

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce XLV



COPERNICUS CENTER FOR INTERDISCIPLINARY STUDIES
OŚRODEK BADAŃ INTERDYSCYPLINARNYCH
KRAKÓW

2009

Redaguje zespół:

Michał Heller, Robert Janusz, Zbigniew Liana, Janusz Mączka, Alicja Michalik, Adam Olszewski, Tadeusz Pabjan (sekretarz redakcji), Paweł Polak, Włodzimierz Skoczny, Stanisław Wszótek, Józef Życiński

Adres Redakcji:

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce
Wydział Filozoficzny PAT
Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych
ul. Franciszkańska 1, 31-004 Kraków

Strona WWW:

<http://www.obi.opoka.org.pl/>

Skład i łamanie:

Robert Janusz

Opracowanie graficzne:

Wydawnictwo *Biblos*

Dystrybucja:

Wydawnictwo *Biblos*
Plac Katedralny 6, 33-100 Tarnów
tel. 014 621-27-77
fax 014 622-40-40
e-mail: biblos@wsd.tarnow.pl
<http://www.biblos.pl/>

ISSN 0867-8286

© by Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

Wydawnictwo *Biblos* Tarnów 2009
Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce

XLV (2009)

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

Krzysztof WÓJTOWICZ	3	<i>MATEMATYKA — NAUKA O FIKCJACH...?</i>
Robert JANUSZ	27	<i>CO POJĘCIE ENTROPII WNIOSŁO DO FILOZOFII?</i>
Wojciech P. GRYGIEL	45	<i>ROGERA PENROSE'A OBIEKTYWIZACJA OBSERWATORA W MECHANICE KWANTOWEJ</i>
A. KUREK, Ł. KUKIER, M. SZYDŁOWSKI, P. TAMBOR	62	<i>WSTĘP DO BAYESOWSKIEJ METODOLOGII WSPÓŁCZESNEJ KOSMOLOGII</i>
Tadeusz Sierotowicz	97	<i>JAN PAWEŁ II I SPRAWA GALILEUSZA — „REHABILITACJA” GALILEUSZA ?</i>
Marcin GORAZDA	124	<i>PRZYCZYNEK DO KRYTYKI STATYSTYCZNO-RELEWANTNEGO MODELU WYJAŚNIANIA NAUKOWEGO</i>

MATERIAŁY I REFLEKSJE

- Tatiana W. 140 *OD KOSMOGRAFII DO „SYSTEMU*
ARTIEMJEWA, *ŚWIATA”. ROSYJSKA KOSMOLOGIA*
Michał J. *WIEKU OŚWIECENIA*
MIKESZIN

KONFERENCJE I SYMPOZJA

- Andrzej 152 *SPRAWOZDANIE Z XIII KRAKOWSKIEJ*
KOLEŻYŃSKI *KONFERENCJI METODOLOGICZNEJ*
„EWOLUCJA WSZECHŚWIATA
I EWOLUCJA ŻYCIA”

PRZEGLĄD CZASOPISM

- Stanisław 161 *ŚRODKOWOEUROPEJSKIE*
WSZOŁEK *STOWARZYSZENIE FILOZOFII RELIGII*
I JEGO NOWE PISMO “EUROPEAN
JOURNAL FOR PHILOSOPHY OF
RELIGION”

RECENZJE

- Tadeusz PABJAN 164 *METAFIZYKA Z PERSPEKTYWY*
INTERDYSCYPLINARNEJ
- Tadeusz 167 *NOWA INTERPRETACJA PROCESU*
SIEROTOWICZ *GALILEUSZA*
- Tadeusz 173 *KANT I REHABILITACJA GALILEUSZA*
SIEROTOWICZ
- Tadeusz 176 *GALILEUSZ I SZTUKA UKŁADANIA*
SIEROTOWICZ *HOROSKOPÓW*

Krzysztof WÓJTOWICZWydział Nauk Humanistycznych i Społecznych,
Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej w Warszawie***MATEMATYKA — NAUKA O FIKCJACH...?***

Matematyczni realiści są przekonani, że istnieją abstrakcyjne, niezmiennie, nieoddziałujące przyczynowo i pozbawione czasoprzestrzennej lokalizacji obiekty matematyczne, zaś nasze teorie matematyczne wyrażają prawdy na ich temat. Stanowisko realistyczne zdaje się oferować atrakcyjne teoretycznie wyjaśnienie szeregu pytań filozoficznych związanych z matematyką. Pozwala na wyjaśnienie, skąd bierze się nasze silne poczucie prawdziwości twierdzeń matematycznych, oczywistości aksjomatów, prawomocności dowodów. Pozwala wyjaśnić, na czym polega fenomen stosowalności matematyki w naukach empirycznych¹. Pozwala na sformułowanie jednolitej semantyki dla języków naukowych — obejmującej zarówno terminologię matematyczną, jak i niematematyczną. Realisti matematyczni postulują istnienie „królestwa bytów abstrakcyjnych”, starając się wyjaśnić jak to się dzieje, że o tej sferze możemy się czegoś dowiedzieć. Gödel mówi w tym kontekście o swoistej nieredukowalnej intuicji. Quine zaś — traktuje wiedzę

¹Niektórzy są bowiem skłonni sądzić, że fakt ten wynika z istnienia jakiegoś głębokiego związku pomiędzy światem fizycznym, a światem matematycznym. Przypomnę tu wypowiedź Penrose'a dotyczącą harmonii między światem przyrody, a światem idealnych tworów matematycznych, czego wyrazem jest to, iż „zaczynamy dostrzegać coś z tego tajemniczego powiązania, jakie istnieje między dziełami natury z jednej strony, a prawami rządzącymi myślą i jej wrażliwością z drugiej, powiązania, które w miarę rozwoju poznania i zrozumienia na pewno ujawni jeszcze głębszą wzajemną współzależność obu tych światów” [Penrose 1983, 99].

matematyczną jako fragment naszego systemu przekonań, uprawomocnionego empirycznie.

Jednak za rozwiązanie tych problemów trzeba zapłacić cenę, którą wielu filozofów uzna za zbyt wysoką: trzeba uznać istnienie obiektów abstrakcyjnych i założyć, że możemy mieć do nich jakiś dostęp poznawczy. Takie założenia budzą silny sprzeciw, nic więc dziwnego, że w filozofii matematyki opozycja wobec matematycznego realizmu jest bardzo silna. O niektórych przedstawicielach nurtu antyrealistycznego była już mowa np. w studiach poświęconych formalizmowi i empiryzmowi. Radykalni formalści (Heine, Thomae, Curry) odmawiają matematyce interpretacji, traktując ją jako czysto formalną grę. Jest to stanowisko skrajne i trudno je uznać za filozoficznie satysfakcjonujące. Logiczni empiryści zaś uważają matematykę za narzędzie, które jedynie dostarcza odpowiedniego systemu pojęć dla nauk empirycznych.

Do niedawna formalizm i neopozytywizm stanowiły w zasadzie jedynie antyrealistyczne propozycje na filozoficznym rynku². Jednak od pewnego czasu w filozofii matematyki pojawiają się nowe propozycje interpretacji matematyki w duchu antyrealistycznym, wykraczające poza schemat formalizmu i logicznego empiryzmu. Ważnym impulsem, ożywiającym dyskusję stała się książka Fielda *Science Without Numbers* z 1980 roku. Charakterystyczne dla tej dyskusji jest to, że — mówiąc żartobliwie — rolę czarnego charakteru odgrywa Quine, jako matematyczny realista i autor ważnego dla matematycznego realizmu argumentu — tzw. argumentu z niezbędności. Argument ów we współczesnej debacie realizm-antyrealizm odgrywa rolę podstawową i w zasadzie wszyscy autorzy uważają za konieczne odniesienie się do tego argumentu.

²Pomijam tutaj intuicjonizm, w myśl którego obiekty matematyczne mają status obiektów (konstrukcji) mentalnych. Nie można więc uznać intuicjonizmu za zwykły antyrealizm (choć oczywiście intuicjoniści odmawiają obiektom matematycznym ontycznej samodzielności).

Nie ma tu miejsca na szczegółowe omawianie stanowiska Quine'a. Przypomnę więc tylko, że jego argumentacja opiera się na dwóch podstawowych przesłankach:

- (1) Matematyka jest niezbędna w nauce.
- (2) Należy przyjąć istnienie wszystkich obiektów, o których mowa jest (w niezbędny sposób — czyli, o których *musimy mówić*) w teoriach naukowych³.

Można powiedzieć, że antyrealiści „krążą” wokół tych przesłanek, starając się podważyć którąś z nich. Można je podzielić na dwie podstawowe grupy: (1) strategia fikcjonalistyczna; (2) strategia modalna. Najważniejszym reprezentantem pierwszej z nich jest Field (w ślady którego idzie Balaguer), zaś drugiej — Hellman i Chihara⁴.

Niniejsze studium ma na celu zapoznanie Czytelnika w bardzo ogólny sposób ze stylem argumentacji charakterystycznym dla matematycznego fikcjonalizmu. Nie jest możliwa pełna prezentacja, konieczne są bardzo daleko idące uproszczenia i skróty. Pomijam szcze-

³Przypomnę — w bardzo dużym uproszczeniu — założenia, na jakich opiera się argument z niezbędności Quine'a:

(1) Quine akceptuje tezę o zasadniczej jedności wiedzy potocznej, naukowej, matematycznej. Tezy filozoficzne (w szczególności ontologiczne) są uzasadniane m.in. poprzez odwołanie się do pewnych wyników naukowych. W szczególności nasza wiedza matematyczna stanowi pewien fragment naszej wiedzy i nie ma wyróżnionego statusu epistemologicznego ani ontologicznego.

(2) Kryterium istnienia (czyli tzw. zobowiązań ontologicznych teorii) stanowi kwantyfikacja, a nie żadne inne kryteria. Skoro więc w zasięgu kwantyfikacji znajdują się obiekty matematyczne, to należy uznać ich istnienie, zaś zdania opisujące te obiekty należy uznać za prawdziwe w klasycznym sensie.

(3) Teza realizmu matematycznego jest więc uzasadniana poprzez odwołanie do roli matematyki w naukach empirycznych, zaś zdania matematyczne są traktowane jako prawdy uzasadniane w ramach pewnych teorii naukowych. Teorie te zaś są weryfikowane jako pewne całości. Wynika stąd w szczególności, że taka argumentacja może być zastosowana do tych fragmentów matematyki, które mają odniesienie do nauk empirycznych.

⁴Podstawowe ich prace to [Chihara 1990] i [Hellman 1989]. O ich koncepcjach pisałem w formie popularnej w pracy [Wójtowicz 2008], zaś szczegółowej analizie poddałem w pracy [Wójtowicz 2003].

góły techniczne do minimum (a w zamierzeniu — do zera) ograniczam też własny komentarz i prezentację późniejszej krytyki i (bardzo obszernej!) dyskusji. Staram się więc przedstawiać stanowiska reprezentantów antyrealizmu w możliwie neutralny sposób, i zachęcić w ten sposób Czytelnika do podjęcia własnych studiów.

1. FIELD: MATEMATYKA JAKO POMOCNICZE NARZĘDZIE

Praca Fielda o prowokującym tytule *Science Without Numbers* [1980] odegrała we współczesnej debacie realizm-antyrealizm rolę bardzo istotną. Była swoistym katalizatorem i (z niewielką przesadą) można powiedzieć, że wszyscy uczestnicy sporu realizm-antyrealizm po 1980 roku w jakiś sposób się do tej pracy odnoszą.

Stanowisko Fielda określa się mianem fikcjonalizmu; jego strategię argumentacji można zaś nazwać „strategią geometryczną”. Podobnie jak wszyscy omawiani w tym studium autorzy, Field przyznaje, że argument z niezbędności Quine’a jest istotnym argumentem na rzecz matematycznego realizmu. Co więcej, Field uważa ów argument za *jedyny istotny* argument na rzecz realizmu. Za cel stawia sobie podważenie pierwszej jego przesłanki, czyli wykazanie, że matematyka wcale nie jest niezbędna w nauce. Zdaniem Fielda, teorie matematyczne są pozbawione przedmiotowego odniesienia i stanowią jedynie użyteczne narzędzia — wygodne w użyciu fikcje. Mają charakter jedynie pomocniczy: bez nich uprawianie nauki byłoby trudniejsze, ale jednak możliwe. Field twierdzi więc, że możliwe jest stworzenie teorii, które będą miały siłę eksplanacyjną taką samą jak zwykłe teorie fizyczne, ale które nie będą odwoływać się do terminów matematycznych. (Aby Czytelnik nie doznał przy tych słowach zbyt dużego wstrząsu, trzeba od razu dodać, że używane w fizyce techniki matematyczne zostaną sprytnie „zakodowane” w tej nowej teorii). Dzięki temu będziemy mogli dokonać eliminacji niechcianych zobowiązań ontologicznych w teoriach naukowych. Trzeba tu podkreślić, że — zdaniem Fielda — jest to jedyna możliwa linia uchylenia argumentu

z niezbędności. Musimy więc wykazać, że nauka może być uprawiana w oparciu jedynie o zasoby akceptowalne nominalistycznie.

Taka teza spotyka się na ogół z niedowierzaniem. Czyżby Field chciał namówić fizyków na to, aby przestali posługiwać się matematyką...? Tak oczywiście nie jest. Chodzi jedynie o pewną ogólną zasadę: jeśli wykazemy, że matematyka stanowi jedynie użyteczne narzędzie, które — mówiąc metaforycznie — pozwala nam dojść na skróty tam, gdzie doszlibyśmy okrężną, bardzo męczącą drogą, to będziemy mogli się nią posługiwać nie obciążając swojego nominalistycznego sumienia zobowiązaniami do istnienia obiektów matematycznych. Z teoretycznego punktu widzenia matematyka okaże się więc zbędna, choć oczywiście praktycznie niezwykle użyteczna⁵.

Kluczowe dla rozważań Fielda jest pojęcie nietwórczości. Jest to pojęcie techniczne, ale jego intuicyjny sens jest bardzo prosty. Powiemy bowiem, że teoria T^* jest nietwórczym rozszerzeniem teorii T , jeśli nie pozwala ona na udowodnienie żadnych *nowych* twierdzeń (sformułowanych w języku teorii T). Swobodnie mówiąc, chodzi o sytuację, w której rozważamy pewną teorię T i formułujemy w języku tej teorii różne pytania. Przypuśćmy, że teoria T nie potrafi udzielić odpowiedzi na pewne pytania. Nietwórczość teorii T^* (względem T) znaczy, że teoria T^* *również* nie jest w stanie udzielić odpowiedzi na te pytania. Inaczej: jeśli umiemy odpowiedzieć na jakieś pytanie odwołując się do T^* , to znaczy, że tę odpowiedź można też uzyskać już w ramach T^6 . W interesującym nas przypadku chodzi o fakt, że dodanie do teorii terminów matematycznych nie pozwala na udowod-

⁵Czy komputery są niezbędne w obliczeniach? Wszystkie operacje komputera (dokonywane na ciągach zer i jedynek) można przecież (teoretycznie) odtworzyć ręcznie. W tym sensie można mówić o takiej „nietwórczości” wyników uzyskiwanych komputerowo względem wyników uzyskanych za pomocą kartki i ołówka. Jest to doskonale widoczne, kiedy rozważymy teoretyczny model komputera, czyli maszynę Turinga. Oczywiście — z praktycznych względów używamy komputerów, a nie kartek i ołówków... Analogia ta w pewien sposób wyjaśnia jak Field pojmuje rolę matematyki w fizyce.

⁶Definicję nietwórczości można sformułować następująco: teoria T^* jest nietwórczym rozszerzeniem teorii T względem klasy zdań Z , jeśli każde zdanie $\alpha \in Z$, które jest konsekwencją teorii T^* jest też konsekwencją teorii T .

nienie nowych zdań o rzeczywistości fizycznej niż w teorii, w której występują tylko terminy obserwacyjne i teoretyczne⁷. (Będę się dalej posługiwał terminem „teoria jakościowa” na określenie teorii, w której nie występują standardowe terminy matematyczne)⁸.

Zgodnie z tezą Fielda, zmatematyzowane wersje teorii fizycznych (*scil.*: wszystkie teorie fizyczne, bo przecież wszystkie są zmatematyzowane) są nietwórcze względem wersji jakościowych (czyli nieodwołujących się do matematycznego instrumentarium). A ściśle: byłyby nietwórcze — gdyby takie jakościowe wersje istniały... Nikt jednak nigdy takiej wersji jakościowej nie widział — z dość oczywistych powodów: fizycy tworzą teorie, aby odpowiedzieć na ważne z punktu widzenia swej dyscypliny pytania, a nie po to, aby zadowolić filozofanomalistów. Aby więc argumentacja Fielda miała sens, konieczne jest uzasadnienie tezy, iż możliwe jest podanie takich czysto jakościowych wersji teorii fizycznych — wersji, które będą czynić zadość postulatowi nominalisty. Dopiero wtedy będzie można powoływać się na tezę, że matematyka pełni jedynie rolę narzędzia, i że informacje dostarczane przez teorie klasyczne mogłyby zostać również uzyskane w wersjach jakościowych.

Field stara się tu podać konstruktywny argument — poprzez podanie jakościowego przeformułowania teorii grawitacji Newtona. Oczywiście, taka rekonstrukcja (jeśli w ogóle uznamy ją za poprawną) ma bardzo ograniczony zasięg, co oczywiście przyznaje sam Field. Uważa jednak, że stanowi ona pierwszy krok w programie nominalizacji nauki, a jej dokonanie jest argumentem na rzecz tezy o moż-

⁷Oczywiście, pojawiają się nowe tezy sformułowane w *nowej* części języka. Nas jednak interesują te pytania, które były stawiane w ramach języka i systemu pojęć teorii *T*.

⁸Uprzedzając nieco wypadki, należy dodać, że oczywiście nie chodzi o teorie, które powstałyby ze standardowych teorii fizycznych poprzez mechaniczne usunięcie terminów matematycznych. Chodzi o teorie, które od podstaw budowane są zgodnie z zasadą eliminacji zobowiązań ontologicznych do abstraktów, ale jednocześnie w pewien sposób kodują standardowe techniki matematyczne.

liwości przeprowadzenia „globalnej” rekonstrukcji, obejmującej inne teorie fizyczne⁹.

Do nominalistycznej rekonstrukcji teorii grawitacji Newtona przejdziemy później. W jaki jednak sposób — zdaniem Fielda — wykorzystuje się techniki matematyczne do zdobywania wiedzy fizycznej? Niech L_{nom} oznacza dalej język nominalistyczny. Przypomnijmy, że zgodnie z tezą Fielda o nietwórczości, wzbogacenie języka L_{nom} ¹⁰ o terminy matematyczne i dołączenie nowych założeń nie pozwoli na udowodnienie *istotnie nowych* twierdzeń (co najwyżej na skrócenie dowodów). Przypuśćmy więc, że mamy taką nominalistyczną teorię T_{nom} , sformułowaną w języku nominalistycznym (czyli jakościowym) L_{nom} . Do języka L_{nom} dodajemy terminy matematyczne, oraz oczywiście nowe założenia. Oznaczmy taki bogatszy język przez L_{klas} , zaś teorię przez T_{klas} ¹¹. Aby taka wzmocniona teoria mogła „zadziałać”, musimy oczywiście przyjąć pewne założenia wyrażające zależności między pojęciami teorii T_{nom} i nowymi pojęciami matematycznymi. Sytuacja jest więc identyczna jak wówczas, gdy — wprowadzając do języka teorii terminy teoretyczne — przyjmujemy założenia dotyczące relacji między obiektami obserwowalnymi, a teoretycznymi. Field wprowadza tu pojęcie złożonego obiektu abstrakcyjnego (*impure abstract entity*)

⁹Należy tu oczywiście dodać, że Field bynajmniej nie proponuje, aby tak faktycznie uprawiać fizykę — i nie sądzi również, że ktokolwiek zada sobie trud rekonstruowania całej fizyki.

¹⁰Pojęcie języka nominalistycznego nie jest zdefiniowane w sposób precyzyjny, jest jednak — jak sądzę — intuicyjnie jasne. Mówiąc w pewnym uproszczeniu, taki język zawiera terminy odnoszące się do obiektów (i cech) fizycznych (np.: kamienny, okrągły, żółty, elektron, grawitacja itd.), natomiast nie zawiera terminów matematycznych.

Jest tu pewna subtelność: czy np. stwierdzenie, że ten kamień jest dwa razy cięższy od drugiego jest stwierdzeniem nominalistycznym? Przecież pojawia się zwrot „dwa” — a więc odniesienie do liczb. Jednak taka wypowiedź może zostać bardzo łatwo sparafrazowana („jeśli taki sam kamień położymy obok pierwszego, a następnie umieścimy na wadze... itd.”). Należy więc pamiętać, że język nominalistyczny to taki, w którym zwroty matematyczne są eliminowalne.

¹¹ L_{klas} — bo taki jest język klasycznych teorii fizycznych. Mianem „teorii klasycznej” będę więc określał zwykle teorie, podczas gdy mianem „teorii jakościowej” określam teorie w języku akceptowalnym przez nominalistę.

