowym), odpowiadające im prawdopodobieństwa należy podporządkować klasycznym aksjomatom prawdopodobieństwa: *nieujemności*, *normalizacji* oraz *addytywności*. Aksjomat addytywności nosi nazwę warunku *spójności* historii kwantowych.

---

<sup>24</sup>R. Omnés, *op. cit.*

Powyższa strategia budzi istotne zastrzeżenia z dwóch powodów. Po pierwsze, wyrażenie na prawdopodobieństwo historii kwantowej samo w sobie dokonuje swoistego „uśrednienia” rzeczywistości kwantowej oraz klasycznej. Co więcej, aby z formalizmu historii kwantowych wydobyć obraz klasyczny, ukazujący emergencję świata makroskopowego należałoby raczej odnaleźć warunki klasyczności wewnątrz formalizmu historii, a nie aplikować je na zasadzie zewnętrznego, apriorycznie narzuconego wymogu addytywności prawdopodobieństw historii kwantowych<sup>25</sup>. Drugim problemem, dotyczącym otrzymywanego na bazie warunków spójności klasycznego obrazu świata, jest jego stabilność strukturalna<sup>26</sup>. Należy jednak pamiętać, że o ile historie kwantowe są propozycją formalnego opisu relacji pomiędzy światem kwantowym i klasycznym, to fundamentalnym zjawiskiem, jakie odpowiada za wygaszanie *interferencji kwantowych* i emergencję świata klasycznego jest *dekoherencja*<sup>27</sup>. Nie ulega zatem wątpliwości, iż historie kwantowe, opisujące proces dekoherencji (tzw. historie *dekoherentne*) są spójne, ale nie na odwrót. Jak bowiem wykazali Fay Dowker i Adrian Kent<sup>28</sup>, w obrębie samego formalizmu historii kwantowych istnieje niezerowe prawdopodobieństwo, iż nawet po nałożeniu warunku spójności na historie, w układzie znów pojawią się interferencje kwantowe. Innymi słowy, sam warunek spójności historii kwantowych nie jest wystarczający do opisu procesu dekoherencji, a otrzymany klasyczny obraz świata nie wykazuje należytej stabilności strukturalnej<sup>29</sup>.

---

<sup>25</sup>W.P. Grygiel, *Zobaczyć kota Schrödingera: stabilność strukturalna a spójne historie kwantowe*, ss. 108–115.

<sup>26</sup>Zagadnienie stabilności strukturalnej oraz jego konsekwencje filozoficzne są szeroko dyskutowane w: M. Heller, *Filozofia i wszechświat*, Kraków: Universitas 2006, ss. 124–128.

<sup>27</sup>R.B. Laughlin, *A Different Universe: Reinventing Physics from the Bottom Down*, New York: Basic Books 2005.

<sup>28</sup>F. Dowker, A. Kent, On the Consistent Histories Approach to Quantum Mechanics, *Journal of Statistical Physics*, 82 (1996) 1575.

<sup>29</sup>W.P. Grygiel, *Zobaczyć kota Schrödingera: stabilność strukturalna a spójne historie kwantowe*, ss. 116–123.

*ABSTRAKCJA A NIESTABILNOŚĆ*

Próbując obecne ocenić, czy interpretacja mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych zapewnia oczekiwany dostęp ludzkiego aparatu poznawczego do praw przyrody i abstrakcji z nich odpowiednich struktur matematycznych, należy przede wszystkim zaznaczyć, że w oparciu o powyższą analizę tej interpretacji niestabilność klasycznego obrazu, otrzymywanego na bazie spójnych historii kwantowych, nie zapewnia, aby obraz ten całkowicie odpowiadał zdroworozsądkowym kategoriom poznawczym człowieka. W szczególności tyczy się to wymienionych już wcześniej elementów charakterystyki świata klasycznego, jakim są postulowane przez Omnésa unikalność oraz określone położenie w czasoprzestrzeni. Obraz makroskopowy, zawierający interferencje kwantowe, jest *de facto* obrazem kwantowym, zrealizowanym w skali makro, sprawiającym przykładowo, iż kot Schrödingera nie jest jedynie prowadzącym do paradoksu eksperymentem myślowym, ale istnieje w rzeczywistości jako „żywy” i „martwy” jednocześnie. Okazuje się więc, iż nie trzeba nawet wnikać w szczegóły mechanizmu abstrakcji struktur matematycznych przez ludzki aparat poznawczy (co z pewnością wymagałoby obszernego wyjaśnienia) aby przekonać się, że oczekiwana przez Omnésa odpowiedniość zdroworozsądkowej (klasycznej) percepcji człowieka oraz obrazu świata na bazie spójnych historii kwantowych nie może być osiągnięta. Jest to zatem pierwsza przesłanka, iż promowana przez niego koncepcja *fizyzmu*, szukająca podstaw matematyki na drodze abstrakcji z praw przyrody napotyka na istotne przeszkody u samych podstaw swego funkcjonowania.