— czyli takiego, który ma „składowe” fizyczne i czysto abstrakcyjne. Przykładem może być np. funkcja przyporządkowująca elementom ze zbioru obiektów fizycznych obiekty matematyczne. Wprowadzenie założeń dotyczących obiektów złożonych pozwoli nam na sformułowanie tzw. praw pomostowych (*bridge laws*), czyli opisanie zależności łączących obiekty abstrakcyjne i konkretne. To pozwoli na wykorzystanie technik matematycznych przy wyprowadzaniu wniosków dotyczących świata fizycznego.

Takie wzmocnienie instrumentarium ma istotne praktyczne znaczenie: *ułatwia* bowiem zdobywanie wiedzy. Należy jednak podkreślić, że nie prowadzi do żadnej *zasadniczo nowej* wiedzy. Nowo powstała teoria T_{klas} stanowi *nietwórcze* rozszerzenie teorii T_{nom} . Obowiązującą bowiem zasadą nietwórczości, którą można sformułować swobodnie w następujący sposób:

- Jeśli zdanie nominalistyczne α (z języka L_{nom}) nie jest konsekwencją T_{nom} , to α nie jest konsekwencją T_{klas} .

Myśl tę można wyrazić nieco inaczej: jeśli zdanie nominalistyczne daje się udowodnić w teorii „mieszanej”, to daje się udowodnić też w teorii nominalistycznej¹².

Field uzasadnia swoją tezę podając argumentację o charakterze filozoficznym, którą można — w skrótowy sposób — przedstawić tak¹³. Przypuśćmy bowiem, że z teorii nominalistycznej T_{nom} *nie wynika* zdanie α . Chcemy pokazać, że *nie wynika* ono również z teorii T_{klas} ¹⁴. Jeśli jednak α nie wynika z T_{nom} to teoria $T_{nom} + \neg\alpha$ jest teorią niesprzeczną. Skoro tak, to znaczy, że opisuje jakiś możliwy stan świata (a mówiąc jeszcze inaczej: pewien możliwy świat jest opisywany teorią $T_{nom} + \neg\alpha$). Gdyby jednak zdanie α wynikało z teorii T_{klas} (która jest wzmocnieniem teorii T_{nom} o pewien matematyczny

¹²Jeszcze raz podkreślmy, że chodzi o takie zdania, które są sformułowane w języku L_{nom} — i tym samym sens ma pytanie, czy są one twierdzeniami teorii T_{nom} .

¹³Field podaje również formalną wersję swojego argumentu, której tu nie będę przedstawiał.

¹⁴Chodzi bowiem o pokazanie, że T_{klas} nie pozwala na udowodnienie żadnych twierdzeń nowych w stosunku do T_{nom} .

fragment), znaczyłoby to po prostu, że ów dodatkowy fragment wnosi dodatkowe informacje na temat świata (w szczególności pozwala na wykluczenie sytuacji $\neg\alpha$). Jednak wówczas akceptacja tego matematycznego fragmentu zależałaby od tego, jaki jest aktualny stan świata. Ale przecież prawdziwość teorii matematycznej nie zależy od aktualnego stanu świata: teorie matematyczne są prawdziwe we wszystkich możliwych światach. Prowadzi to do konkluzji, że teoria T_{klas} nie może mieć jako swojej konsekwencji zdania α — a zatem, że jest nietwórczym rozszerzeniem T_{nom} . Dołączenie do teorii fizycznej założeń o charakterze matematycznym nie dostarcza więc nowej wiedzy *fizycznej*, a jedynie może ułatwić jej zdobywanie. Matematyką możemy się zatem posługiwać w charakterze narzędzia, nie martwiąc się już tym, że (posługując się terminem Quine'a) zaciągamy tu jakieś zobowiązania ontologiczne.

Zasada nietwórczości ma zatem wyjaśnić fakt, jak to się dzieje, że teorie matematyczne (które z punktu widzenia nominalisty mają taki sam status jak opowieści o fikcyjnych bytach, takich jak centaury albo krasnoludki) są przydatne przy opisie rzeczywistości (zupełnie inaczej, niż bajki o krasnoludkach). Field opisuje mechanizm zastosowania matematyki w bardzo zwięzły sposób i za kluczowe uważa tutaj wykazanie, iż zdania czysto nominalistyczne mają swoje zmatematyzowane odpowiedniki, które odnoszą się (m.in.) do obiektów abstrakcyjnych, i które odgrywają istotną rolę w rozumowaniach. Mamy zatem do czynienia z następującym schematem:

(1) W pierwszym kroku, tworzymy tzw. abstrakcyjne odpowiedniki interesujących nas zdań jakościowych (czyli zdań nieodwołujących się do obiektów matematycznych). Niech α_{klas} oznacza taki abstrakcyjny (klasyczny) odpowiednik zdania α ¹⁵.

¹⁵Rozważmy prosty przykład: zamiast powiedzieć „jeśli na jednej szali wagi położymy kamień A , zaś na drugiej B — i waga będzie w równowadze; a następnie na jednej szali położymy kamienie A i B , a na drugiej kamień C — to waga również będzie w równowadze”, powiemy po prostu: „masa kamienia C jest 2 razy większa niż masa kamienia A ”. Ten prosty przykład ilustruje, jak mogą być wprowadzane pojęcia matematyczne (w tym przypadku — liczba 2).

(2) Musimy teraz wykazać, że jest to faktycznie *odpowiednik* zdania α (a nie zdanie o jakiejś zupełnie innej treści). Dowodzimy tej równoważności $\alpha \Leftrightarrow \alpha_{klas}$ w teorii T_{klas} ¹⁶.

(3) Mając utworzone abstrakcyjne odpowiedniki α_{klas} zdań α z teorii T_{nom} możemy je wykorzystywać w procesach dedukcyjnych. Otóż jeśli mamy przesłanki $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ (z teorii T_{nom}), tworzymy ich abstrakcyjne odpowiedniki $\alpha_{1-klas}, \alpha_{2-klas}, \dots, \alpha_{n-klas}$, a następnie wyprowadzamy z tych przesłanek wnioski (korzystając z teorii T_{klas}). Przypuśćmy, że udowodniliśmy β_{klas} . Na mocy równoważności $\beta_{nom} \Leftrightarrow \beta_{klas}$ oraz zasady nietwórczości, wnioskujemy, że zdanie β_{nom} jest wnioskiem z wyjściowych zdań $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ ¹⁷.

Reasumując: odwołanie do zasady nietwórczości pozwala nam na korzystanie z matematycznego instrumentarium, traktując je jako narzędzie, gdyż udowodnione w ten sposób wnioski moglibyśmy uzyskać na gruncie samej tylko teorii jakościowej. Nominalista ma więc czyste sumienie.

Field stawia radykalną tezę, że cechą niejako konstytutywną „dobrej matematyki” jest jej nietwórczość: „odkrycie, że akceptowana obecnie matematyka nie jest nietwórcza, byłoby odkryciem, że nie jest dobra” [Field 1980, 13]. Rozumiem to w ten sposób, że matematyka powinna być niejako neutralna wobec świata fizycznego, nie powinna — sama z siebie — prowadzić do żadnych nowych wniosków dotyczących rzeczywistości fizycznej.

¹⁶Na przykład odwołujemy się do postulatów dotyczących zależności liczbowych między masami kamieni, aby wykazać, iż zdania rozważane w poprzednim przypisie są równoważne (oczywiście wykazujemy to na gruncie teorii, która posługuje się matematycznym instrumentarium).

¹⁷Przypuśćmy, że udowodniliśmy jakąś tezę o masach kamieni posługując się np. teorią liczb wymiernych. Wiemy, że tezie tej odpowiada pewne stwierdzenie dotyczące mas wyrażone w języku czysto jakościowym. Oczywiście, w ogólnym przypadku zdanie takie będzie znacznie bardziej skomplikowane niż zdanie sformułowane z użyciem pojęć matematycznych. Zdaniu „łączna masa kamieni o masach 1/3 i 2/3 jest taka sama, jak łączna masa kamieni o masach 1/7 i 6/7” będzie odpowiadać bardzo skomplikowane zdanie dotyczące manipulacji kamieniami — ale zdanie takie da się sformułować.

Skoro więc teorie matematyczne są nietwórcze względem teorii fizycznych, nie ma znaczenia, jaką teorią matematyczną będziemy się posługiwać w naszych rozumowaniach. Bowiern jeśli tylko spełniony jest warunek nietwórczości, efekt będzie taki sam¹⁸. Różnice będą jedynie praktyczne — niektóre z teorii matematycznych mogą być bardzo użyteczne, inne zaś (w skrajnym wypadku) — całkowicie nieprzydatne. Jednak uzyskane wnioski jakościowe będą zawsze takie same.

Jeśli zaakceptujemy powyższy tok rozumowania, to znaczy, że akceptujemy drugi etap argumentacji Fielda: wykazaliśmy, że dodanie matematyki do (hipotetycznej) teorii jakościowej nie wnosi żadnych nowych wniosków jakościowych. Taka teza ma jednak charakter warunkowy: stwierdza, że *gdyby* istniała odpowiednia teoria czysto jakościowa T_{nom} , to wówczas teoria zmatematyzowana T_{klas} byłaby względem niej nietwórcza. Pozostał jeszcze pierwszy etap: skąd mamy wiedzieć, że takie teorie jakościowe w ogóle istnieją? Musimy więc jeszcze wykazać tezę, że faktycznie można sformułować odpowiednią teorię T_{nom} , będącą dobrym odpowiednikiem teorii klasycznej.

Na taką teorię musimy nałożyć kilka warunków. Pierwszy, oczywisty warunek głosi, że nie możemy tracić żadnych informacji zawartych w standardowej, klasycznej teorii. To jednak nie wystarczy — ten warunek spełnia przecież również sztucznie stworzona teoria, stanowiąca obcięcie teorii klasycznej do języka nominalistycznego¹⁹. Taka teoria ma całkiem sztuczny charakter i nie ma nic wspólnego z praktyką naukową. Trudno więc nazwać ją teorią metodologicznie atrakcyjną. Tworzona teoria musi mieć taką samą siłę predykcyjną

¹⁸Jaka teoria mogłaby *nie* być nietwórcza? Gdybyśmy mieli np. do czynienia z teorią mnogości z atomami (czyli obiektami, które nie są zbiorami), i w owej teorii stwierdzilibyśmy np., że istnieje dokładnie 55 obiektów niematematycznych, to oczywiście taka teoria zastosowana do opisu świata fizycznego prowadziłaby do fałszywej konsekwencji, iż istnieje dokładnie 55 przedmiotów niematematycznych. Taka teoria nie byłaby więc nietwórcza. Zasada nietwórczości ma wykluczyć tego typu sytuacje.

¹⁹Chodzi tu o taką teorię, która powstaje z teorii standardowej poprzez mechaniczną eliminację zdań zawierających jakiegokolwiek „wrogie” terminy. Na placu boju pozostaną tylko zdania w języku jakościowym.

i eksplanacyjną, co teoria klasyczna, musi umożliwić nam zrozumienie mechanizmów, jakimi się rządzą zjawiska fizyczne. Nie możemy jej tworzyć za pomocą czysto formalnych sztuczek. Field uważa metodologiczną atrakcyjność tak tworzonych teorii za kryterium istotne. Twierdzi przy tym, że możliwe jest stworzenie takich metodologicznie akceptowalnych teorii jakościowych. Sam czyni pierwszy krok w kierunku nominalizacji fizyki, podając jakościową rekonstrukcję teorii grawitacji Newtona.

Przedstawianie szczegółów technicznych tej rekonstrukcji mija się z celem, chciałbym tutaj jedynie zaprezentować ogólną ideę. Strategię Fielda można określić mianem „strategii geometrycznej”. W tworzonej jakościowej wersji mogą oczywiście występować jedynie terminy odnoszące się do obiektów fizycznych. Zarazem musimy w jakiś sposób imitować w tej teorii standardowe techniki matematyczne — tak, aby ta teoria nie straciła swojej mocy. To jednak wymaga możliwości definiowania w języku jakościowym dostatecznie bogatych struktur. Field przyjmuje tu więc założenie tzw. substancywizmu, w myśl którego punkty i obszary czasoprzestrzeni należy uznać za obiekty fizyczne (w szczególności przypisując im oddziaływanie przyczynowe). A zatem przestrzeń nie jest wyznaczona poprzez relacje przestrzenne między obiektami fizycznymi, ale sama stanowi obiekt fizyczny *per se*. Założenie to jest niezbędne przy podanej przez Fielda rekonstrukcji jakościowej wersji teorii grawitacji. Pojawia się więc bardzo bogata ontologia — tyle, że nie zakłada się w niej istnienia obiektów abstrakcyjnych, a fizyczne. Można powiedzieć żartobliwie, że usunięte z ontologii obiekty abstrakcyjne „wyłażą” w innym miejscu w przebraniu obiektów fizycznych. Zdaniem Fielda, nie stanowi to jednak problemu, gdyż stanowisko nominalistyczne odrzuca istnienie obiektów abstrakcyjnych, natomiast nie stawia żadnych ograniczeń dotyczących ilości obiektów fizycznych. Sercu nominalisty miłsze jest bowiem nieukończenie wiele dodatkowych obiektów fizycznych (nawet o tak dyskusyjnym statusie ontologicznym jak obszary czasoprzestrzeni), niż chociażby jeden obiekt abstrakcyjny.

Podana przez Fielda rekonstrukcja wzorowana jest na jakościowej (nieanalizacyjnej) geometrii aksjomatyzowanej przez Hilberta. W tej geometrii mamy do czynienia z dwoma terminami pierwotnymi („leżenie między” oraz „przystawanie odcinków”). Ich sens jest zadany w sposób aksjomatyczny. Z punktu widzenia interesującego nas zagadnienia ważne jest zrozumienie, w jaki sposób techniki analityczne mogą być wykorzystywane dla zdobywania wiedzy geometrycznej. Pamiętajmy bowiem, że owe dwa pierwotne predykaty geometryczne nie mają nic wspólnego z liczbami²⁰. Utożsamienie punktów na płaszczyźnie z parami liczb (czy punktów w przestrzeni z trójkami liczb) jest zabiegiem, który pojawił się dopiero na pewnym etapie rozwoju geometrii. Ze szkoły wiemy doskonale, że można „legalnie” korzystać z technik analitycznych, aby dowodzić faktów geometrycznych (np. tego, że dana prosta jest styczna do danego okręgu itd). Owe techniki analityczne mogą być wykorzystywane w zwykłej, jakościowej geometrii dzięki temu, że prawdziwe są twierdzenia ustalające swoisty „izomorfizm” między modelami dla geometrii Hilberta, a przestrzenią euklidesową \mathbb{R}^3 . Z logicznego punktu widzenia, zastosowanie tych technik przebiega według następującego schematu:

1. Przesłanki P_1, \dots, P_n „czystej geometrii” są tłumaczone na zdania „analityczne” (czyli dotyczące przestrzeni \mathbb{R}^3) P_1^*, \dots, P_n^* ²¹.

2. Z przesłanek P_1^*, \dots, P_n^* , w sposób analityczny wyprowadzany jest wniosek W^* ²².

²⁰I tak naprawdę nie muszą mieć wiele wspólnego z obiektami geometrycznymi. Przypomnijmy wypowiedź Hilberta, „przy prawidłowej aksjomatyzacji geometrii powinniśmy umieć mówić o stołach, krzesłach i kuflach piwa, zamiast o obiektach geometrycznych” (punktach, prostych i płaszczyznach; por. [Shapiro 1996, 156]). Chodzi tu oczywiście o to, że sens definiowanych terminów jest zadany poprzez aksjomaty, a nie poprzez nasz intuicyjny ogląd zamierzonej interpretacji.

²¹Na przykład zdanie mówiące o tym, że pewne dwie figury (np. okrąg i prosta) przecinają się w dwóch punktach tłumaczymy na zdanie, że pewien układ równań ma dokładnie dwa rozwiązania.

²²Na przykład dokonujemy obliczeń, z których wynika, że pewne punkty $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ wszystkie spełniają równanie prostej $y = ax + b$.

3. Wniosek W^* jest tłumaczony na zdanie W wyjściowej, „czyste geometrii”²³.

Ten schemat stosowania technik analitycznych w geometrii stanowi ilustrację mechanizmu stosowania matematyki w fizyce. Stanowi też punkt wyjścia konstrukcji Fielda. Oprócz predykatów, które występują w geometrii Hilberta, Field wprowadza kilka nowych (wyrażających np. jednoczesność zdarzeń albo predykaty uwzględniające wielkości skalarne, np. temperaturę lub potencjał pola). Owe predykaty mają nam umożliwić modelowanie (czy „imitowanie”) technik matematycznych — ale w języku jakościowym. Prawa fizyczne, które klasycznie opisywane są np. w terminach funkcji z czasoprzestrzeni w zbiór liczb rzeczywistych będą tutaj modelowane w inny sposób. Zamiast równań różniczkowych będziemy mieli do czynienia z ich odpowiednikami — zdefiniowanymi w terminach czysto jakościowych.

Field w swojej pracy krok po kroku wprowadza kolejne pojęcia, niejako „imitując” w języku czysto jakościowym fakty, których standardowe sformułowanie angażuje pojęcia matematyczne. W żmudny sposób definiuje zdania wyrażające proporcje między długościami odcinków, proporcje między wielkościami skalarnymi (ściśle: między różnicami w tych wielkościach); dalej definiuje zdanie porównujące iloczyny długości dwóch odcinków, następnie definiuje ułamki. Kolejny krok to „imitacja” pojęcia pochodnej, pochodnej cząstkowej, aż do operatorów różniczkowych. Ukoronowaniem tej żmudnej procedury jest podanie jakościowej wersji równania pola grawitacyjnego²⁴.

Ostatecznie więc Field twierdzi, że można podać jakościowe wersje teorii grawitacji, zaś zastosowanie w niej matematyki ma —

²³Na przykład stwierdzamy, że wszystkie punkty, o których mowa w poprzednim przypisie są współliniowe.

Posługuję się tutaj terminami „czysta geometria” „analityczne” w swobodny sposób. Chodzi o to, że „czysta geometria” dotyczy punktów, prostych, płaszczyzn, wielościanów itd. W języku geometrii analitycznej mówimy zaś o parach (ew. trójkach, czwórkach itd.) liczb rzeczywistych.

²⁴W tym omówieniu pomijam wszelkie szczegóły techniczne: prezentacja byłaby zbyt żmudna, zaś zainteresowany nimi Czytelnik ostatecznie i tak musiałby sięgnąć do prac Fielda i komentarzy...

w świetle tezy o jej nietwórczości — jedynie ułatwić pracę, nie wnosząc nic zasadniczo nowego.

Reasumując: fikcjonalistyczna strategia Fielda opiera się na stwierdzeniu, że matematyka jest nietwórcza względem fizyki. Dzięki temu mamy do dyspozycji warunkowy argument: *jeśli* istnieją teoretycznie atrakcyjne sformułowania teorii jakościowych, *to* można uznać, że matematyka pełni jedynie funkcję użytecznego, ale — co do zasady — zbędnego narzędzia. Field podaje taką nominalistyczną wersję jednej z teorii fizycznych — zamiast zdań o relacjach między obiektami fizycznymi i matematycznymi, teoria ta zawiera wyłącznie zdania sformułowane w języku jakościowym. Aby dokonać takiej nominalizacji, Field odwołuje się do substancywistycznej koncepcji czasoprzestrzeni, traktując punkty i obszary czasoprzestrzeni jak obiekty fizyczne. Możemy więc mówić o swoistej „strategii geometrycznej”, za pomocą której Field stara się obalić jedną z przesłanek argumentu z niezbędności.

Jak łatwo się domyślić, koncepcja Fielda wzbudziła silne kontrowersje i stała się przedmiotem zmasowanej krytyki. Można powiedzieć, że do koncepcji Fielda odnoszą się wszyscy autorzy alternatywnych koncepcji antyrealistycznych — no i oczywiście realisci, broniący argumentu z niezbędności²⁵.

2. BALAGUER: MATEMATYKA JAKO NIEZBĘDNA FIKCJA

Field uważa matematykę za użyteczną z punktu widzenia badań naukowych, ale zasadniczo zbędną fikcję. Tez Fielda broni — a nawet je wzmacnia — Balaguer²⁶. Stawia przy tym tezy znacznie silniejsze od tez Fielda. Zdaniem Balaguera, nawet jeśli nie jest możliwe przeprowadzenie programu Fielda nominalizacji fizyki, to mimo to możliwe jest uzasadnienie stanowiska fikcjonalistycznego. Swoje analizy rozpoczyna od postawienia tezy, że — wbrew często żywionemu przekonaniu — stanowisko realistyczne bynajmniej nie oferuje przeko-

²⁵Odpowiedzi na niektóre z zarzutów Field zebrał w pracy [Field 1989].

²⁶Główna praca to [Balaguer 1998].

nującego wyjaśnienia zjawiska stosowalności matematyki w fizyce²⁷. Balaguer twierdzi bowiem, że samo przyjęcie stanowiska realistycznego nie wyjaśnia, *dlaczego* matematyka jest stosowalna, jakie są zależności między przedmiotem opisu teorii matematycznych i teorii fizycznych. Zdaniem Balaguera, stanowi to podstawową trudność stanowiska platonistycznego, które przyjmuje tezę, że nie ma związków przyczynowych między światem obiektów matematycznych i światem obiektów fizycznych. Zasadę tę będę oznaczał dalej za Balaguerem przez PCI (od *Principle of Causal Isolation*).

Balaguer uważa, że jeśli przyjmiemy zasadę PCI, to nie powinniśmy odwoływać się do argumentu z niezbędności Quine'a. Balaguer twierdzi bowiem, że jeśli uznamy, iż nie jest możliwe opisanie świata fizycznego bez korzystania z pojęć matematycznych (które odnoszą się do obiektów matematycznych), to powinniśmy uznać, że zachodzą związki przyczynowe między obiektami matematycznymi i fizycznymi — a to jest właśnie wykluczone przez zasadę PCI. Sam argument z niezbędności Quine'a uważa za sprzeczny z naszymi intuicjami — gdyż sprzeczne z nimi jest twierdzenie, iż mamy prawo wierzyć w teorie fizyczne *dopiero* przy założeniu, że istnieją nieoddziałujące przyczynowo obiekty matematyczne.

Należy podkreślić, że Balaguer nie jest naukowym instrumentalistą. Przyjęcie stanowiska instrumentalistycznego nakłada na nas obowiązek wyjaśnienia, jak matematyczne fikcje są użyteczne w fizycznych fikcjach²⁸. Celem Balaguera jest jednak podanie fikcjonalistycznego wyjaśnienia roli matematyki *w ramach* takiej wersji naukowego realizmu, w której przyjmujemy istnienie obiektów teoretycznych, ale odrzucamy istnienie obiektów matematycznych. Nie będzie to więc oczywiście realizm typu Quine'a, w ramach którego przyjmujemy —

²⁷Balaguer odrzuca więc tezę, w myśl której zjawisko stosowalności matematyki w fizyce może zostać wyjaśnione w ramach stanowiska realistycznego, poprzez postulowanie jakichś odpowiedniości, „izomorfizmu” (w bardzo luźnym sensie tego słowa) między strukturami matematycznymi i fizycznymi.

²⁸Przytoczę żartobliwy przykład Balaguera: przypomina to sytuację miłośnika filmów akcji, któremu znajomość „Rambo II” pozwala na zrozumienie akcji „Rambo III”.

na podstawie kwantyfikatorskiego kryterium istnienia — pełną ontologię teorii (obejmującą zarówno obiekty matematyczne, jak i fizyczne).

Balaguer wychodzi od tezy, w myśl której teorie matematyczne dostarczają jedynie aparatu pojęciowego, w ramach którego formułowane są teorie opisujące zjawiska fizyczne — i do tego sprowadza się rola matematyki w nauce (zasadę tę określa skróttem APP)²⁹. Zauważa, że w niektórych przypadkach w dość oczywisty sposób możemy pozbyć się technik matematycznych (mówiąc inaczej: to, co wyrażamy w języku zmatematyzowanym możemy też wyrazić w języku bez terminów matematycznych). Dzieje się tak na pewno w przypadku tzw. reprezentacjonistycznych zastosowań matematyki. Balaguer ma na myśli sytuacje, z jakimi mamy do czynienia wówczas, gdy pojęcia matematyczne służą *wyłącznie* do reprezentowania pewnych faktów, które można byłoby skądinąd wyrazić inaczej. Jeśli np. możliwe stany temperatury reprezentujemy za pomocą odpowiednich liczb rzeczywistych, albo np. relacje między członkami pewnej grupy społecznej za pomocą grafu, czyjeś preferencje za pomocą odpowiedniego zbioru częściowo uporządkowanego itd. — to we wszystkich tych przypadkach mamy do czynienia z podobieństwem pomiędzy pewnym układem fizycznym, a pewną strukturą matematyczną. Ta struktura jedynie modeluje pewne cechy układu fizycznego, które można byłoby skądinąd wyrazić w języku czysto jakościowym (posługując się np. strategią *a la Field*)³⁰. Gdyby wszystkie zastosowania matematyki miały taki właśnie czysto reprezentacjonistyczny charakter, to nominalista miałby łatwe zadanie — wystarczyłoby mu bowiem stwierdzenie, że to, o czym mówimy

²⁹Balaguer podkreśla więc, że prawdziwość pewnych zdań matematycznych (można powiedzieć: fakty matematyczne) nie ma znaczenia dla samego *funkcjonowania* świata, ale jedynie dla tworzonych przez nas opisów i naszej umiejętności rozumienia świata.

³⁰Podajmy bardzo prosty przykład: zdanie „ $m(A) + m(B) = m(C)$ ” (gdzie $m(x)$ = masa przedmiotu x) jest matematyczną reprezentacją pewnej zależności, którą w języku czysto jakościowym można wyrazić jako zdanie „jeśli przedmioty A oraz B położymy na jednej szali wagi, zaś przedmiot C na drugiej, to waga będzie w równowadze”.

używając pojęć matematycznych daje się wyrazić w języku jakościowym.

Balaguer jednak nie idzie tą drogą. Zakłada bowiem, że niektóre zastosowania matematyki mają inny charakter, i że są niezbędne w nauce. Tu widoczna jest wyraźna różnica w stosunku do stanowiska Fielda. Balaguer twierdzi bowiem, że zasada APP obowiązuje także dla tych nieeliminowalnych zastosowań matematyki, które nie mają czysto reprezentacjonistycznego charakteru. Musimy wyjaśnić więc status takich zastosowań — jak są możliwe, skoro matematyka jest pozbawiona pozajęzykowego odniesienia.

Problem ten Balaguer rozważa na przykładzie mechaniki kwantowej i teorii przestrzeni Hilberta. Teoria ta (zdaniem Balaguera) wprawdzie jedynie dostarcza aparatu pojęciowego, jednak nie da się jej wyeliminować z opisu układów kwantowych. Ta nieeliminowalność nie ma jednak znaczenia. W przypadku zastosowań reprezentacjonistycznych znamy bowiem alternatywne sposoby opisu, w przypadku innych zastosowań — możemy tych alternatywnych zastosowań nie znać. Jednak zasada APP obowiązuje niezależnie od tego, że nie mówi nam nic na temat *sposobu* wykorzystania matematyki w naukach przyrodniczych. Nie podważa jej to, że nie wiemy *jak* wyeliminować matematykę — znaczenia nie ma nawet to, czy w ogóle matematyka może zostać wyeliminowana [Balaguer 1998, 139].

Dlaczego jednak mielibyśmy przyjąć tezę APP w odniesieniu do mechaniki kwantowej? Sposób, w jaki teoria przestrzeni Hilberta „splata się” z mechaniką kwantową zdecydowanie nie ma reprezentacjonistycznego charakteru³¹. Nie ma więc żadnej możliwości, aby dokonać eliminacji teorii przestrzeni Hilberta z mechaniki kwantowej w takim samym stylu, jak stara się to zrobić Field z teorią liczb

³¹W tym sensie, że nie można powiedzieć, że za pomocą teorii przestrzeni Hilberta reprezentujemy jakieś fakty wyrażalne w inny sposób. Tu *nie ma* innego sposobu wyrażenia tych samych faktów. Sytuacja jest więc zupełnie inna niż w przypadku podawanych wcześniej prostych przykładów dotyczących liczbowej reprezentacji mas, czy arytmetycznego reprezentowania faktów dotyczących liczenia jabłek. Takie zastosowania matematyki mogą w prosty sposób zostać wyeliminowane. Inaczej jest z mechaniką kwantową i teorią przestrzeni Hilberta.

rzeczywistych w teorii grawitacji. Balaguer stara się jednak uzasadnić tezę, że wprawdzie matematyka jest nieeliminowalna z mechaniki kwantowej, ale można w jawny sposób pokazać, na czym polega zastosowanie teorii przestrzeni Hilberta do opisu zjawisk kwantowych — i że teoria ta wkracza do mechaniki kwantowej w pewnym sensie z zewnątrz³². Argumentacja Balaguera tutaj wyraźnie różni się od argumentacji Fielda. Field twierdzi bowiem, że konieczne (ale i możliwe!) jest pokazanie, iż istnieją czysto jakościowe wersje teorii fizycznych (w stosunku, do których matematyka pełni funkcję użytecznego, ale eliminowanego narzędzia). Zdaniem Balaguera, nawet jeśli rekonstrukcja nie jest możliwa, a matematyka jest *faktycznie niezbędna*, to nie podważa to zasadniczej tezy APP.

Matematyka umożliwia więc sformułowanie w wygodny sposób teoretycznego opisu pewnych faktów fizycznych. Są to jednak *fakty fizyczne* którym został nadany *matematyczny opis*. Zdaniem Balaguera, to bynajmniej nie uprawnia nas do przyjęcia tezy, że oprócz opisywanego świata fizycznego istnieje jakaś „matematyczna składowa”: „cały matematyczny bagaż [...] służy jedynie dostarczeniu wygodnej i precyzyjnej metody opisywania czysto nominalistycznych faktów dotyczących świata kwantowego” [Balaguer 1996, 300–301]. Sam sposób prezentacji nie powinien być jednak mylony z jej treścią.

Balaguer wprowadza więc pojęcie „nominalistycznej treści” (*nominalistic content*) mechaniki kwantowej. Jak „wyekstrahować” tę nominalistyczną treść ze zwykłej teorii (tj. sformułowanej w języku klasycznej, zmatematyzowanej fizyki)? Balaguer rozważa przykład pewnej relacji, która nie ma charakteru kauzalnego, pomiędzy obiektem matematycznym m i obiektem fizycznym p (oznaczymy ją przez $R(p, m)$)³³. Chodzi więc o fakt fizyczno-matematyczny; wykracza on poza fakty dotyczące tylko obiektów fizycznych. Można jednak mówić o pewnej czysto nominalistycznej treści tego, że zachodzi relacja $R(p, m)$.

³²Balaguer podaje propozycję takiej rekonstrukcji. Pomijam ją tutaj ze względu na popularny charakter niniejszej publikacji.

³³Przykładem może być np. relacja między liczbą 5, a palcami mojej prawej dłoni, albo relacje między pewną funkcją, a moim ciśnieniem krwi na przestrzeni doby itd.

Balaguer charakteryzuje tę treść jako: „*p* holds up its end of the *R(p, m)* bargain” (w swobodnym tłumaczeniu: „obiekt *p* robi to, co do niego należy, aby uprawdziwić *R(p, m)*”) [Balaguer 1996, 302]. W innym miejscu Balaguer pisze, że obiekt *p* jedynie odgrywa *swoją* rolę w uprawdziwieniu zdania *R(p, m)* („it does its part in making [...] true” [Balaguer 1998, 133]). To jednak stanowi jego czysto fizyczną własność. Idąc tym tropem, Balaguer twierdzi dalej, że łatwo wyrazić całą nominalistyczną treść mechaniki kwantowej, po prostu jako: świat fizyczny *holds up its end of the QM bargain* (w swobodnym tłumaczeniu można powiedzieć „świat fizyczny spełnia swoją rolę w uprawdziwieniu mechaniki kwantowej”). Jednak takie stwierdzenie nie implikuje żadnych zobowiązań do uznania istnienia obiektów matematycznych. Wyraża ono jedynie to, co mechanika kwantowa mówi na temat świata fizycznego. Można powiedzieć, że mechanika kwantowa mówi nam, że gdyby faktycznie istniały przestrzenie Hilberta, to świat fizyczny byłby z nimi w takich to a takich relacjach. Wykorzystanie teorii przestrzeni Hilberta w opisie zjawisk kwantowych ma jednak jedynie charakter heurystyczny, teoria ta pełni rolę narzędzia, które jest skuteczne, o ile umożliwi nam opis zjawisk kwantowych. Można mówić o zjawiskach kwantowych używając języka przestrzeni Hilberta, traktując je jako fikcje — zupełnie niezależnie od tego, czy przestrzenie Hilberta faktycznie istnieją, czy nie³⁴.

Stanowisko Balaguera można przedstawić skrótowo w formie dwóch tez:

³⁴Balaguer ilustruje swoje rozważania przykładem wykładowcy i studenta fizyki kwantowej. Student w pewnym momencie stwierdza, że wprowadzie rozumie cały tok wywodu, ale nie jest w stanie zaakceptować mechaniki kwantowej ponieważ jest nominalistą i nie wierzy w istnienie przedmiotów abstrakcyjnych (w szczególności przestrzeni Hilberta). Wykładowca odpowiada wówczas: „Układy kwantowe zachowują się w określony sposób niezależnie od tego, czy przestrzenie Hilberta istnieją, czy nie. *One się po prostu tak zachowują!* A zatem prawdą jest to, co mechanika kwantowa mówi o świecie *fizycznym*”. Mówiąc językiem Balaguera, nominalistyczna treść mechaniki kwantowej jest prawdziwa i opisuje świat fizyczny — ale obowiązują zasada PCI, zaś przestrzenie Hilberta pełnią jedynie rolę narzędzia opisu zjawisk kwantowych [Balaguer 1998, 141–142].

- (1) Nauki empiryczne mają pewną czysto nominalistyczną treść, którą stanowi zawarty w nich obraz świata fizycznego.
- (2) Można zasadnie twierdzić, że nominalistyczna treść nauk empirycznych jest prawdziwa, natomiast platonistyczna treść jest fałszywa [Balaguer 1998, 131].

Nadal jednak do wyjaśnienia pozostaje podstawowy problem fikcjonalizmu: w jaki sposób fikcyjna opowieść (mająca status bajki o krasnoludkach) może dostarczać dobrego aparatu pojęciowego naukom empirycznym? Dlaczego mechanika kwantowa przekazuje nam prawdziwy obraz świata fizycznego, pomimo iż mówi również o nieistniejących obiektach³⁵? Co więcej: skoro matematyka jest wyróżniona jako narzędzie opisu świata fizycznego, to czy wolno nam twierdzić, że jest to jedynie użyteczna fikcja? Balaguer odpowiada w najprostszym sposób: ten zarzut jest całkowicie chybiony, matematyka nie jest bynajmniej wyróżniona w jakimkolwiek szczególnym sensie. W zasadzie dowolna fikcja mogłaby zostać wykorzystana w formie aparatu teoretycznego służącego do opisu pewnej sytuacji — gdyby tylko było to wygodne.

Balaguer odwołuje się do analogii *Folwarku Zwierzęcego* Orwella, który mógłby zostać użyty w charakterze aparatury pojęciowej służącej do opisu sytuacji w Związku Radzieckim. Z faktu, że użyjemy takiej aparatury w celu opisu tej sytuacji nie wynika oczywiście bynajmniej, że istnieją postacie z *Folwarku Zwierzęcego*. Nasuwa się dość oczywisty zarzut, iż analogia ta jest błędna, bo matematyka jest niezbędna w fizyce, zaś aparatura pojęciowa *Folwarku Zwierzęcego* nie jest bynajmniej konieczna do opisu Związku Radzieckiego. Jednak zdaniem Balaguera ten zarzut nie jest znaczący, bo fundamentalne dla jego

³⁵Przypuśćmy, że konstruujemy teorię ekonomiczną, w której oprócz zwykłych terminów pojawiają się Wirusy Paniki Rynkowej oraz Demon Złych Kredytów (oczywiście nazwy byłyby bardziej poważne). Jak uzasadnić tezę, że taka teoria może przekazywać *prawdziwą* wiedzę o zjawiskach ekonomicznych, i że przekazuje ona treść ekonomiczną, która jest niewyraźna w inny sposób?

koncepcji tezy (APP) i (PCI)³⁶ wcale nie głoszą zbędności technik matematycznych. Może być tak, że ich zastosowanie — jako technik heurystycznych — faktycznie jest niezbędne. Nawet jeśli jesteśmy w stanie uprawiać fizykę tylko i wyłącznie posługując się językiem matematyki nie świadczy to o istnieniu obiektów matematycznych, ale jedynie o naszych poznawczych ograniczeniach³⁷. Sam problem zbędności *versus* niezbędności matematyki w teoriach empirycznych nie jest tu więc istotny. Pojawiająca się w teoriach naukowych dodatkowa, platonistyczna treść jest artefaktem, zjawia się tam tylko ze względu na wybór takiego, a nie innego języka. Takie stanowisko — zdaniem Balaguera — jest znacznie bardziej zgodnie z intuicjami, niż stanowisko Quine'a, zgodnie z którym musimy przyjąć istnienie obiektów abstrakcyjnych, aby wolno nam było uwierzyć w to, że świat fizyczny jest faktycznie taki jak go przedstawiają nauki empiryczne. Konkluduje więc, że tezy fikcjonalizmu są przynajmniej tak wiarygodne jak tezy realizmu Quine'a [Balaguer 1998, 136–137].

W swych rozważaniach Balaguer odwołuje się do pewnej metafory: porównuje matematykę do płótna, na którym jest namalowany pewien obraz. Obrazem tym jest nominalistyczna treść teorii. Płótno jest wprawdzie konieczne dla namalowania obrazu, jednak nie sądzimy przecież z tego powodu, że to właśnie płótno przedstawia rzeczywistość, i że czemukolwiek w rzeczywistości odpowiada.

3. UWAGI KOŃCOWE

Czy fikcjonalistyczna wizja matematyki jest przekonująca? Osobiście widzę więcej słabości niż zalet takich koncepcji, jednak pomysł

³⁶Przypomnijmy: tezy te głoszą, że matematyka jedynie dostarcza aparatury pojęciowej dla nauk empirycznych, oraz że obiekty matematyczne są kauzalnie izolowane.

³⁷Gdyby nawet historycy (twierdzi Balaguer) nie byli w stanie opisać Związku Radzieckiego inaczej, niż tylko poprzez korzystanie z terminologii *Folwarku Zwierzęcego*, to przecież trudno ten fakt uznać za argument na rzecz istnienia postaci z *Folwarku*. Dowodziłoby to tylko ograniczeń owych historyków. Podobne rozumowanie można więc (tak przynajmniej rozumiem cel odwołania się do tej analogii) przeprowadzić w odniesieniu do zastosowań matematyki w fizyce.

należy z pewnością uznać za intrygujący. Czytelnika zachęcam do podjęcia własnych badań w tej dziedzinie.

BIBLIOGRAFIA

Balaguer M.

[1996] „A Fictionalist Account of the Indispensable Applications of Mathematics”, *Philosophical Studies*, 83, 291–314.

[1998] *Platonism and Anti-Platonism in Mathematics*, Oxford University Press, New York, Oxford.

Chihara C.

[1990] *Constructibility and Mathematical Existence*, Clarendon Press, Oxford.

Field H.

[1980] *Science Without Numbers*, Oxford, Basil Blackwell.

[1989] *Realism, Mathematics and Modality*, Blackwell, Oxford, Cambridge.

Hellman G.

[1989] *Mathematics Without Numbers*, Oxford: Clarendon Press.

Penrose R.

[1983] „Geometria wszechświata”, [w:] *Matematyka współczesna. Dwanaście esejów*, L.A. Steen (red.), Warszawa, WNT, 98–141.

Wójtowicz K.

[2003] *Spór o istnienie w matematyce*, Wydawnictwo Naukowe Semper, Warszawa, 506.

[2008] „Antyrealistyczna ucieczka w sferę możliwości”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 42, 15–27.

SUMMARY*MATHEMATICS — A SCIENCE ABOUT FICTIONS...?*

According to mathematical realism, mathematics describes an abstract realm of mathematical entities, and mathematical theorems are true in the classical sense of this term. In particular, mathematical realism is claimed to be the best theoretical explanation of the applicability of mathematics in science. According to Quine's indispensability argument, applicability is the best argument available in favor of mathematical realism. However, Quine's point of view has been questioned several times by the adherents of antirealism.

According to Field, it is possible to show, that — in principle — mathematics is dispensable, and that so called synthetic versions of empirical theories are available. In his *Science Without Numbers* Field follows the "geometric strategy" — his aim is to reconstruct standard mathematical techniques in a suitable language, acceptable from the point of view of the nominalist. In the first part of the article, I briefly present Field's strategy. The second part is devoted to Balaguer's fictionalism, according to which mathematics is indispensable in science, but nevertheless can be considered to be a merely useful fiction.

Robert JANUSZ

„Ignatianum” & Centrum Kopernika, Kraków

CO POJĘCIE ENTROPII WNIOŚŁO DO FILOZOFII?

W niniejszym studium zostanie przedstawiony historyczny zarys wprowadzenia pojęcia entropii w nauce wraz z jego rosnącą rolą w filozofii. Ponieważ pojęcie to wiązało się ściśle z pojęciem energii, jest zatem konieczne przynajmniej szkicowe omówienie wybranych zagadnień związanych z energią. Szkicowe z konieczności rozważania, oparte na historii rozwoju tych pojęć, mają na celu osadzenie ich w konkretnych realiach, wolnych od nazbyt pobieżnych metodologicznie interpretacji, niewiele mających wspólnego z rzeczywistością naukową. W odniesieniu do energii i entropii okazuje się to szczególnie ważne także z tej racji, że pojęcia te nieustannie są treściowo zgłębiane. Perspektywa historyczna pozwala na uchwycenie swoistego zapętlenia wokół nauki: poczynając od filozoficznego ferworu (zwłaszcza w okresie dokonywania nowych odkryć) czy niebezpiecznych etycznie postaw (gdy chwilowe sukcesy nauki są przez uczonych zamrażane i przedstawiane jako ugruntowane ontologicznie tezy), aż po okres dojrzałszej filozoficznej refleksji (gdy nauka natrafia na nieprzewidywane dotąd odniesienia pojęć do nowych eksperymentów i teorii).