Pomijając sam fakt, iż interpretacja mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowej zyskała sobie jedynie wąskie grono zwolenników, jej stosowanie niewątpliwie zaciera istotne różnice w prawach, jakie rządzą światem kwantowym i światem makroskopowym. W oparciu o najnowsze eksperymenty opóźnionego wyboru na

fotonach<sup>30</sup> wiadomo bowiem, iż opis rzeczywistości kwantowej przy pomocy superpozycji funkcji falowych (stanów splełanych) jest opisem poprawnym. Pojawiająca się na skutek nielokalności świata kwantowego nieadekwatność klasycznego pojęcia czasoprzestrzeni powoduje, iż z samej swojej natury świat ten nie jest przykrojony do sposobu, w jaki człowiek zdroworozsądkowo postrzega rzeczywistość. Dokonując zatem pomiaru na układzie kwantowym tak samo, jak czyni się to w przypadku każdego układu makroskopowego, to jest przez zarejestrowanie klasycznie rozumianej wartości wielkości fizycznej, powoduje, iż mierzony układ kwantowy, który rządzi się odmiennymi prawami, daje jedynie pewną odpowiedź na przeprowadzany pomiar. Ze względu jednak na nieadekwatność metody, układ kwantowy zostaje zaburzony (redukcja wektora falowego) a otrzymana wartość obserwabli nie odpowiada żadnej rzeczywistości na poziomie mikro. Skoro zatem oddziaływanie układu kwantowego z obiektami makroskopowymi układ ten nieodwracalnie zaburza, to jak można w ogóle mówić o nie zaburzonej abstrakcji struktury matematycznej z praw fizyki, rządzących poziomem kwantowym? Niedostrzeżenie tego efektu należy ewidentnie przypisać uśredniającemu charakterowi prawdopodobieństw historii kwantowych, o których była mowa wcześniej. Jednocześnie stanowi to drugą, zasadniczą przesłankę, iż zawodzi próba ugruntowania fizyzmu na bazie abstrakcji struktur matematycznych z rzeczywistości fizycznej, gdzie punktem styczności jest zgodność zdroworozsądkowych kategorii poznawczych człowieka z postrzeganą przez niego rzeczywistością. Trudno zatem również zgodzić się z zakwalifikowaniem języka spójnych historii kwantowych jako uniwersalnego języka fizyki.

---

<sup>30</sup>Zob. np. A. Zeilinger, G. Weihs, T. Jennewein, M. Aspelmeyer, Happy centenary, photon, *Nature*, 433 (2005) 230.

**SUMMARY*****PHYSISM OF ROLAND OMNÉS — UNITY OF THE WORLDS OF  
MATHEMATICS AND PHYSICS. PART I — QUANTUM  
PROBLEMS OF ABSTRACTION***

Inasmuch as mathematical platonism can be clearly matched with the radical realism, there exists a possibility to point out an approach, promoted by a French physicist, Roland Omnés, that is equivalent to the Aristotelian position of moderate realism. This standpoint denies the existence of an independent universum of mathematical entities and claims that mathematics is encoded in the laws of physics. In analogy to logicism, where mathematics is considered to be reducible to logic, Omnés' position is called by him 'physism' to stress the reducibility of mathematics to the laws of physics. The goal of Roland Omnés is to construct a common philosophy of mathematics and physics where the realities of these two disciplines converge. The first part of the analysis aims at the description and critical evaluation of physism from the point of view of the adequacy of the consistent histories interpretation of quantum mechanics to provide physical basis of the abstraction of the mathematical structures from physical reality.