Doniosłość energii i entropii płynęła niewątpliwie — i nadal płynie — z filozofii zawartej w naukowym badaniu świata. Ekstrapolacji obu pojęć fizycznych na cały Wszechświat dokonał m.in. Rudolf Emanuel Clausius (1822–1888). Jego idee mają szersze niż ściśle naukowo-empiryczne znaczenie, gdyż wyrażają aspirację nauki do wskazywania

pewnych wielkości czy obiektów, które są stałe albo zmienne (monotoniczne¹), a właśnie poszukiwania tego, co zawsze stałe i podstawowe oraz przyczyn różnych zmian podejmowali się od samego początku filozofowie. Poza tym w fizycznych prawach wzrostu entropii czy stałości energii ukryta jest *implicite* fundamentalna rola matematyki. Bez subtelnego ujęcia matematycznego nie byłaby znana owa stałość czy zmienność. Oznacza to, że jakościowe badania świata, bez ujęć matematycznych, są skazane na jałowość.

Wspomniane wyżej sformułowanie Clausiusa zaczęło być istotne filozoficznie z racji wskazania tego, co stałe oraz monotoniczne w całym Wszechświecie. Ma ono bardzo prostą wymowę: przyjmując pojęcia energii i entropii „możemy wyrazić fundamentalne prawa wszechświata, odpowiadające dwóm podstawowym zasadom mechanicznej teorii ciepła, w następującej postaci:

- (1) Energia wszechświata jest stała.
- (2) Entropia wszechświata dąży do maksimum”².

W sformułowaniu tym energia wydaje się doskonałym kandydatem substancjalnym, entropia zaś — doskonałym postulatem porządku czasowego, warunkującym ukierunkowaną zmienność w całym Wszechświecie. W oparciu o te zasady poszukiwano więc nowych filozoficznych inspiracji, od wykorzystania ich w monizmie filozoficznym, aż po argumentację na istnienie Boga w teologii naturalnej. Jak się okazało, były to ekstrapolacje przedwczesne, co samo w sobie jest ważną wskazówką, gdzie nie należy oczekiwać „substancjalnej” rzeczywistości.

¹Termin ten oznacza funkcje (nie)rosnące lub (nie)malejące.

²R. Clausius, „Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie”, [za:] A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, s. 355.

1. ENERGIA

Termin „energia” wyraża ogólnie aktywność i dotyczy nie tylko fizyki, ale również ludzkiego ducha, ludzkiej woli. Tak rozumiany filozoficznie termin (od gr. „ἐνέργεια”) był od dawna używany na oznaczenie działania, aktu, entelechii czy siły. W filozofii średniowiecznej wyrażano go łacińskimi: *virtus* lub *vis*. Dzisiaj — w węższym znaczeniu — „energia” jest pojęciem właściwym dziedzinie fizyki, gdzie oznacza zdolność jakiejś siły do wykonania pracy. Samo pojęcie „pracy” ewoluowało stopniowo, począwszy od Johanna Keplera (1571–1630) (będąc jeszcze niezbyt jasno odróżnionym od koncepcji „siły”), poprzez Galileusza (Galileo Galilei, 1564–1642) (pojęcie „momentu”), aż do Jamesa Watta (1736–1819), u którego było ono fundamentalnie ważne. Systematyczne użycie pojęcia pracy przyjęło się od Jean-Victora Ponceleta (1788–1867), po roku 1829 (*Introduction à la mécanique industrielle*, Paryż), kiedy to nabrało dzisiejszego znaczenia: iloczynu skalarnego wektorów przesunięcia i siły³.

Omawiana zasada fizycznego zachowania energii dotyczy układu izolowanego od wpływu sił zewnętrznych. W takim układzie energia mechaniczna jest zachowana, tzn. suma energii kinetycznych (ruchu) i potencjalnych (miejsca) jest stała. Do zasady tej dochodzono stopniowo, gdyż pod wieloma względami energia nie przystaje do mechanicznego obrazu świata, a taki obraz był wpływowy.

Własność zachowania energii mechanicznej była przeczuwana przez Gottfrieda Wilhelma Leibniza (1646–1716), który sądził, że *facultas agendi* nie jest tracona, gdyż malejąca energia kinetyczna powoduje wzrost energii potencjalnej. Przykładem tego jest wahadło, którego energia ruchu jest zerowa, potencjalna zaś — największa, gdy jest ono najbardziej wychylone. Gdy wahadło przechodzi przez punkt równowagi sytuacja staje się odwrotna. Wymiana form energii (z energii ruchu na energię miejsca) zachodzi podczas całego cyklu ruchu wahadła. Okazało się jednak, że ta zasada stałości czy zachowania energii była, co prawda, poprawna dla ruchów planetarnych, ale zawo-

³Zob.: „Energia”, [w:] *Dizionario delle idee*, s. 316.

dziła w innych doświadczeniach: wahadła się zatrzymują, ruch ustaje, a z nim — energia ginie. Tak więc energia mechaniczna miałaby własność nie tyle zachowawczą, co dyssypatywną⁴.

Wydawało się więc, że energia ulega rozproszaniu, zanikowi — nie jest więc stała. Można by ewentualnie już to rozpraszanie uznać za jakiś rodzaj „prawa”, ale nie byłoby to jeszcze określenie ściśle naukowe. Dopiero dalsze eksperymenty naświetliły ten problem od zupełnie innej strony, nieoczekiwanej dla dotychczasowego obrazu świata. Ówczesny mechanicyzm miał bowiem poważny problem w tłumaczeniu wszystkich zjawisk fizycznych, a swoje naukowe luki uzasadniał filozoficznie — tak zresztą, jak to zawsze czyniono i nierzadko czyni się dzisiaj. Mechanicyzm ten nie potrafił wyjaśnić m.in. natury ciepła, zatem uznawał, że jest ono rodzajem substancji — „ciała”, „fluidu” odpowiedzialnego za „zimno” i „ciepło” — tzw. cieplika.

Naukowe badania nad ciepłem rozpoczęły się dość przypadkowo. Hrabia Rumford (Benjamin Thompson) (1753–1814), po Rewolucji Amerykańskiej opuścił ojczyznę i przez pewien czas był ministrem wojny Elektora Bawarskiego. Systematycznie obserwował wtedy zjawisko wzrostu temperatury podczas wiercenia luf armatnich. Wnioskował stąd, że ciepło jest formą ruchu cząstek ciała, a nie „flogistonem” — substancją przejawiającą się jako ciepło i podlegającą odrębnemu prawu zachowania. Z kolei w roku 1824, gdy nie uznawano jeszcze ciepła za energię, Nicolas Leonard Sadi Carnot (1796–1832) opublikował pracę dotyczącą maszyn cieplnych, co przyczyniło się później do sformułowania II zasady termodynamiki. Jednakże dopiero w 1842 roku Juliusz Robert Mayer (1814–1878) zasugerował, że wszystkie postacie energii, włączając w to ciepło, są sobie równoważne a energia jako taka jest zachowana. Mayer podał też oszacowanie ilościowe swoich dociekań, lecz ze względu na filozoficzny sposób wykładu jego idee były marginalizowane przez ok. 20 lat. Do definitywnego uznania, że ciepło jest jedną z form energii przyczyniły się długoletnie badania Jamesa Prescottta Joule’a (1818–1889). W roku 1843 opublikował on wyniki pomiarów cieplnego równoważnika pracy, stwarzając

⁴Zob.: tamże.

tym samym warunki dla uratowania zasady zachowania energii. Joule posługiwał się w swoich doświadczeniach kołami łopatkowymi i opornikami elektrycznymi, dzięki czemu pomiary były bardzo precyzyjne. W dowód uznania jego zasług, jednostkę pracy nazwano dżulem [1J]⁵.

Ratunkiem dla zachowania energii stała się zatem I zasada termodynamiki, która poszerzyła pojęcie energii o pojęcie ciepła. Ciepło można zamieniać na energię mechaniczną i odwrotnie. Zasada zachowania energii, z uwzględnieniem ciepła, została więc uratowana w poszerzonym sformułowaniu: w układach izolowanych suma energii mechanicznych i ciepła jest stała. Pozwala to na wytłumaczenie zjawisk, w których energia mechaniczna jest rozpraszana, jak choćby w przypadku ruchu wahadła omawianego wyżej: wygasanie ruchu wahadła powoduje wzrost ciepła spowodowany jego ruchem i siłami tarcia. Pod wpływem filozoficznych prądów poszukiwania teorii unitarnych w XIX w. pojęcie energii zaczęło odgrywać fundamentalną rolę także w rozwijającej się nauce. Udowodniano, jak można zamieniać jedną formę energii w inną, a tych form energii poznawano coraz więcej: od energii mechanicznej i cieplnej poprzez energie chemiczną, akustyczną, światła, magnetyczną, elektryczną itd. Starano się jednak sprowadzić tę rozbudowującą się klasyfikację do dwóch form podstawowych: energii potencjalnej i kinetycznej. W połowie XIX w. zasada zachowania energii przybierała dwie formy wyrazu: „w układzie izolowanym energia całkowita jest stała” lub „energii nie można wytworzyć ani zniszczyć”. W ten sposób fizyka przybrała postać nauki nie tylko o materii, ale i o energii⁶.

Naukowcy zawsze są zanurzeni w jakieś filozoficzne światopoglądy. Dziewiętnastowieczni uczeni tacy jak Ernst Mach (1838–1916) czy Wilhelm Ostwald (1853–1932) uważali, że fizyka powinna posługiwać się jedynie pojęciami obserwowalnymi i dlatego zwalcza

⁵Zob.: F. Reif, *Fizyka statystyczna*, ss. 157, 230, 322. Mayer uważał, że zachowanie energii sprzeciwia się materializmowi i ateizmowi (zob.: M. Heller, „Zagadnienia kosmologiczne przed Einsteinem”, s. 36).

⁶Zob.: „Energia”, [w:] *Dizionario...*, dz. cyt. Podział na energię kinetyczną i potencjalną jest, oczywiście, silnie inspirowany Hamiltonowskim formalizmem w mechanice.

oni hipotezę atomową, gdyż atomy były przez nich nieobserwowane empirycznie. Przeciwnikiem tych poglądów był Ludwig Boltzmann (1844–1906) — jeden z twórców fizyki statystycznej. Ten austriacki fizyk rozwinął atomową teorię gazów, a jego prace z roku 1872 miały fundamentalne znaczenie dla wyjaśnienia procesów nieodwracalnych z perspektywy mikroskopowej. Boltzmann pisał w 1898 roku, że jest jedynie „osamotnioną jednostką usiłującą iść pod prąd aktualnych poglądów”. Jego tragiczna śmierć nastąpiła dwa lata przed eksperymentami potwierdzającymi atomową budowę materii: doświadczeniami, które przeprowadził Jean Baptiste Perrin (1870–1942) nad ruchami Browna i doświadczeniem Roberta Andrewsa Millikana (1868–1953) z naładowanymi kroplami oliwy⁷. Tak więc Ostwald, jak i zresztą Boltzmann, uprawiali naukę w ewidentnie filozoficznym kontekście.

Ważnym twórcą mechaniki statystycznej był Josiah Willard Gibbs (1839–1903), profesor Uniwersytetu w Yale, pierwszy wysokiej klasy amerykański fizyk teoretyk. Jego pionierskie prace z termodynamiki ukazały się w latach 1870-tych i dotyczyły makroskopowych wielkości ujętych w formie analitycznej. Dzięki temu podejściu można było rozwiązać wiele ważnych zagadnień z fizyki i chemii. W późniejszym okresie, na przełomie wieku, Gibbs przedstawił bardzo ogólne sformułowanie mechaniki statystycznej, posługując się pojęciem tzw. zespołu statystycznego. Od Gibbsa pochodzi także pojęcie tzw. zespołu kanonicznego. Formalizm amerykańskiego fizyka jest stosowany do dziś, z pewnymi modyfikacjami pochodzącymi od nowych teorii (np. od mechaniki kwantowej)⁸. Dzięki temu możliwe jest poznanie np. granic opisu układu klasycznego.

Jeśli chodzi o energię jako taką, to fizyka relatywistyczna dokonała niespodziewanie nowego odkrycia. Okazało się, że masa i energia są sobie równoważne, że obie są przejawami czegoś wspólnego i mogą być zamieniane: energia na masę i masa na energię. W ten sposób dualizm masy i energii został przełamany i w miejsce dwóch zasad

⁷Zob.: F. Reif, dz. cyt., s. 186.

⁸Zob.: tamże, s. 187.

zachowania masy i energii pojawiła się jedna zasada zachowania masy-energii⁹.

Przedstawiony wyżej zarys ewolucji pojęcia energii pozwala na bliższe określenie entropii. Pojęcie entropii jest bowiem ściśle związane z pojęciem energii i oba one pełnią zasadniczą rolę w termodynamicznym opisie świata. Również to pojęcie zostanie przedstawione w historycznym zarysie wystarczającym do określenia filozoficznej wymowy entropii.

2. ENTROPIA

Termin „entropia” pochodzi od gr. „ἐν” i „τρέπω” (zwracać; „τροπή” — zwrot) i oznacza coś niezwracalnego. W fizyce entropia jest matematyczną funkcją stanu układu, którą w roku 1865 wprowadził do termodynamiki Clausius dla określenia energii nieużytecznej, energii, której nie można zamienić na pracę mechaniczną. Entropia jest związana z II zasadą termodynamiki, którą Clausius sformułował razem z Lordem Kelvinem (William Thomson, 1824–1907) w oparciu o czysto makroskopowe wielkości. Z drugiej zasady termodynamiki wynika, że funkcję entropii można zawsze wyrazić przez wielkości: temperaturę bezwzględną i zmianę ciepła pochłoniętego lub oddanego przez układ. Wyraża to sławna formuła: w systemie izolowanym każda zachodząca w nim zmiana nie zmniejsza całkowitej entropii; dla idealnego, odwracalnego układu entropia byłaby stała, dla układów nieodwracalnych całkowita entropia zawsze rośnie. Entropia charakteryzuje więc kierunek przebiegu procesów w układzie izolowanym¹⁰.

Makroskopowo entropia S związana jest z ciepłem Q i temperaturą bezwzględną T poprzez równanie: $dS = \delta Q/T$, co oznacza, że nieskończenie mała zmiana entropii (dS) wiąże się z nieskończenie małą

⁹Zob.: „Energia”, [w:] *Dizionario...*, dz. cyt.

¹⁰Zob.: „Entropia”, [w:] *Dizionario...*, dz. cyt., s. 319; H. Piersa, „Entropia. Entropia w fizyce”, s. 172; F. Reif, dz. cyt., s. 217. Clausius, już w 1850 roku, sformułował II zasadę termodynamiki jako niemożność przenoszenia ciepła od ciała chłodniejszego do cieplejszego i do wyrównywania się temperatur między takimi ciałami (zob.: M. Heller, dz. cyt., s. 36).

ilością ciepła (δQ). Autorem podstawowego związku: $S = k \ln W$, wiążącego entropię z liczbą mikroskopowych stanów dozwolonych układu (W), był Boltzmann (k oznacza tu fizyczną stałą Bolzamna). Dzięki temu związkowi, zestawionemu z makroskopowym określeniem entropii (dS), można uzyskać wgląd w mikroskopowe parametry W , a także obliczyć stałą k ¹¹. Im bardziej układ jest uporządkowany, tym jego entropia jest mniejsza. Poza tym statystyczna definicja entropii pozwala wiązać ją np. z informacją: im więcej informacji w danym układzie, tym bardziej jest on uporządkowany, czyli jego entropia jest ujemna (jest to tzw. negentropia)¹².

Naukę o cieple, niemal od początku jej rozwoju, próbowano zastosować do Wszechświata jako całości, i to jeszcze przed Clausiusem. Jean-Baptiste Joseph de Fourier (1768–1830) zastosował swoją teorię ciepła do opisu „świata”, czyli Układu Słonecznego (jak „świat” wówczas rozumiano). Zastosowanie termodynamiki do kosmologii rozwijał także Thomson, nie stroniąc nawet od wniosków teologicznych. Hermann Helmholtz (1821–1894) mówił o śmierci cieplnej Wszechświata w jego stanie równowagi, kiedy to ustaną wszystkie procesy naturalne. Również Boltzmann chciał pogodzić termodynamikę zastosowaną do kosmologii z filozoficznymi przekonaniem o wiecznym i nieograniczonym Wszechświecie. Według niego, Wszechświat już znajduje się w stanie równowagi, a „nasz świat” jest fluktuacją, odchyleniem od równowagi, w którym entropia miałaby lokalnie rosnać¹³.

Zatem gdyby stosować entropię w najszerzej skali i uznać Wszechświat za układ izolowany, wtedy jego entropia rosłaby do stanu maksymalnego, z którego już nie można by dokonać żadnej innej zmiany, a więc byłaby to śmierć fizycznego Wszechświata. W takim ujęciu przyjmuje się jednak co najmniej dwie hipotezy nieweryfikowalne naukowo: (1) Wszechświat jest rzeczywiście systemem izolowanym oraz (2) poznane dotąd prawa są uniwersalne oraz stałe w czasie

¹¹Zob.: F. Reif, dz. cyt., ss. 186, 234n.

¹²Zob.: J. Turek, „Entropia w kosmologii”, s. 173.

¹³Zob.: M. Heller, dz. cyt., ss. 36–38; autorowi (w tekście podaje on „William Thompson”) chodzi tu zapewne o Williama Thomsona, a nie o Benjamina Thompsona.

i przestrzeni. Na tej samej podstawie, na której określa się entropijną przyszłość, można powiedzieć, że przeszłość również ma skończony czas trwania, a więc kiedyś miał miejsce początek kosmicznej ewolucji. W ten sposób formułuje się ów sławetny entropijny argument za istnieniem Boga¹⁴.

Refleksje filozoficzne dotyczące entropii — w odniesieniu do ważkich zagadnień naukowych, szczególnie kosmologicznych czy biologicznych — nie zawsze są przejrzyste. Zapewne jest to nadal powodowane szukaniem swoistych „dowodów substancjalnych” na rzecz materialistycznego bądź teistycznego światopoglądu. Należy mieć nadzieję, że zgłębianie ściśle naukowego ujęcia entropii dostarczy właściwego wglądu w te ważne zagadnienia. Zanim to nastąpi poznane dotąd teorie fizyczne trzeba jednak jakoś bardziej odpowiedzialnie łączyć na filozoficznym gruncie.

Według J. Turka, w kosmologicznych zastosowaniach entropii podkreśla się dwie trudności w jej ekstrapolacji na pojedynczy Wszechświat: indukcyjny charakter entropii (element niekoniecznościowy) oraz jej statystyczne ujęcie (wyrażone przez prawdopodobieństwo). Miałyby to oznaczać możliwość nieobowiązywania wzrostu entropii we Wszechświecie jako całości. Wątpliwości te okazały się związane z różnorodnym podejściem do entropii w kosmologii i ukazały złożoną rolę entropii w kosmicznej ewolucji: z jednej strony wzrost entropii Wszechświata sugerowałby jego rosnącą dezintegrację prowadzącą od porządku do chaosu, z drugiej zaś strony ewolucja Kosmosu ukazuje wzrost organizacji i złożoności, a więc malenie entropii. Obrazy te, choć przeciwstawne, można starać się jakoś uzgodnić. Kosmologiczne prace Richarda C. Tolmana (1881–1948) czy zagadnienia związane z tzw. parowaniem Hawkinga ukazują, że nauka ma jeszcze wiele do odkrycia w zakresie entropii¹⁵.

Zasada wzrostu entropii miała nierzadko służyć do wyjaśnienia tzw. (termodynamicznej, entropijnej) strzałki czasu. Byłoby to więc

¹⁴Zob.: „Entropia”, [w:] *Dizionario...*, dz. cyt.

¹⁵Zob.: J. Turek, dz. cyt., ss. 173n; bardziej szczegółowe analizy autora, ze względu na ich prowizoryczny charakter, zostają tu pominięte.

fizyczne określenie jego kierunku. Wobec powyższego podkreśla się jednakże statystyczny — zatem niekoniecznościowy — charakter entropii. Nie jest jasne, jak uśrednianie mechanicznych cech mikroskopowych, niewrażliwych na kierunek upływu czasu, miałyby prowadzić do wielkości wskazującej jego kierunek. Wysuwa się przypuszczenie, że może być to przejawem nieznanych efektów kwantowych. Poza tym statystyczny charakter entropii czyni bezpodstawnym jej stosowanie dla pojedynczego obiektu¹⁶.

Jak wspomniano wyżej, entropię wykorzystywano w filozoficznym argumentowaniu istnienia Boga w teologii naturalnej. Ten „entropijny argument” wysuwał już Clausius. Chociaż energia jest zachowana, to jednak entropia rośnie i doprowadzi kiedyś Wszechświat do równowagi termodynamicznej, w której ustaną procesy makroskopowe. Thomson nazywał ten stan „śmiercią cieplną” Wszechświata. Oznacza to z drugiej strony, że do dzisiejszej wartości entropii Wszechświat rozwijał się w skończonym czasie — istniał więc moment jego początku. Teistycznie nastawieni myśliciele wnioskowali, że musi zatem istnieć Stwórca, co spotkało się z ostrą krytyką materialistów. Z metodologicznego punktu widzenia popełnia się tu błąd pomieszania porządków poznawczych: filozoficzną zasadę (stworzenia, absolutnego porządku czy też istnienia Stwórcy) określa się indukcyjnym prawem, które nie ma nic wspólnego z filozoficznymi koncepcjami takimi jak: stworzenie z nicości czy samoistność egzystencjalna. Jednakże prawo wzrostu entropii nie musi prowadzić w konieczny sposób do termodynamicznej równowagi oznaczającej śmierć Kosmosu. Wnioskować można jedynie to, że nie są znane przyczyny, dlaczego we Wszechświecie bardziej prawdopodobne jest nieuporządkowanie niż porządek; choć mechanika statystyczna wskazuje, że stanów nieuporządkowanych jest więcej, więc łatwiej byłoby zniszczyć porządek niż — w sposób ściśle określony — go zaprowadzić¹⁷. W ogólności chodzi zatem o to, że czym innym jest filozoficzna interpretacja nauk przyrodniczych, a czym innym — nieuprawniona „naukowa” ekstra-

¹⁶Zob.: tamże, s. 175.

¹⁷Zob.: tamże, ss. 175n.

polacja w dziedzinę filozofii. Z tej perspektywy fizyczny, „entropijny argument” nie jest poważnym argumentem filozoficznym.

W biologii entropia dotyczy rozpraszania swobodnej energii organizmu a jej użycie w tej dziedzinie jest dyskusyjne, gdyż organizmy biologiczne są zwykle otwarte na środowisko. Niektórzy zwolennicy autonomii świata ożywionego nawet w ogóle wyłączają entropię z biologii, wykluczają bowiem możliwość wytłumaczenia życia prawami pozabiologicznymi, inni — zazwyczaj redukcjoniści — uważają, że układy biologiczne podlegają fizyce, a więc również entropii. Jednakże już Boltzmann wskazywał na użyteczność entropii jako funkcji stanu i zastosowania jej w biologii. Twórca nierelatywistycznej mechaniki kwantowej, Erwin Schrödinger (1887–1961), wyjaśnił funkcjonowanie organizmów biologicznych przez wprowadzenie pojęcia tzw. entropii ujemnej, będącej miarą uporządkowania cechującego organizmy żywe. Badania nad przemianą materii żywych organizmów ukazały, że wytwarzają one swoje uporządkowanie kosztem pobierania ujemnej entropii (negentropii) z otoczenia. Takie podejście do biologii traktuje organizmy żywe jako swoiste „systemy informacji”: organizm pobiera masę, energię i informację z otoczenia i podnosi przez to swój stopień organizacji, zmniejszając entropię. Ewolucyjne różnicowanie się tak pojętych systemów informacji preferuje formy coraz lepiej uporządkowane. W ten sposób biosfera Ziemi podporządkowała sobie zasoby energii, zwłaszcza tej pochodzącej ze Słońca do tego stopnia, że — zdaniem niektórych biologów — negentropia przeważa nad entropią planety¹⁸.

W filozoficznych dociekaniach nad energią i entropią swego rodzaju graniczną postawę przyjął Wilhelm Ostwald (1853–1932). Ten wpływowy chemik był jednym z twórców monizmu energetycznego uznającego energię i rządzące ją prawa za fundamentalną rzeczywistość. W kategoriach energetycznych Ostwald tłumaczył „niepoprawne” pojęcia masy, siły czy materii (nie chodzi tu o relatywistyczną równoważność, ale filozoficzną wtórność pojęcia materii względem energii). Swoje tezy energetyczne Ostwald rozszerzył także na bio-

¹⁸Zob.: S. Zięba, „Entropia w biologii”, ss. 176n.

logię (zmysły reagują na zmiany energii), odchodząc przy tym od mechanicyzmu, materializmu i atomizmu. Materia bowiem, według Ostwalda, byłaby jedynie przestrzennie uporządkowaną energią, której nie można zniszczyć, ale którą można przetwarzać na różne jej formy. Czas związany byłby ze wzrostem entropii, a prawo dyssypacji obowiązywałoby nie tylko w fizyce, ale i we wszystkich procesach zachodzących w świecie, włączając w to ludzkie myślenie, działanie i wszelakie zjawiska społeczne. Świadomość miałaby być u człowieka przejawem jego „energii nerwowej”. Ludzkimi wyborami i wartościami miałby rządzić tzw. imperatyw energetyczny: Nie trwój energii, ale ją zastosuj. Oznaczał on, przynajmniej początkowo, m.in. poszukiwanie takich form współpracy międzynarodowej w nauce, aby wysiłki uczonych nie były tracone. Nietrudno jednak dostrzec, w tak substancjalnym podejściu Ostwalda do energii, filozoficznie niedopracowanego systemu, gdyż energetyczny monizm, który uczony chciał wprowadzić do filozofii według naukowych zasad antymetafizycznych, właśnie z energii uczynił metafizyczną zasadę wszechrzeczy, niesprawdzalną naukowo. W imię tak słabo ugruntowanej filozofii Ostwald jednak ostro walczył z religią, uważając, że ludzkie potrzeby religijne zanikną wraz z postępem nauki. Ostwald, sądząc, że nauka stanowi najwyższą wartość, sam czynił z niej swoistą religię, mniej lub bardziej parodiując przy tym, może nieświadomie, religię objawioną (np. w *Kazaniach niedzielnich*). Moralny kolaps monizmu energetycznego jest sam w sobie wymowny. Wpływowy uczony i społecznik Ostwald, w obliczu I wojny światowej z pacyfisty i internacjonalisty stał się wyznawcą Niemieckiego imperializmu¹⁹. Epilogiem monistycznej substancji widzianej przez Ostwalda w energii było uznanie, że Niemcy stanowią najwyższą formę w rozwoju ludzkości, co objawia się w organizacji, wydajności i maksymalnej oszczędności energii Rzeszy Niemieckiej²⁰.

Jak widać, uznanie praw naukowych za filozoficzny pewnik może być dramatyczne. Ale jest także i druga strona tego filozoficznego nastawienia, skierowana właściwie przeciw samej nauce. Jak zauważa

¹⁹Zob.: E. Czerwińska, „Przedmowa”, ss. 7–36.

²⁰Zob.: M. Čapek, „Ostwald, Wilhelm”, ss. 5n.

Heller, „[j]est rzeczą symptomatyczną, że żadnemu z ówczesnych krytyków zasady termodynamiki nie przyszło nawet na myśl, w jaki sposób może ją ograniczyć nauka przyszłości”. W kontekście ogólnej teorii względności, jak to zauważył pierwszy Tolman, II zasada termodynamiki wymaga uogólnienia, a równowaga termodynamiczna powinna zależeć także od grawitacji. W ogólnych rozważaniach kosmologicznych trzeba zatem odwoływać się do termodynamiki relatywistycznej²¹.

3. STAŁOŚĆ I ZMIANA — ODWIECZNY PROBLEM W FILOZOFII

Poszukiwanie „substancji” w postaci zachowywanej energii i tłumaczenie jej przemian w fizycznym świecie ma, jak widać w tym szkicowym ujęciu, bogatą przeszłość, a także swoistą redukcjonistyczną tradycję prowadzącą do monizmu, będącego — w filozoficznym sensie — swoistym materializmem (np. u W. Ostwalda²²). Niezachowanie tego, co pierwotnie rozumiano przez energię mechaniczną i poszerzenie pojęcia energii o pojęcie ciepła, a następnie kolejne rozciąganie pojęcia energii na inne pojęcia związane z różnymi jej rodzajami, sprawiają, że „energia” ewoluuje, poszerza się jej znaczenie. Jednak tym samym badania Wszechświata wskazują, że nie w dziedzinie fizycznych wielkości i pomiarów należy szukać filozoficznej „substancji”, gdyż sama nauka opiera się na innym fundamencie, na badzie którego możliwe jest formułowanie zasad zachowania. Należy się spodziewać, że dalszy rozwój nauki przyniesie odkrycia jeszcze innych rodzajów energii (np. w biologii), które wciąż będą poszerzać fizyczną zasadę jej zachowania. Podobnie ma się sprawa z pojęciem entropii (czy negentropii w biologii). Pojęciom tym można przewidywać bardzo bogatą i ważną ewolucję, która — zachowując fizyczne prawo — coraz

²¹Zob.: M. Heller, dz. cyt., ss. 38–39.

²²Chociaż Ostwald uważał siebie za (fizycznego) antymaterialistę, z punktu widzenia filozofii jego energetyczny monizm właśnie taki jest, gdyż za jedyną substancję uznaje fizyczną energię, z której wyprowadzał dosłownie wszystko.

wyraźniej będzie falsyfikować „substancjalność” nauk przyrodniczych. Nauki te opierają się bowiem na bardziej solidnym fundamencie niż najlepsze i nawet najprecyzyjniejsze eksperymenty.

Obok tego przyrodniczo „substancjalnego” podejścia do nauki, obecne jest w niej także inne — reprezentowane m.in. przez Fouriera. Jego wkład do nauki o ciepłe był bardzo istotny i zasługuje na szczególną uwagę choćby z tej racji, że Fourier podchodził do opisu ciepła, abstrahując od filozoficznych sporów dotyczących jego natury (cieplik albo atomy). Jednakże autorowi *Théorie analytique de la chaleur* chodziło o coś bardziej fundamentalnego. Fourier wyraził swoją filozofię fizyki następująco: „Zjawiska cieplne odbywają się według niezmiennych praw, których nie można odkryć bez pomocy analizy matematycznej. Celem teorii, którą tu objaśniamy, jest wykazanie tych praw; sprowadza ona wszystkie badania fizyczne nad rozchodzeniem się ciepła do zagadnień rachunku całkowego, którego elementy są dostarczone przez doświadczenie”²³. Trudno o bardziej poprawny metodologicznie wzór uprawiania fizyki. Fourier wskazuje tu jednoznacznie, że fundamentem, „substancją” fizyki, jest matematyka.

Nie zawsze jednak kontynuacja genialnych poprzedników jest równie klarowna filozoficznie czy rozwijana przez jego następców. Po Fourierce, podobnie jak po Newtonie, fizycy chętnie powracają do przyrodniczej „substancjalności”, jak na to wskazuje ewolucja pojęć energii i entropii. Heller podaje, że to Fourier zauważył, iż równanie opisujące przewodzenie ciepła ma rozwiązanie jedynie dla dodatnich wartości czasu — i właśnie ta uwaga stała się inspiracją dla Thomsona do wyciągania filozoficznych wniosków dotyczących zerowego punktu na osi czasu²⁴. Następnie filozofia przyrodniczego czasu miałyby argumentować za istnieniem Boga tak, jakby to Bóg miał podlegać fizycznym prawom. A przecież prawom tym nie podlega już sama, fundamentalna dla fizyki matematyka.

²³J.-B.J. Fourier, *Théorie analytique de la chaleur*, pocz. rozdz. 1, [za:] A.K. Wróblewski, dz. cyt., s. 338.

²⁴Zob.: M. Heller, dz. cyt., ss. 36–37.

Immanuel Kant (1724–1804) dokonał bardzo ważnego spostrzeżenia odnoszącego się do roli matematyki już nie tylko w fizyce, ale w ogóle w naukach przyrodniczych:

[...] w każdej poszczególnej nauce przyrodniczej jest tylko tyle nauki ścisłej, ile jest w niej zawartej matematyki [...] ścisła nauka, szczególnie przyrodnicza, wymaga części ścisłej polegającej na poznaniu zjawisk przyrody *a priori*, na której opiera się część empiryczna [...] Jak długo jeszcze nie znajdzie się właściwego pojęcia [ścisłego] [...] tak długo [...] [nauka przyrodnicza] nie może być niczym innym więcej, jak jedynie sztuką usystematyzowaną, albo nauką eksperymentalną — nigdy jednak nauką we właściwym tego słowa znaczeniu [...]]²⁵.

Na zasadę zachowania energii można zatem spojrzeć czysto matematycznie tak, że wyraża ona prawo, które przybiera postać matematycznej równości dla sumy różnych form energii:

$$E_{\text{całkowita}} = E_{\text{forma1}} + E_{\text{forma2}} + \dots = \text{const}$$

Oczywiście, tej formule towarzyszy pewien „efekt Ostwalda” — została ona zapisana z pewnym minimalnym wydatkiem energii etc., ale — z punktu widzenia matematyki — żadna fizyczna energia nie jest konieczna do wyrażenia matematycznej równości; równości takich jest nieskończenie wiele, mogą to być nawet sumy nieskończone (jak przy sumowaniu energii pola), a jednak niewymagające żadnej fizycznej energii i żadnej fizycznej dyssypacji. Matematyczna równość zachowuje matematyczną prawdę, matematyczną treść na sposób całkowicie нефizyczny. Elementy tego równania mogą być dostarczane przez eksperyment, jakby powiedział Fourier, a gdy zostaną właściwie rozpoznane — oznacza to, że nauka osiągnęła ścisłość.

²⁵I. Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, [w:] H.E. Fierz-Dawid, *Historia rozwoju chemii*, s. 14, [za:] A.K. Wróblewski, dz. cyt., s. 383; Kant mówi tu o chemii; Wróblewski ma tu błędne imię Fierz-Dawida. Kanta ograniczona filozofia matematyki nie wytrzymuje współczesnej krytyki i ze względu na poboczne znaczenie jest ona tu pomijana. Jest ona jednak wystarczająco ostra, by ukazać rolę matematyki i doświadczenia w jakichkolwiek naukach przyrodniczych.

4. PODSUMOWANIE

W naukach przyrodniczych dostrzec można nieustanną ewolucję pojęć: energii i entropii. Na wybranych przykładach z historii fizyki odkryte zasady zachowania energii czy wzrostu entropii skłaniały uczonych do filozoficznych deklaracji wykraczających poza metodę ściśle naukową. W fizycznej energii czy entropii (odniesionej do czasu) chciano odnaleźć substancjalne obiekty podległe stosownemu prawu zachowania. Jednakże „kandydaci” na takie substancje nie mogą być wielkościami fizycznymi, których pojęcia wciąż ewoluują, gdyż to, co miałyby być zachowywane, wraz z odkryciami w nauce jest uzupełniane o nowe formy i ograniczenia. Dokonuje się to na bazie równań matematycznych. I tak np. chcąc mieć formę równania: $E = const$, należy wciąż dookreślać różne „formy” energii, a wskazanie fizycznego obiektu „substancjalnego” jak dotąd nie jest możliwe. Zgoła inaczej zachowuje się sama matematyczna treść wyrażająca matematyczną równość. Oznacza ona, że „stałość” jest w matematyce, w wyrażeniu matematycznie prawdziwym, w niezmienności matematycznej prawdy, wyrażonej na wiele równych sobie sposobów. Spojrzenie od tej strony wskazuje na substancjalną rolę matematyki w fizyce. Matematyka nie jest więc tylko językiem wyrazu wielkości fizycznej, bardziej precyzyjnym niż język potoczny; nie jest jedynie „zmatematyzowaniem” (wyabstrahowaniem) ilościowym jakiegoś „bytu”. Matematyka, którą wyraża się prawo zachowania, przenosi niezmienniczą matematyczną treść w fizykę i na niej opiera się doświadczenie. Rozpoznanie więc form energii oznacza „wstrzelenie” się w matematyczną „stałość” równania realizowanego w całym bogactwie nieskończonego pola matematycznych równości. Można powiedzieć, że chwilowe niezachowanie takiego równanie „czeka” na właściwy człon, na jego pojawienie się w fizycznej interpretacji, także eksperymentalnej. Z tej perspektywy fizyka jawi się jako niezmierne bogactwo realizacji równości matematycznych na nieograniczoną liczbę sposobów, wciąż utrzymującą się w zgodzie z pewną fundamentalną, najprostszą

równość: $E - const = 0$, gdzie poszczególne składniki rozwinięcia $E = E_1 + E_2 + \dots$, to tylko „chwilowe substancje” fizyczne.

Matematykę odkrywają osoby. Co prawda można nauczyć komputery mechanicznego operowania liczbami czy symbolami, ale uchwycenie matematycznych treści właściwe jest jednak tylko osobom. Substancjalność osób przewyższa „substancjalność” ewoluującego zresztą świata.

LITERATURA CYTOWANA

- Čapek M.**, „Ostwald, Wilhelm”, [w:] *The Encyclopedia of Philosophy*, t. 6, [ed. in chief:] P. Edwards, The Macmillan & The Free Press, New York, Collier — Macmillan, London 1967, ss. 5n.
- Clausius R.**, „Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie”, *Ann. Phys.* **125**, 353 (1865).
- Czerwińska E.**, „Przedmowa”, [w:] W. Ostwald, *Wybór pism*, [red.:] E. Czerwińska, CoOpera t. V, Wyd. Naukowe Inst. Filozofii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań 2002, ss. 7–36.
- Dizionario delle idee*, Centro di studi filosofici di Gallarate, G.C. Sansoni Editore, Firenze 1977.
- Encyclopaedia Britannica*, <<http://www.britannica.com>>.
- Fierz-Dawid H.E.**, *Historia rozwoju chemii*, PWN, Warszawa 1958.
- Fourier J.-B. J.**, *Théorie analytique de la chaleur*, Paryż 1822.
- Heller M.**, „Zagadnienia kosmologiczne przed Einsteinem”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce* 37 (2005), ss. 32–40.
- Kant I.**, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, Riga 1786.
- Leksykon PWN*, Warszawa 1972.
- [PEF] *Powszechna Encyklopedia Filozofii*, Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu, Lublin 2000–2008.

- Piersa H.**, „Entropia. Entropia w fizyce”, [w:] [PEF], t. 3 (2002), s. 172.
- Poncelet J.-V.**, *Introduction à la mécanique industrielle*, Paryż 1829.
- Reif F.**, *Fizyka statystyczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975.
- Turek J.**, „Entropia w kosmologii”, „Entropia a teologia naturalna”, [w:] [PEF], t. 3 (2002), ss. 172–176.
- Wróblewski A.K.**, *Historia fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Zięba S.**, „Entropia w biologii”, [w:] [PEF], t. 3 (2002), ss. 176–177.

SUMMARY

WHAT DID THE NOTION OF ENTROPY INTRODUCE INTO PHILOSOPHY?

In the article the emergence of notions: energy and entropy is studied. New physical discoveries were interesting for the domain of natural theology as well. The evolution of the notions in physics makes sometimes too simplistic expectations for philosophy of scientists. As an example Ostwalds' energetism is given, where even ethics had its energetic imperative. On the other hand Fourier's type of philosophical elements in science is shown where fundamental role of mathematics is presupposed.

Wojciech P. GRYGIEL

Wydział Filozoficzny

Papieska Akademia Teologiczna, Kraków

ROGERA PENROSE'A OBIEKTYWIZACJA OBSERWATORA W MECHANICE KWANTOWEJ

1. WPROWADZENIE

Dualizm podmiot poznający — przedmiot poznania stanowi jeden z najbardziej fundamentalnych filarów epistemologii, wypracowanej w zachodniej tradycji filozoficznej. Każdy akt poznawczy, dokonany przez człowieka, powoduje, iż w umyśle pojawia się reprezentacja poznawanej rzeczywistości bądź to bezpośrednio w postaci form postrzeganych rzeczy (filozofia scholastyczna), bądź w postaci przedstawień wygenerowanych przez umysł na bazie zarejestrowanych wrażeń zmysłowych (np. *reprezentacjonizm* Johna Locke'a). Choć w pierwszym przypadku akt poznawczy nakierowany jest na przedmiot poznania, a w drugim na jego zmysłową reprezentację, to jednak stan przedmiotu nie ulega zmianie na skutek interwencji obserwatora. Natomiast mentalna reprezentacja przedmiotu może być kształtowana przez aprioryczne kategorie poznawcze (np. Immanuel Kant). Wyjątek w tym schemacie stanowi z pewnością *idealizm* George'a Berkeley'a, gdzie jedyną realną rzeczywistość stanowią idee rzeczy w umyśle (*esse est percipi*).

Powstanie współczesnej metody naukowej, opartej na matematycznym opisie wyników otrzymanywanych w kontrolowanym eksperymencie, doprowadziło do zmarginalizowania roli podmiotu poznającego —

obserwatora w procesie ugruntowywania obiektywnej wiedzy o przyrodzie. Sformułowanie praw przyrody w języku matematyki zapewnia bowiem absolutną jednoznaczność przewidywania przebiegu zjawisk, natomiast kontrolowany eksperyment dostarcza niezależnych od obserwatora danych, weryfikowalnych w wielokrotnie powtarzanych pomiarach. Taki ideał obiektywnej wiedzy naukowej realizowała fizyka klasyczna zakładając, iż pomiar przeprowadzany w badanym układzie nie zaburza w istotny sposób jego aktualnego stanu. Bliższa analiza pokazuje jednak, iż jest to obraz wyidealizowany. Oddziaływanie urządzenia pomiarowego z badanym układem jest niezerowe, ale zaniebdywalnie małe, przez co stan układu po pomiarze można z dobrym przybliżeniem uznać za identyczny ze stanem bezpośrednio przed pomiarem¹. W konsekwencji takiego założenia pomiar wartości wielkości fizycznej odzwierciedla badaną własność układu, stanowiącą realną rzeczywistość w jego obrębie.

Sformułowanie mechaniki kwantowej na początku dwudziestego stulecia w istotny sposób zachwiało relacją, jaka wykształciła się pomiędzy obserwatorem, urządzeniem pomiarowym, a badanym układem w paradygmacie fizyki klasycznej. Formalizm tej teorii wskazuje jednoznacznie, iż dokonanie pomiaru na układzie wiąże się z zaburzeniem jego stanu, wywoływanym *redukcją wektora falowego*², która w odróżnieniu od *deterministycznej* i *ciągłej* ewolucji wektora falowego pomiędzy pomiarami, jest *indeterministyczna* i *nieciągła*. Jedy-
nym i *de facto* bardzo rzadkim wyjątkiem jest sytuacja, w której układ znajduje się w jednym ze swoich stanów własnych. W konsekwencji pomiar nie daje wglądu w trwałą własność badanego układu, a uzyskana wartość wielkości mierzonej stanowi jedynie odpowiedź układu na procedurę pomiarową. Odmienność takiego stanu rzeczy w stosunku do pomiaru rozumianego klasycznie, spowodowała znaczny zamęt interpretacyjny w szczególności jeśli chodzi o rolę *obserwa-*

¹M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in historical perspective*, John Wiley and Sons 1974, ss. 471–474.

²Zob. np. Ch. Isham, *Lectures on Quantum Theory*, London: Imperial College Press 1995, ss. 154–160, 175–177.

tora w procesie pomiaru kwantowego. Burzliwej dyskusji poddano bowiem kwestię rozgraniczenia pomiędzy układem badanym, a urządzeniem jak też rolę subiektywnych aktów poznawczych obserwatora w determinowaniu wyników pomiarów (paradoks kota Schrödingera). Uzasadnienie takiej roli wiąże się z koniecznością wskazania kauzalnego oddziaływania stanów mentalnych na redukcję wektora falowego w pomiarze kwantowym i wymaga jej rozważenia w kontekście żywo dyskutowanego dziś problemu *mind-body*³. Biorąc pod uwagę fakt, iż do dziś dnia praktycznie nie istnieje jednolita teoria umysłu, umożliwiająca zobiektywizowany opis takich stanów oraz ich zależności od świata zewnętrznego, postulat wpływu świadomych aktów obserwatora na stan układu kwantowego może nazbyt prędko okazać się filozoficzną spekulacją lub wręcz heurystycznym wybiegiem na zasadzie strategii „God of the gaps”.

W niniejszej pracy analizie poddana zostanie ewolucja roli świadomego obserwatora w pomiarze kwantowym od wczesnych *subiektywistycznych* podejść interpretacyjnych do rezultatów obecnych, wykorzystujących między innymi kwantowe modele umysłu. Pozwoli to wyakcentować całkowicie obiektywny charakter obserwatora w pomiarze kwantowym oraz wskazać, iż nie da się wykazać kauzalnego wpływu stanów mentalnych obserwatora na proces redukcji wektora falowego. Potrzeba takiej analizy, zwłaszcza w obszarze polskojęzycznym, poddyktowana jest znikomą ilością opracowań, poruszających zagadnienie obserwatora w pomiarze kwantowym od strony kognitywistycznej jako funkcję relacji pomiędzy umysłem i mózgiem (*mind-body*). Na uwagę zasługują opracowania autorstwa M. Grabowskiego⁴, R. Więc-

³Zob. np. M. Miłkowski, R. Poczobut, *Analityczna metafizyka umysłu — najnowsze kontrowersje*, Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Filozofii i Socjologii PAN 2008.

⁴M. Grabowski, *Teorie pomiaru kwantowego — fizyka poszukuje filozofii, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 8 (1986) s. 46–61.

kowskiego⁵ oraz M. Woszcza⁶, których rezultaty posłużą jako istotne tło dla dalszych rozważań. Analiza kognitywistyczna daje także okazję omówienia interesującego wątku *metodologicznego*, ilustrującego siłę nowoczesnej metody naukowej w eliminowaniu uzasadnień o charakterze spekulatywnym na rzecz eksperymentalnie potwierdzonych modeli matematycznych. Na szczególną uwagę zasługuje tutaj zjawisko *dekoherencji*, tłumaczące zanikanie interferencji kwantowych w wyniku czysto fizycznego wpływu chaotycznych fluktuacji wielkości fizycznych właściwych „kąpieli”, jakiej każdemu systemowi kwantowemu dostarcza jego makroskopowe otoczenie⁷. Obiektywizacja pomiaru kwantowego z udziałem redukcji wektora falowego znajduje najbardziej radykalne odzwierciedlenie w kwantowej teorii umysłu, zaproponowanej przez brytyjskiego matematyka, Rogera Penrose’a. Zgodnie z tą teorią, redukcji wektora falowego nie wywołuje świadomy obserwator, ale wręcz odwrotnie, grawitacyjnie indukowana redukcja wektora falowego prowadzi do powstawania świadomych aktów podmiotu poznającego — obserwatora. Innymi słowy, mechanika kwantowa nie wyróżnia interwencji świadomego obserwatora jako warunku koniecznego zajścia redukcji wektora falowego, gdyż redukcja ta towarzyszy każdemu oddziaływaniu mikroskopowego układu kwantowego z makroskopowym otoczeniem, niezależnie czy oddziaływanie zachodzi z urządzeniem pomiarowym czy też nie. Ostatecznie więc, pomiar kwantowy uzyskuje, zgodnie z zasadą *metodologicznego naturalizmu*, swoje pełne uzasadnienie wewnątrz dobrze potwierdzonej fizycznej teorii, jaką jest mechanika kwantowa.

⁵R. Więckowski, *Rola podmiotu-obserwatora w poznawaniu zjawisk kwantowych w Wheelera interpretacji mechaniki kwantowej*, [w:] *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, A. Lemańska, M. Lubański [red.], Warszawa: Wydawnictwo UKSW ss. 231–337.

⁶M. Woszcza, *Kwantowanie czasoprzestrzeni a kwantowanie świadomości*, [w:] Antoni Szczuciński (red.), *Wokół kwantów i grawitacji*, Poznańskie Zeszyty Filozofii Fizyki, t. 1, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM 2006, ss. 75–90.

⁷W.P. Grygiel, *Is the Schrödinger’s Cat Dead or Alive? Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 37 (2005) 119.

2. INTERPRETACJE I SPEKULACJE

Abstrakcyjny formalizm mechaniki kwantowej oraz niezaniebnywalny wpływ pomiaru na stan badanego układu kwantowego stwarzają konieczność podania *reguł pomostowych*, umożliwiających powiązanie elementów formalizmu teorii z wynikami eksperymentów. Najobszerniejszym źródłem w tym zakresie jest niewątpliwie praca Maxa Jammera⁸, omawiająca szczegółowo poszczególne etapy rozwoju mechaniki kwantowej oraz towarzyszących jej interpretacji, zwłaszcza w początkowej fazie kształtowania się tej teorii, z uwzględnieniem podstaw filozoficznych i koncepcyjnych. Jak już zaznaczono we wstępie, początkowa faza rozwoju mechaniki kwantowej obfitowała w wiele bardzo rozbieżnych prób teoretycznego ujęcia problemu *miarowania kwantowego*, który po dziś dzień okazuje się być jednym z centralnych zagadnień interpretacyjnych mechaniki kwantowej. W niniejszym podrozdziale zaprezentowany zostanie przegląd wczesnych propozycji rozwiązania problemu obserwatora i urządzenia pomiarowego. Strategie w tym zakresie można wstępnie podzielić na dwie grupy: (1) nadanie obserwatorowi obiektywnego charakteru poprzez stwierdzenie jego nieredukowalnej funkcji w procesie pomiaru, (2) wyeliminowanie obserwatora poprzez potraktowanie jako jedno z ogniw w procesie pomiaru, podległe tym samym prawom fizyki, co aparatura pomiarowa i badany układ (*dekoherencja*) lub całkowite wyeliminowanie problemu redukcji wektora falowego (*interpretacja wielu światów*).

2.1. OBSERWATOR REALNY

W pierwszym rzędzie należy wspomnieć o interpretacji kopenhaskiej z uwagi na fakt, iż była to pierwsza próba nadania fizycznego znaczenia takim elementom formalizmu kwantowego jak funkcja falowa czy też prawdopodobieństwo. Z punktu widzenia niniejszej analizy ważniejszym jest jednak fakt, iż w kontekście tej interpretacji

⁸M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in historical perspective*, John Wiley and Sons 1974.

zdecydowanie zarysował się problem relacji pomiędzy urządzeniem pomiarowym (i obserwatorem) oraz układem, poddawanym pomiarowi. Ze względu na pojawienie się stałej Plancka w równaniach teorii oraz zasadę nieoznaczoności Heisenberga, w której stała ta odgrywa fundamentalną rolę, oddziaływanie urządzenia pomiarowego z badanym układem nieodwracalnie zaburza stan tego układu. Jeden z głównych twórców interpretacji kopenhaskiej, Niels Bohr, wymagał, aby wszelkie wyniki pomiarów kwantowych wyrażane były w języku fizyki klasycznej w oparciu o *zasadę korespondencji*. Dla Bohra nie istniał świat kwantowy, a formalizm przestrzeni Hilberta był jedynie narzędziem do statystycznego opisu otrzymywanych wyników pomiarów w reżimie klasycznym. Słusznie zatem zauważa M. Jammer, iż w koncepcji Bohra widoczny podział na przedmiot pomiaru oraz urządzenie pomiarowe istnieje tylko na poziomie logicznym⁹. Odmienność podejścia W. Heisenberga w tej kwestii polega na związaniu nieciągłej zmiany („skoku”) funkcji prawdopodobieństwa w momencie pomiaru z nieciągłą zmianą naszej wiedzy o badanym układzie przez co rola obserwatora jako podmiotu poznającego staje się bardziej widoczna¹⁰.

Próby zażegnania rysujących się powyżej podziałów podjął się niemiecki matematyk, John von Neumann, który po raz pierwszy zastosował abstrakcyjne przestrzenie Hilberta do opisu stanów kwantowych. W przeciwieństwie do N. Bohra, potraktował on urządzenie pomiarowe oraz badany układ jako w całości opisywane jednym formalizmem kwantowym, co pozwoliło mu na stworzenie zaksjomatyzowanej teorii pomiaru kwantowego¹¹. W teorii tej nie następuje jednak redukcja liniowej superpozycji stanów kwantowych w żadnej dowolnej kombinacji urządzeń pomiarowych. Aby przerwać powstały *regressus ad infinitum*, von Neumann zaproponował, aby łańcuch ten arbitralnie kończył się na *świadomym akcie obserwatora*. Von Neumann przyjmował w kwestii problemu *mind-body* u obserwatora stano-

⁹M. Jammer, *The Philosophy of Quantum Mechanics*, s. 472.

¹⁰W. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, ss. 55–56.

¹¹J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton: Princeton University Press 1955.

wisko zdecydowanie *dualistyczne*, postulując istnienie demarkacji pomiędzy subiektywną świadomością (umysłem), a jej fizycznym podłożem, transmitującym bodźce do „abstrakcyjnego ego” obserwatora¹². Dodatkowo, powoływał się on na *paralelizm psychofizyczny*, co *de facto* wyklucza kauzalne oddziaływanie pomiędzy umysłem, a jego fizycznym nośnikiem. Choć w rezultacie znikł podział na urządzenia pomiarowe — układ pomiarowy na poziomie formalizmu teorii, to powstał podział znacznie bardziej aprioryczny, w którym pomiar wyrowadzony został poza obręb teorii fizycznej do subiektywnego obszaru świadomości obserwatora. Można jednak odnieść wrażenie, iż wprowadzony przez von Neumanna dualizm nie jest podyktowany apriorycznym założeniem metafizycznym, lecz podkreślaną przez niego niezdolnością współczesnej mu nauki do opisania, czym ostatecznie jest subiektywne wrażenie (*qualium*) wywołane obserwacją zjawiska fizycznego.

Niezwykle intrygującym z filozoficznego punktu widzenia jest sposób, w jaki intuicje von Neumanna podjęli Fritz Wolfgang London oraz Edmund Bauer prezentując, jak to sami określili, „zwartą i prostą wykładnię teorii pomiaru von Neumanna”¹³. Z jednej strony London jest znany głównie z uwagi na swoje prace w chemii (teorie wiązań chemicznych), z drugiej jednak nie ukrywał on swoich zainteresowań filozoficznych, otrzymując w roku 1921 doktorat z filozofii pod kierownictwem fenomenologa Aleksandra Pfändera, który z kolei pozostawał pod silnym wpływem Teodora Lippsa i jego psychologicznej teorii *empatii*. Empatia jest swoistą zdolnością rejestrowania stanów psychicznych innych istot w oparciu o wnioskowanie oraz intuicję¹⁴. Drugi nurt filozoficznych inspiracji Londona stanowią prace monachijskiego filozofa i psychologa, Ericha Bechera, z zakresu badań nad problemem *mind-body*. Becher odrzucał wszelkie dualistyczne koncepcje rozwiązania tego problemu takie jak *paralelizm*, *okazjonalizm*

¹²J. von Neumann, *op. cit.*, s. 437n.

¹³F. London, E. Bauer, *La Theorie de l'Observation en Mécanique Quantique*, Paris: Hermann & Cie. 1939.

¹⁴Niniejsza prezentacja poglądów Londona i Bauera oparta jest o rozważania M. Jammera w *The Philosophy of Quantum Mechanics*, s. 482–486.

czy *epifenomenalizm* twierdząc, iż oddziaływanie *mind-body* podlega prawu zachowania energii, wskutek czego stany mentalne w mózgu są ściśle zdeterminowane procesami fizycznymi. W odróżnieniu od wspomnianego powyżej *dualizmu*, takie stanowisko znane jest obecnie w teorii umysłu pod nazwą *fizykalizmu* (np. Roger Penrose i jego koncepcja umysłu). Z uwagi na fakt, iż stany mentalne mogą w takim układzie również rzutować na procesy fizyczne, łatwo było Londonowi i Bauerowi skojarzyć redukcję wektora falowego ze świadomym aktem obserwatora. Nietrudno też w takiej sytuacji zrozumieć, dlaczego London i Bauer zinterpretowali słynny paradoks kota Schrödingera twierdząc, iż kwestia życia lub śmierci kota rozstrzyga się w momencie dokonania aktu obserwacji przez świadomego obserwatora. Kontynuatorem ich poglądów był E. Wigner, który postulował konieczność wprowadzenia nieliniowej wersji mechaniki kwantowej, aby w ludzkim umyśle nie mogła zaistnieć superpozycja stanów kwantowych.

Wartą odnotowania w kontekście analizy relacji pomiędzy urządzeniem pomiarowym i obserwatorem jest interpretacja mechaniki kwantowej zaproponowana przez Johna Archibalda Wheelera¹⁵. Oprócz znaczących osiągnięć w zakresie fizyki cząstek elementarnych oraz teorii względności (*geometrodynamika*), Wheeler znany jest jako twórca kosmologicznej koncepcji „wszechświata uczestniczącego” (ang. *participatory universe*), którą wyprowadza z zapożyczonej od Nielsa Bohra definicji zjawiska, które wtedy staje się zjawiskiem, dopiero wtedy, gdy zostanie zarejestrowane przez obserwatora (*elementary phenomenon*). W oparciu o analizę zaproponowanego przez siebie eksperymentu z opóźnionym wyborem (ang. *delayed-choice experiment*), a także znanego eksperymentu EPR, Wheeler stawia tezę, iż ewidentna zależność wyniku eksperymentu od sposobu jego realizacji prowadzi do nieuchronnego uwikłania obserwatora w otrzy-

¹⁵J.A. Wheeler, *Law without law*, [w]: *Quantum theory and measurement*, red. W.H. Zurek, J.A. Wheeler, Princeton: Princeton University Press 1983, s. 182 n. Wyczerpujące omówienie tej interpretacji zostało przedstawione w R. Więckowski, *Rola podmiotu–obserwatora w poznawaniu zjawisk kwantowych w Wheelera interpretacji mechaniki kwantowej*.

wane rezultaty¹⁶. W konsekwencji rozszerza zakres tej tezy twierząc, iż przeszłość Wszechświata kreowana jest poprzez akty obserwacji i dlatego nie istnieje możliwość utrzymania koncepcji Wszechświata niezależnego od człowieka. Stąd też pochodzi nazwa „wszechświata uczestniczącego”. Warto odnotować, iż w przeciwieństwie do koncepcji Londona i Bauera, Wheeler wyklucza udział świadomych aktów w procesie pomiaru. Postrzeganie zdarzeń ma miejsce w wyniku *nieodwracalnego aktu wzmocnienia* zdarzeń kwantowych do poziomu makroskopowego. Świadomość obserwatora partycypuje w pomiarze jedynie poprzez nadawanie znaczeń rejestrowanym wynikom i w ten sposób zapewnia ich komunikowalność.

2.2. BEZ OBSERWATORA

W drugiej grupie strategii, sugerujących wyeliminowanie problemu obserwatora w ramach zażegnywania interpretacyjnych problemów mechaniki kwantowej, standardowo wymienia się dwie metody: *dekoherencję* oraz interpretację *wieloświatową*. Pomysłem łączącym te dwie idee jest niewątpliwie interpretacja mechaniki kwantowej przy użyciu spójnych historii kwantowych (ang. *consistent histories interpretation*)¹⁷. Dla kompletności obrazu można by tutaj jeszcze uwzględnić interpretację zmiennych ukrytych Davida Bohma, lecz ze względu na jej „niekwantowy” charakter, nie zostanie ona tutaj zaprezentowana.

Zjawisku dekoherencji poświęconych zostało już bardzo wiele opracowań i jest ono powszechnie przyjmowane jako mechanizm prowadzący do wygaszenia interferencji kwantowych na skutek sprzężenia badanego układu kwantowego z makroskopową kąpielą, charakteryzującą się znacznymi fluktuacjami opisujących je wielkości fizycznych¹⁸. Ogromna szybkość dekoherencji powoduje, iż pomiar dokonany na mikroskopowym układzie kwantowym przy pomocy makroskopowego

¹⁶J.A. Wheeler, *Law without law*, s. 185.

¹⁷W.P. Grygiel, Consistent Quantum Histories: Towards a Universal Language of Physics, *Concepts of Physics*, 4 (2007) 75.

¹⁸R. Omn'és, *Quantum Philosophy: Understanding and Interpreting Contemporary Science*, Princeton and Oxford: Princeton University Press 1999, ss. 199–202.

urządzenia daje wynik odpowiadający wartości własnej w jednym ze stanów własnych, wchodzących w skład stanu splątanego, opisującego dany układ. Nie ulega więc wątpliwości, iż dekoherencja pozwala na redukcję wektora falowego bez jakiegokolwiek udziału świadomego obserwatora, a redukcja ta może powszechnie zachodzić we Wszechświecie, gdzie nie mają miejsca świadome akty obserwacji. Innymi słowy, pomiar stanowi pewną wąską klasę procesów fizycznych, w których dekoherencja wywołuje redukcję wektora falowego, a sam obserwator nie jest rozróżnialny od wszystkich innych obiektów makroskopowych, mogących oddziaływać z układami kwantowymi. Pojęcie obserwatora w klasycznie rozumianym sensie świadomego podmiotu poznającego nie znajduje na gruncie teorii dekoherencji żadnego uzasadnienia.

Przechodząc obecnie do krótkiej prezentacji rozwiązania problemu obserwatora w mechanice kwantowej przy pomocy *interpretacji wieloświatowej* Hugh Everetta¹⁹, dość zaskakującą wydaje się być obserwacja, iż oczekiwany efekt neutralizacji obserwatora jest, ściśle biorąc, neutralizacją problemu pomiaru. W momencie bowiem, kiedy dokonywany jest pomiar, wszystkie możliwe rezultaty, wynikające z opisu stanu układu przy pomocy splątanych funkcji falowych, rzeczywiście współistnieją w superpozycji odrębnych wszechświatów, opisywanych globalną funkcją falową Ψ . Jak zauważa Roger Penrose, problem obserwatora w tej interpretacji dotyczy pytania o to, dlaczego nie rejestruje on rezultatów we wszystkich wszechświatach jednocześnie²⁰. Zakłada się więc, że w każdym z wszechświatów istnieje „kopia” obserwatora, który doświadcza właściwego dla tego wszechświata wyniku pomiaru.

¹⁹H. Everett, Relative State Formulation of Quantum Mechanics, *Reviews of Modern Physics*, 29 (1957) 454. Zob. także Ch. Isham, *Lectures on Quantum Theory: Mathematical and Structural Foundations*, London: Imperial College Press 1995, ss. 183–187.

²⁰Szczegóły dyskusji interpretacji wieloświatowej oparte są na rozważaniach Rogera Penrose’a z uwagi na jego wnikliwą analizę zagadnienia obserwatora: R. Penrose, *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, New York: Alfred Knopf 2005, ss. 784–785, 806–810.

Innymi słowy, mentalny stan takiego obserwatora splątany jest jedynie z postrzeganym przez niego stanem badanego układu.

W efekcie, obserwator twierdzi, iż istnieje tylko jeden wszechświat, a redukcja wektora falowego prowadzi do wyeliminowania innych stanów, wchodzących w skład superpozycji. Podstawowym mankamentem interpretacji wieloświatowej jest, jak stwierdza Penrose, niezdolność do uzasadnienia, *dlaczego* obserwator rejestruje taką, a nie inną wartość obserwabli oraz *dlaczego* nie ma możliwości obserwacji wszystkich rezultatów pomiarów jednocześnie. Rozwiązania tego powinna dostarczyć nowa, nieistniejąca jeszcze, teoria *postrzegania*, która w swojej dokładności nie powinna ustępować mechanice kwantowej²¹.

3. INWERSJA PENROSE' A

Niezależnie od fizykalistycznych czy też dualistycznych preferencji, zaprezentowane powyżej próby „urealnienia” funkcji świadomego obserwatora wykazują istotną trudność w ścisłym określeniu natury świadomości oraz specyfiki stanów mentalnych i ich relacji do stanów fizycznych w mózgu człowieka (problem *mind-body*). Współczesne badania w obrębie nauk kognitywnych sugerują dość szeroki wachlarz rozwiązań, których wyniki jednak nadal odnoszą się do filozoficznych stanowisk w kwestii problemu *mind-body*. Z koncepcji dualistycznych na uwagę z pewnością zasługują propozycje H.P. Stapp²² a oraz J.C. Ecclesa i F. Becka²³, zgodnie z którymi wzmocnienie mikroskopowych stanów kwantowych w mózgu, na które bezpośrednio oddziałuje umysł (wolna wola), przejawia się w skali makroskopowej jako konkretna czynność podjęta przez człowieka. Z koncepcji utrzymanych w duchu psychofizycznego *monizmu*, gdzie świadomość łączy się z materią na fundamentalnym poziomie Wszechświata, warto

²¹R. Penrose, *The Road to Reality*, s. 784–785, 806–810.

²²Stapp, H., *Quantum theory and the role of mind in Nature. Found. Phys.* 31 (2001) 1465–1499.

²³F. Beck, J.C. Eccles, “Quantum aspects of brain activity and the role of consciousness”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **89** (1992) 11357–11361.

wyróżnić holistyczne ujęcie Davida Bohma²⁴, wykorzystujące postulowaną przez niego koncepcję *ukrytego porządku* (ang. *implicate order*). Z podejść o nastawieniu bardziej fizykalistycznym wskazać należy natomiast *kwantową teorię dynamiki mózgu* M. Jibu i K. Yasue²⁵, opartą na analogii do efektów łamania symetrii w nadprzewodnikach. Jak słusznie zauważa we wspomnianym na wstępie artykule M. Woszczyk, trudno w tych koncepcjach dopatrzeć się jednoznacznej definicji stanu fizycznego w mózgu człowieka, który stanowiłby bazę dla formowania się stanów mentalnych oraz świadomości. Co więcej, nie sposób w nich doszukać się tak fundamentalnej dla świadomości składowej czasowej. Można jednak racjonalnie oczekiwać, iż w momencie, gdy przyszała zunifikowana teoria kwantowej grawitacji dostarczy opisu kwantowej struktury czasoprzestrzeni, pozwoli ona również na głębsze wyjaśnienie specyfiki fizycznych stanów mózgu, których czasoprzestrzeń ta okaże się być podstawowym tworzywem.

Podejście Penrose'a, w ramach którego pojawia się konstrukcja „świadomej” skali czasowej, wiąże się bezpośrednio z jego ontologią trzech światów: *matematyki, fizyki oraz umysłu*, której sam Penrose²⁶ jak i liczni komentatorzy poświęcili dotychczas wiele opracowań. Z punktu widzenia niniejszej pracy istotne jest zauważenie, iż w całej plejadzie współczesnych koncepcji teorii umysłu oraz propozycji rozwiązania problemu *mind-body*, Penrose zajmuje stanowisko *fizykalistyczne*, zakładające, iż wszelkie procesy mentalne redukowane są do procesów fizycznych. Co więcej, zagadnienie umysłu będzie, zdaniem Penrose'a, stanowiło istotne ogniwo w zrozumieniu ostatecznych praw, rządzących całą rzeczywistością fizyczną.

Zawężając obecnie refleksję do pomiarów dokonywanych na układach kwantowych, Penrose utrzymuje, iż jedyną interpretacją (onto-

²⁴D. Bohm, “A new theory of the relationship of mind to matter”, *Philosophical Psychology*, 3 (1990) 271–286.

²⁵M. Jibu, K. Yasue, *Quantum brain dynamics and consciousness*, Amsterdam and Philadelphia: John Benjamins 1995.

²⁶Zob. np. R. Penrose, *The Road to Reality*, ss. 816–868, K. Śleziński,

logią w jego języku²⁷), która nie implikuje jakiegokolwiek pojęcia świadomego obserwatora jest zasygnalizowana wcześniej interpretacja zmiennych ukrytych Davida Bohma oraz jego własna koncepcja mechaniki kwantowej, w której redukcja wektora falowego **R** traktowana jest jako grawitacyjnie indukowany, obiektywnie zachodzący proces fizyczny (**OR**)²⁸. W takiej sytuacji oczywiste jest, iż świadomy obserwator nie odgrywa żadnej roli w stymulowaniu redukcji wektora falowego, kiedy dokonywany jest pomiar. Spekulacje Penrose'a, dokonywane na bazie analizy struktury mózgu oraz możliwości istnienia kwantowych stanów splątanych obejmujących znaczne obszary mózgu, wskazują iż to obiektywna redukcja wektora falowego **OR** jest odpowiedzialna za generowanie wrażenia upływu czasu, co stanowi z kolei istotną komponentę świadomości²⁹. Mechanizm tego hipotetycznego procesu jest jednak zbyt skomplikowany, aby zaprezentować go w ramach niniejszego opracowania³⁰. Ostateczną konkluzję, w której Penrose sugeruje całkowite odwrócenie relacji świadomy obserwator — redukcja wektora falowego, najlepiej zilustrować jego własnymi słowami:

Z drugiej jednak strony, wyobrażam sobie, iż zjawisko świadomości, które traktuję jako realny proces fizyczny, powstający w obrębie świata fizycznego, czyni podstawowy użytek z procesu OR. W ten sposób moje stanowisko jest odwrotne w stosunku do opisanych powyżej [innych interpretacji mechaniki kwantowej, przyp. WG], w których, w ten czy inny sposób twierdzi się, iż to świadomość wywołuje redukcję wektora falowego. W moim przekonaniu, to rzeczywisty fizyczny proces R jest (częściowo) odpowiedzialny za świadomość³¹.

²⁷W.P. Grygiel, Interpretacje mechaniki kwantowej jako ontologie mikroświata w ujęciu Rogera Penrose'a, *Logos i Ethos*, 1 (24) 2008, s. 59–72.

²⁸R. Penrose, *The Road to Reality*, ss. 816–868.

²⁹Zob. np. R. Penrose, *Nowy umysł cesarza*, Warszawa: PWN 2000, ss. 445–491.

³⁰S.R. Hameroff, Quantum computation in brain microtubules? The Penrose-Hameroff „Orch OR” model of consciousness. *Philosophical Transactions Royal Society London (A)*. **356** (1998) ss. 1869–1896.

³¹R. Penrose, *The Road to Reality*, s 1032.

Pozostawiając chwilowo na boku kwestię weryfikowalności propozycji Penrose'a, warto zwrócić uwagę na jej dość fundamentalny wydźwięk, wynikający z zanegowania przez nią utrwalonego stereotypu o wręcz „tajemniczym” wpływie świadomego obserwatora na wynik pomiaru kwantowego. Z metodologicznego punktu widzenia najważniejszy jest jednak fakt, iż zanegowanie to nie odbywa się jednak na zasadzie *eksternalistycznego* wprowadzenia kolejnej, apriorycznej zasady, ale wskazaniu metody, dzięki której fizyka staje się samowystarczalna w dostarczaniu modeli, umożliwiających wyjaśnianie coraz bardziej skomplikowanych tajemników świata fizycznego. Jeżeli rzeczywistość Penrose'a koncepcja działania mózgu zostanie ostatecznie zeweryfikowana, będzie to kolejnym istotnym dowodem siły współczesnej metody naukowej w eliminowaniu apriorycznie przyjętych zewnętrznych uzasadnień w miarę pogłębiania wiedzy o świecie fizycznym. Innymi słowy, *metodologiczny naturalizm* znów okaże swoją doniosłość nie pozwalając na dalsze „zapychanie dziur świadomym obserwatorem”.

4. PODSUMOWANIE

Zaprezentowany w niniejszej pracy problem funkcji świadomego obserwatora w pomiarze jest niewątpliwie zagadnieniem złożonym. Złożoność ta wynika z faktu, iż dyskusja tego problemu wymaga odwołania się do jednego z najgoręcej dyskutowanych, a jednocześnie chyba najmniej rozpoznanych obszarów filozofii, jaką jest *filozofia umysłu i kogniwytyka*, a w jej kontekście problem *mind-body*. Powiązanie bowiem aktu świadomego obserwatora z procesem fizycznym jakim jest redukcja wektora falowego implikuje konieczność wyjaśnienia *relacji kauzalnych* jakie miałyby zachodzić między świadomością człowieka, a rzeczywistością fizyczną. Z historycznego punktu widzenia, istotną trudność w tym wyjaśnieniu stanowi ugruntowany przez Kartezjusza *dualizm res cogitans / res extensa*, wprowadzający substancjalne rozróżnienie pomiędzy światem umysłu i światem fizycznym. W kontekście tego dualizmu, stany ludzkiej świadomości

posiadają ściśle subiektywny (psychologiczny) charakter, którego nie da się ująć w postaci zobiektywizowanych praw przyrody. Praktycznie cały okres filozofii nowożytnej, do czasu nastania stymulowanego pozytywizmem behawioryzmu na początku XX wieku, traktuje kwestie świadomości jako zarezerwowane dla sfery subiektywnej. Skoro stany mentalne w mózgu nie są w takiej sytuacji redukowalne do stanów fizycznych, nie ma możliwości uzasadnienia mechanizmu oddziaływania świadomości na wynik pomiaru kwantowego, na bazie *substancjalnego dualizmu*.

Przedstawiona w niniejszej pracy dyskusja stanowisk, dotyczących kauzalnych oddziaływań świadomości na redukcję wektora falowego, zdaje się wskazywać, iż *de facto* oddziaływania te postulowane były przez zwolenników *fizykalistycznego* rozwiązania problemu *mind-body*. Jest to w zasadzie jedyne rozwiązanie, które hipotetycznie umożliwia *kauzalne* powiązanie stanów mentalnych obserwatora z badanym układem przy pomocy oddziaływań, ujmowanych prawami nauk przyrodniczych. Nawet jeśli podejście Johna von Neumanna zakładało istnienie dualizmu, traktującego świadomość jako sferę nieredukowalną do materii, opisywanej przy pomocy fizyki, to postulat ten wyraża raczej metodologiczną bezradność nauki wobec zjawisk, zachodzących w świadomości człowieka, niż ontologicznie zaangażowane stanowisko.

Postulat wpływu świadomego obserwatora na wynik pomiaru kwantowego, wprowadzony przez von Neumanna oraz Londona i Bauera, napotyka w pierwszym rzędzie na istotną trudność ze względu na praktyczny brak precyzyjnej definicji świadomości, umożliwiającej ściśle uzasadnienie tego wpływu. W szczególności, nie formułują oni na czym miałyby polegać struktura *fizycznych stanów* w mózgu, które mogłyby być fundamentem dla zaistnienia *stanów mentalnych*. Nie da się ukryć, iż koniec lat trzydziestych, kiedy publikowali oni swoje prace, zdecydowanie poprzedza moment, w którym nauki kognitywne umożliwiły przypadające na lata sześćdziesiąte, pierwsze próby sformułowania naukowych modeli umysłu. Nawet jeśli we współczesnych kwantowych modelach umysłu powraca stanowisko dualistyczne (np.

Stapp czy Eccles i Beck), to ewidentnie pozostawia ono kwestię stanów mentalnych poza ramami opisu fizykalnego. Co więcej, modele te skupiają się raczej na zagadnieniu jak makroskopowe zachowania istot świadomych wygenerować z przewidywanych mikrostanów w mózgu, a zdecydowanie mniej poruszają kwestię ewentualnych sprzężeń tych stanów z kwantowymi stanami badanych układów w trakcie pomiaru. Innymi słowy, można odnieść wrażenie, iż wraz z rozwojem samej fizyki, a także nauk kognitywnych problem pomiaru naturalnie „oddala się” od kwestii świadomości i relegowany zostaje do obszaru standardowego oddziaływania urządzenia pomiarowego z badanym układem kwantowym. W fizyce dziś powszechnie przyjmuje się, iż oddziaływanie to opisuje omawiany wcześniej proces *dekoherencji*, w którym redukcja wektora falowego wiąże się z wygaszaniem interferencji kwantowych pod wpływem fluktuacji wartości wielkości fizycznych makroskopowego otoczenia. Świadomość obserwatora nie odgrywa w tym procesie żadnej kauzalnej roli i ostatecznie nie ma wręcz potrzeby zaprzęgnięcia w dyskusję argumentów kognitywistycznych.

Jaki zatem sens miało dyskutowanie koncepcji umysłu Rogera Penrose’a? Nie da się ukryć, iż do samego zagadnienia partycypacji świadomości obserwatora w przysłowiowym „uśmiercaniu kota Schrödingera” koncepcja ta na dzisiejszy dzień nie wnosi wiele. Jej znaczenie dla niniejszej pracy ma charakter bardziej retoryczny, gdyż stwierdzenie, iż to redukcja wektora falowego generuje świadomość bezpośrednio zadaje kłam utrwalonym stereotypom o niewielkiej wartości naukowej. Sytuacja stałaby się z pewnością znacznie bardziej interesująca, gdyby ontologiczne hipotezy Penrose’a znalazły uzasadnienie w przyszłej zunifikowanej teorii kwantowej grawitacji. Tak czy inaczej, w przedyskutowanym procesie eliminacji świadomego obserwatora z procesu kwantowego pomiaru ujawnia się siła współczesnej metody naukowej, gdzie naturalizm metodologiczny neutralizuje wszelkie od zewnątrz wprowadzone, heurystyczne hipotezy.

SUMMARY***THE OBJECTIVE STATUS OF AN OBSERVER IN QUANTUM MECHANICS ACCORDING TO ROGER PENROSE***

Unlike in the classical regime, the measurement performed on a quantum system perturbs the state of the system and its properties remain unknown between measurements. Several early interpretations of quantum mechanics suggested that the reduction of the wave vector that occurs in a measurement is effected by a conscious act of an observer. For example, London and Bauer fostered the conviction that it is the act of observation that decides on the fate of the Schrödinger cat. Later developments of quantum mechanical formalism, e.g., decoherence, indicated that there was no need to causally link the mental states of an observer with the purely physical process of a quantum measurement. In particular, the novel quantum models of human brain put forward by Roger Penrose suggest that it is the reduction of the wave vector that causes conscious act of the observer. Although this reversal does not clarify the specifics of the quantum measurement process directly, it illustrates the principle of methodological naturalism whereby externally introduced heuristic postulates are replaced by well justified scientific explanations.

Aleksandra KUREK

Obserwatorium Astronomiczne, Uniwersytet Jagielloński

Łukasz KUKIER

Katedra Fizyki Teoretycznej, KUL

Marek SZYDŁOWSKI

Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych,

Centrum Układów Złożonych, Uniwersytet Jagielloński

Paweł TAMBOR

Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych

WSTĘP DO BAYESOWSKIEJ METODOLOGII WSPÓŁCZESNEJ KOSMOLOGII

1. WSTĘP

O naszym wieku zwykło się mówić jako o złotym wieku kosmologii. Tak jest w istocie od czasu gdy w kosmologii otworzyły się możliwości pomiaru pewnych jej parametrów określających to, co zwykło się nazywać *standardowym modelem kosmologicznym*. Sytuacja jest w pewnym sensie analogiczna do ukonstytuowania się modelu standardowego cząstek elementarnych. Odkrycia z ubiegłego wieku z dziedziny cząstek elementarnych doprowadziły do modelu struktury materii obejmującego swym zasięgiem nie tylko zjawiska ze świata cząstek, lecz również z fizyki jądrowej, atomowej, a także chemii. Wyłonił się standardowy model cząstek, który większość fizyków uważa za słuszny. Oczywiście model ten posiada pewne luki, lecz charakteryzuje go logicznie spójna struktura wewnętrzna z wieloma powiązaniem i przede wszystkim moc wyjaśniania oraz opisu zjawisk. Model

ten posiada zbyt wiele parametrów, których wartość trzeba ustalać „ręcznie”, żeby teoretycy mogli go uważać za teorię fundamentalną. Charap zauważa, że jeszcze sto lat temu większość fizyków bez wahania zgodziłaby się, że wiele wielkości fizycznych, którymi się posługujemy, używając ich do opisu świata, musi być przyjęta jako dane [Charap, s. 108]. Charap podkreśla bardzo istotną dla nas sprawę, że u progu nowego wieku fizycy w większości zgadzają się co do tego, że powinno być możliwe wyprowadzenie *całej podstawowej fizyki* z niewielkiej liczby parametrów (dla przykładu model standardowy zawiera takich parametrów 26). Analogiczny proces emergencji nastąpił w kosmologii doprowadzając do ukonstytuowania się *standardowego modelu kosmologicznego*. Model ten jest scharakteryzowany poprzez parametry, które, jak sądzimy, powinny być wyznaczone albo z obserwacji, albo zostać określone poprzez bardziej fundamentalną teorię. W tym momencie do gry wchodzi kosmologia obserwacyjna, w której istotną rolę odgrywa stawianie hipotez oraz ich potwierdzanie i wzmacnianie. Celem kosmologii jako teorii efektywnej staje się wyznaczenie parametrów z pomysłowością oraz precyzją. W pracy pokazemy, że sposób zdobywania wiedzy we współczesnej kosmologii można zrekonstruować w ramach *metodologii bayesowskiej*. Sytuacja jest w pewnym sensie podobna do tej, którą napotyamy w ekonometrii, gdzie mamy do czynienia z ogromnymi strumieniami danych, podobnie do kosmologii, i zmierzamy w kierunku opisu teorii ekonomicznej oddającej złożoność gospodarki¹.

2. ‘KOSMOLOGIA 2008’ JAKO TEORIA EFEKTYWNA

Pojęcie *teorii efektywnej* staje się, w kontekście współczesnej kosmologii, niezwykle ciekawym zjawiskiem metodologicznym. Wyrażenie *teoria efektywna* staje się powoli terminem technicznym o jasno zarysowanych własnościach. Ta część naszej pracy będzie, po pierwsze, próbą wskazania na specyficzne cechy teorii efektywnych

¹Dane te posiadają swoją cenę w odróżnieniu od danych astronomicznych, które są rozdawane po zerowych kosztach.

w kontekście kosmologicznym; po drugie, zarysowaniem ogólnego planu metodologicznej dyskusji dotyczącej relacji teorii efektywnych do teorii i modeli jako jakich, a także do możliwości istnienia teorii fundamentalnej.

Jak wygląda ten metodologiczny obraz modeli kosmologicznych? Modele te, próbując opisywać dynamikę Wszechświata jako całości, opierają się na Ogólnej Teorii Względności, bądź jej odmianach. Do materii wypełniającej Wszechświat aplikuje się emergentne teorie fizyczne, takie jak teoria oddziaływań elektroślabych Weinberga-Salama, chromodynamika kwantowa oraz inne efektywne teorie fizyczne, które opisują Wszechświat do coraz wyższych energii oddziałujących cząstek.

Korzystając z naziemnych i kosmicznych laboratoriów, kosmologia współczesna przestaje być wyłącznie nauką dedukcyjną. W ostatnich latach dokonało się zasadnicze przejście w metodologii badań od badania jakościowych własności różnych rozwiązań równań Einsteina do wyznaczania parametrów kosmologicznych. Zmienia się przy tym rozumienie samego modelu kosmologicznego. Mniejszy nacisk położony jest na analizę modelu jako struktury; model jest charakteryzowany przede wszystkim przez zbiór parametrów. Badania empiryczne otwierają możliwość wyznaczania parametrów kosmologicznych. W procesie formułowania się *kosmologicznego modelu standardowego* istotną rzeczą staje się zatem nie tylko kwestia potwierdzenia (ewentualnie falsyfikacji) modelu, ale także selekcja modeli. Ta natomiast dotyczy zarówno modeli jako takich, jaki i parametrów. W tym procesie niezwykle ważne jest wyodrębnienie tzw. parametrów istotnych, czyli takich, które w wystarczający i zupełny sposób konstytuują model.

Ta nowa metodologia badań naukowych bazuje naturalnie na świadomości, że kosmologowie dysponują pewnym modelem teoretycznym, co do którego jesteśmy pewni, że z grubsza opisuje dzisiejszy Wszechświat oraz daje poprawne predykcje procesów fizycznych zachodzących w jego przeszłości. Jak pokazują nasze wcześniejsze

prace² dotyczące różnych metod selekcji modeli, różne kryteria faworyzują różne cele badawcze: kryterium AIC ³ maksymalizuje dokładność predykcji; BIC próbuje określić maksymalne zbliżenie modelu teoretycznego do prawdziwego modelu⁴. Oczywiście kosmologowie są świadomi także fizycznych ograniczeń przyjętego modelu; chociażby przez fakt, że Wszechświat nie jest ściśle jednorodny i izotropowy, lecz na gruncie tego modelu realizowana jest funkcja testowania teorii z uwagi na proste formuły na obserwable. Skonstruowany, przy koniecznych założeniach idealizacyjnych, model posiada moc przewidywania nowych faktów, takich jak np. przyspieszona ekspansja Wszechświata. Dzięki odkryciu nowych faktów obserwacyjnych dokonuje się korekt samej teorii, a w konsekwencji jej ściślejsze powiązanie z obserwacją. Zatem we wszelkich rozważaniach teorio-modelowych należy, właśnie z racji tego związku teorii z obserwacjami w procesie selekcji i konfirmacji hipotezy, uwzględnić swoistą temporalność rozwiązań.

Coraz częściej pojawiają się także prace, które podejmują próby wyjścia poza model grawitacji opartej na einsteinowskich równaniach pola i poszukiwań rozwiązań (problemu ciemnej energii) w modyfikacji tych równań⁵.

²Kurek-Szydłowski, *Kryterium Akaike: prostota w języku statystyki*. Praca przyjęta w druku w Rocznikach Filozoficznych KUL.

³Obok zaprezentowanych metod bayesowskich, istnieje kryterium oceny pewnych własności modelu nazywane Informacyjnym Kryterium Akaike AIC (*Akaike Information Criterion*); $AIC = -2 \ln \tilde{L} + 2k$; gdzie \tilde{L} jest maksimum funkcji wiarygodności dla parametrów modelu, k — liczbą parametrów modelu.

⁴Podobnym kryterium do AIC jest $BIC = -2 \ln \tilde{L} + k \ln N$, z tym że BIC (*Bayesian Information Criterion*) jest kryterium bayesowskim (ma podstawy w teorii bayesowskiej).

⁵Obok koncepcji ciemnej energii jako pewnego rodzaju substancji napędzającej przyspieszającą ekspansję Wszechświata istnieje propozycja, że źródłem tej akceleracji jest fakt, że równania Einsteina nie są poprawnym opisem ewolucji Wszechświata na jego obecnym etapie. W związku z tym konstruowane są modele kosmologiczne o symetrii R-W na gruncie uogólnień teorii grawitacji. Propozycji jest bardzo wiele, począwszy od opisu grawitacji opartym na skalarno-tensorowej teorii Dickego-Bransa, do tzw. nieliniowych uogólnień teorii grawitacji opartej na uogólnionym lagrangianie dla grawitacji, tj. $L = L(R)$, gdzie R jest skalarem Ricciego. W tych teoriach równania Friedmana przyjmują postać standardowych plus pewne poprawki wynikające z tych

W przypadku współczesnej kosmologii naocznie widać, że składnikami teorii Wszechświata nie są uniwersalne prawa, odnoszące się do całości, lecz modele, które są konstruowane, by realizować bardzo specyficzne cele badawcze. Co więcej, obserwacja tych struktur, na które składają się wytwory nauki, jawnie pokazuje, że modele są nabywane na modelach. Rozważana struktura, którą tworzą teorie efektywne, może być zatem rozpatrywana na kilku płaszczyznach:

- Teorie synchronicznie bazują na sobie, posiłkują się nawzajem. W kosmologii wygląda to następująco: scenariusz ewolucyjny Wszechświata jest nabudowany nie tylko na zakładanym modelu geometrycznym czasoprzestrzeni, ale również na różnych modelach fizycznych⁶. Gdy chcemy na przykład interpretować obserwacje, powiedzmy SNIa, musimy założyć model supernowej, co jest ważne dla interpretacji tzw. krzywych blasku. Czyli mamy konstrukcje — modele na modelach, a to, co nazywamy kosmologią, stanowi w istocie konstrukcję bardzo złożoną, ponieważ te modele z kolei opierają się na innych.
- Teorie przechodzą jedna w drugą przy przejściach granicznych, tworząc emergentny szereg wzajemnie warunkujących się propozycji teoretycznych.
- Teoria efektywna rozwija się pod wpływem nowych świadectw empirycznych. W tym miejscu na arenę wkraczają techniki konfirmacji bayesowskiej. Dobrą sytuacją obrazującą to zjawisko byłoby porów-

uogólnień. Efekty dodatkowych poprawek są interpretowane jako niesubstancjalna ciemna energia, o ile prowadzą do przyspieszonej ekspansji Wszechświata. Bardzo ważną klasę uogólnień klasycznej grawitacji stanowią tzw. modele branowe otrzymane przy założeniu, że Wszechświat posiada dodatkowe wymiary, natomiast nasza czasoprzestrzeń jest pewną hiperpowierzchnią w tej wielowymiarowej czasoprzestrzeni. Zakłada się, że równania Einsteina obowiązują na wielowymiarowej czasoprzestrzeni, tak że na branie równania Friedmana posiadają dodatkowe człony, jako konsekwencja zanurzenia brany w wielowymiarowej czasoprzestrzeni. Najpopularniejszym modelem tej kategorii jest model Dvali-Gabadadze-Porrati, który wyjaśnia akcelerację. Póki co równania Einsteina są starannie testowane poprzez pomiary w naszym układzie planetarnym i w tej skali wynik jest następujący: Einstein trzyma się dobrze (Damour i inni) [Durrer, Movahed, Lobo].

⁶Przykłady: proces nukleosyntezy, która zachodzi np. w gwiazdach; model opisujący zachowanie plazmy gluonowo-kwarkowej przez kwantową chromodynamikę; modele mechanizmów promieniowania, itd.

nanie stopnia potwierdzenia dwóch hipotez: modeli LCDM⁷ i CDM⁸, ale na podstawie danych empirycznych dostępnych w latach 90-tych. Sytuacja wygląda tak, że ówczesne dane nie są w stanie wyselekcjonować *lambda* jako nowego istotnego parametru, czyli LCDM i CDM są statystycznie nieodróżnialne przy aktualnych danych. Być może to jest przykład paradoksu Goodmanna w wersji kosmologicznej⁹.

3. BAYESOWSKA TEORIA KONFIRMACJI

Współczesna filozofia nauki ma charakter pluralistyczny. Jednym z przejawów tej różnorodności jest bayesianizm (bayesowska teoria konfirmacji), który wpisuje się w wizję uprawiania nauki proponowaną przez logiczny empiryzm [Carnap, Reichenbach] — konfirmowania (potwierdzania) hipotez, teorii na podstawie świadectw empirycznych. Podejście bayesowskie odwołuje się do ilościowego i jakościowego ujęcia konfirmacji. W aspekcie ilościowym jest to wnioskowanie zawodne polegające na potwierdzaniu hipotez, teorii w oparciu o dane empiryczne poprzez wyznaczanie miar probabilistycznych (prawdopodobieństw) tych hipotez, teorii, mianowicie subiektywnych (bayesowskich) prawdopodobieństw. Narzędziem pozwalającym na obliczanie

⁷Lambda Cold Dark Matter Model: model kosmologiczny jednorodny i izotropowy przestrzennie i płaski, wypełniony zimną relatywistyczną materią dwuskładnikową (spełniającą równanie stanu dla pyłu $p = 0$) oraz ciemną, z członem kosmologicznymi.

⁸Jak wyżej, lecz bez członu kosmologicznego. Człon ten jest postulowany dla wyjaśnienia przyspieszonej ekspansji Wszechświata na jego obecnej fazie ewolucji. Stała kosmologiczna jest obecnie najlepszym kandydatem na wyjaśnienie zagadki akcelerującego Wszechświata; zagadki zwanej też problemem ciemnej energii.

⁹Paradoks Goodmanna jest paradoksem bayesowskiej teorii konfirmacji w ogólności. Oczywiście ma on zastosowanie do konfirmacji każdej hipotezy. Weźmy hipotezę akcelerującego Wszechświata opisywanego przez model LCDM. Teoria konfirmacji powiada, że z tą hipotezą jest zgodna nieskończona liczba innych hipotez, np. takich, że w przyszłości Wszechświat będzie hamował, a później akcelerował, itd. Każda podobna hipoteza będzie tak samo potwierdzona w świetle danych. Oczywiście, jeśli interesują nas jedynie retrodykcje, to problemu nie ma, ponieważ obserwacje odległych supernowych już odrzuciły konkurenta CDM. Czyli paradoks Goodmanna dotyczy raczej hipotez odnoszących się do przyszłej ewolucji Wszechświata, np. konfirmacji „big-crunchu”.

rozważanych miar jest twierdzenie Bayesa¹⁰. W aspekcie jakościowym eksplikuje się związki pomiędzy hipotezami, teoriami, a obserwacjami, które je potwierdzają. Wymiar jakościowy jest logicznie pierwotny względem ilościowego — do określenia stopnia konfirmacji musimy znać związek zachodzący między zdaniem konfirmowanym a raportem obserwacyjnym.

3.1. BAYESOWSKA (WSPÓŁCZESNA) DEFINICJA PRAWDOPODOBIENSTWA

W bayesowskiej interpretacji prawdopodobieństwa¹¹ rezygnuje się z pojęcia *losowej natury zjawiska*, a co za tym

¹⁰Należy naturalnie rozróżnić między bayesianizmem jako nurtem wiodącym w filozofii nauki, a statystyką bayesowską, którą interesuje to, jak pewne wielkości liczyć. Nikt nie ma wątpliwości co do tego, że twierdzenie Bayesa jest w sensie ścisłym twierdzeniem matematycznym. Właśnie dlatego należy sobie uświadomić, że być „bayesianistą”, znaczy coś więcej niż jedynie posługiwać się twierdzeniem Bayesa. Znaczącemu sukcesowi bayesowskiej teorii konfirmacji na takich polach działalności ludzkiej, jak fizyka, biologia, medycyna, kognitywistyka, towarzyszą zasadnicze ograniczenia zwłaszcza natury poznawczej. Radykalny wyznawca bayesizmu powie, że metoda ta może być zawsze stosowana. Często w literaturze przedmiotu dokonuje się porównania bayesizmu do innych metod indukcyjnej konfirmacji hipotez, stawiając bayesizm w roli rywala innych podejść. Propozycją autorów artykułu jest wykazanie, że proponowana metoda wzmacniania przekonań naukowych, mając swoje zalety i wady, służy osiągnięciu specyficznych celów poznawczych, i jako taka nie rości sobie pretensji to bycia procedurą uniwersalną.

¹¹Koncepcja prawdopodobieństwa została również sformułowana przez Poppera. Trzy podstawowe cechy tej teorii to: (1) formalność — nie zakłada się żadnej określonej interpretacji prawdopodobieństwa, jednak dopuszcza się wszystkie znane podejścia do miary probabilistycznej, (2) autonomiczność — probabilistyczne wnioski wyprowadza się z przesłanek probabilistycznych, tzn. probabilistyka to metoda przekształcania jednych prawdopodobieństw w drugie, (3) symetryczność — przy danym prawdopodobieństwie $P(b|a)$ mamy zawsze prawdopodobieństwo $P(a|b)$, nawet gdy $P(b) = 0$, gdzie a, b należą do S -uniwersum dyskursu, czyli systemu elementów dopuszczalnych. Szersze omówienie formalnej teorii prawdopodobieństwa Poppera występuje w [Popper]. Można pokusić się także o wskazywanie możliwych związków, głównie o charakterze interpretacyjnym, między metodologiami: bayesowską a Popperowską. Nie ma tu miejsca na szczegółowe analizy, niemniej jednak wskaźmy na podstawowe intuicje wykraczające poza klasyczny paradygmat. Statystyka klasyczna

idzie z pojęcia *zmiennej losowej* i *zdarzenia losowego*. Zdarzenia losowe zastępuje się zdaniami, tezami, z tym, że każde zdarzenie (losowe i elementarne) można wyrazić w postaci zdania, tezy. Do operacji na zdaniach służy logika zdań, oparta na algebrze Boole'a [Goodstein], w której podstawowe operacje to negacja, suma logiczna i iloczyn logiczny. Ponadto we współczesnej teorii prawdopodobieństwa odrzuca się pojęcie typowe dla statystycznego podejścia do miary probabilistycznej, mianowicie pojęcie *populacji*. Historycznie rzecz ujmując powrót do bayesowskiej wizji prawdopodobieństwa — J. Bernoulli (1654–1705), P.S. Laplace (1749–1827) nastąpił w latach dwudziestych i trzydziestych XX-go wieku. Do najwybitniejszych przedstawicieli tego podejścia zaliczani są: J.M. Keynes [Keynes], E.T. Jaynes [Jaynes], H. Jeffreys [Jeffreys] oraz B. De Finetti [De Finetti].

Prawdopodobieństwo — zgodnie z bayesowską definicją — jest to miara subiektywnego przekonania (liczbowy stopień subiektywnego przekonania) o prawdziwości hipotezy H (zdania, sądu logicznego) na podstawie świadectw empirycznych E (zdania, sądu logicznego opisującego świadectwa empiryczne). Miara ta wyznaczana jest przy użyciu twierdzenia Bayesa:

$$P(H|E) = \frac{P(H) \cdot P(E|H)}{P(E)} = \frac{P(H) \cdot P(E|H)}{\sum_i P(H_i) \cdot P(E|H_i)}, \quad (1)$$

przy czym H — hipoteza pierwotna, $H|E$ — hipoteza wtórna, gdzie H i $H|E \in R$ oraz

$$\bigcup_i H_i = T \quad \text{i} \quad H_i \wedge H_j = \emptyset = \neg T \bigwedge_{i,j} \Rightarrow E = \bigcup_i E \wedge H_i, \quad (2)$$

jest często postrzegana jako bliska Popperowskiej wizji nauki opierającej się na rozumowaniu dedukcyjnym: wysuwane hipotezy są testowane i odrzucane, jeśli nie wytrzymują prób obalenia. Statystykę bayesowską natomiast często interpretuje się w kluczu wnioskowania indukcyjnego: startujemy z pewnego rozkładu przyjmowanego *a priori*, zdobywamy dane i uzyskujemy rozkład prawdopodobieństwa *a posteriori*. Naszym zdaniem, przy pewnych założeniach (na przykład, jeśli pierwotny rozkład prawdopodobieństwa nie traktować jako osobiste przekonanie badacza, a część modelu, który reprezentuje hipotezę; i jeśli wysuwać i testować bardzo odważne hipotezy) można procedury bayesowskie włączyć w Popperowski schemat wnioskowania falsyfikującego.

gdzie T — tautologia (zdanie zawsze prawdziwe), \emptyset — zdanie zawsze fałszywe. Prawdopodobieństwo hipotezy H pod warunkiem danych E (prawdopodobieństwo wtórne hipotezy H) obliczamy mnożąc prawdopodobieństwo *a priori* (pierwotne) hipotezy H przez prawdopodobieństwo danych E pod warunkiem hipotezy H i dzieląc ten iloczyn przez prawdopodobieństwo danych E . Miara probabilistyczna danych E jest równa sumie prawdopodobieństw *a priori* pomnożonych przez prawdopodobieństwa danych E pod warunkiem tych hipotez (wskaźnik sumowania odpowiada liczbie rozważanych hipotez). Definicja ta jest subiektywna ze względu na aprioryczny wybór rozkładu H — $P(H)$ określonego na zbiorze zdań. Prior $P(H)$, który nazywany jest również nieinformacyjnym (obiektywnym) rozkładem H , odzwierciedla stan braku wiedzy o hipotezie H .

Interpretacja taka, tzn. opierająca się jedynie na uzyskanych świadectwach empirycznych, może zostać istotnie uzupełniona o czynnik niejako nakładający ograniczenia na dane wykorzystywane do konfirmacji danej tezy — pewną wiedzę o zagadnieniu dotyczącym rozpatrywanej tezy. Zatem bayesowska teoria prawdopodobieństwa pozwalająca na dokonanie oceny stopnia racjonalnego zaufania (*degree of belief*) wobec hipotezy H może bazować na dwóch informacjach (zdaniach, tezach). Mianowicie na: (1) danych empirycznych D uzyskanych w wyniku obserwacji oraz (2) pewnej nagromadzonej wiedzy W o zagadnieniu dotyczącym rozważanej hipotezy H . W tym ujęciu przez $P(H|W)$ będziemy rozumieć prawdopodobieństwo *a priori* (prior, prawdopodobieństwo zaczątkowe), natomiast przez $P(H|D \wedge W)$ ¹² prawdopodobieństwo *a posteriori* (posterior, prawdopodobieństwo wynikowe). Zauważmy, iż rozróżnienie na D i W może być często bardzo użyteczne, albowiem wyniki z poprzedniego eksperymentu mogą być uznane za element W lub D . Każdej rozpatrywanej hipotezie (tezie) H przypisujemy, na podstawie posiadanych informacji

¹²Osąd ten nie może wybiórczo traktować żadnego z warunków W lub D , ponieważ pozostawałoby to sprzeczne z dezyderatem spójnego wnioskowania — przy zgłębianiu problemu muszą być wzięte pod uwagę wszystkie istotne dla zagadnienia informacje, bez ich cenzurowania (patrz niżej).

I , określona wiarygodność¹³ (hipotezę) $H|I$, czyli nasze przekonanie do danej tezy H w świetle I . Fundament tak rozumianej bayesowskiej definicji prawdopodobieństwa stanowią dezyderaty spójnego wnioskowania [Nowak]:

I. Wiarygodność każdej tezy wyraża się liczbą rzeczywistą oraz (1) mała zmiana wiarygodności implikuje małą zmianę jej prawdopodobieństwa, (2) większej wiarygodności odpowiada większa wartość jej prawdopodobieństwa.

II. Jakościowa zgodność ze zdrowym rozsądkiem.

III. Dezyderat konsekwentnych i rzetelnych studiów zagadnienia: (a) Jeśli konkluzję można wydedukować więcej niż jedną drogą, wszystkie metody muszą doprowadzić do tej samej wiarygodności. (b) Przy zgłębianiu problemu muszą być wzięte pod uwagę wszystkie istotne dla zagadnienia informacje, bez ich cenzurowania. (c) Jeśli w dwóch lub więcej problemach stan wiedzy jest ten sam, wszystkim tym problemom musi być przypisany ten sam poziom wiarygodności. Bazując na rachunku logicznym zdań (logice zdań opartej na algebrze Boole'a) i dezyderatach spójnego wnioskowania można pokazać [Nowak] prawa operowania prawdopodobieństwami $H|I$, gdzie H — rozpatrywane zdanie, I — posiadane informacje.

W ramach bayesowskiej definicji miary probabilistycznej często przyjmuje się, że jeśli nie ma żadnych racjonalnych przesłanek, aby preferować jedną hipotezę nad drugą, to należy uznać, że są one jednakowo prawdopodobne. Inaczej: jeśli nic nie wiemy *a priori* o poszczególnych możliwych hipotezach, prawdopodobieństwa tych hipotez powinniśmy przyjąć równe. Zasadę tą nazywa się zasadą nieistotności (*principle of indifference*)¹⁴. W terminach wiarygodności zasada nieistotności przyjmuje postać:

$$P(A_i|W) = \frac{1}{N}, \quad i = 1, \dots, N, \quad (3)$$

¹³Relacja wiarygodności (ang. *credibility*) nie musi istnieć pomiędzy wszystkimi tezami. Taka sytuacja ma miejsce, gdy nie ma logicznego związku między H i I .

¹⁴Nazwa ta pochodzi od Keynes'a. Inne nazwy to zasada niedostateczności (*principle of insufficient reason*) — Laplace'a i postulat Bayesa.

gdzie (a) przynajmniej jedna z hipotez $A_i, i = 1, \dots, N$ jest prawdziwa na podstawie wiedzy W , tzn. $A_1 \vee \dots \vee A_N | W$ ma wartość logiczną jeden, (b) wiedza W implikuje, że $A_i \wedge A_j = \emptyset$ dla $i \neq j$, czyli zdania A_i wzajemnie się wykluczają, (c) $A_1 \vee \dots \vee A_N = T$ w świetle W , czyli hipoteza $A_1 \vee \dots \vee A_N$ jest tezą pewną (zawsze prawdziwą). Warto podkreślić, że zasada ta jest bardzo ważna z tego względu, że pokazuje jak informacja zawarta w wiedzy W prowadzi do wartości liczbowych dla miary probabilistycznej P .

Określenie kryterium wyboru priorów¹⁵ jest przedmiotem sporu. Bayesianiści dzielą się w tej materii na dwie grupy: bayesianistów obiektywnych (m.in. E.T. Jaynes [Jaynes], H. Jeffreys [Jeffreys], R.D. Rosenkrantz [Rosenkrantz]) i subiektywnych¹⁶ (m.in. B. De Finetti [De Finetti], C. Howson i P. Urbach [Howson]). Pierwsi wprowadzają takie kryteria, natomiast drudzy są temu przeciwni. Przykłady ograniczeń nałożonych na wybór priorów to: zasada nieistotności oraz wyznaczanie priorów metodą maksymalnej entropii — E.T. Jaynes, R.D. Rosenkrantz.

Wprowadzimy podstawowe prawa prawdopodobieństwa [D'Agostini], na których bazuje subiektywna definicja prawdopodobieństwa: Niech E i H oznaczają zdania (sądy logiczne). Wartość logiczna zdania $E|H$, czyli E pod warunkiem H jest: (1) prawdziwa, gdy E i H są prawdziwe, (2) fałszywa, gdy E jest fałszywe i H jest prawdziwe, (3) nieznaną, gdy H jest fałszywe. Ponadto pomiędzy dowolną tezą E a tautologią T zachodzą związki:

$$E \subseteq T \Rightarrow E \wedge T = T \quad \text{oraz} \quad E \vee \overline{E} = T. \quad (4)$$

Każdy z rozkładów zdań, tzn. $P(\cdot)$ i $P(\cdot|\cdot)$ ¹⁷ zdefiniowanych na skończonym zbiorze zdań \widetilde{B} ¹⁸ o wartościach z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$, tzn.

¹⁵Kwestia ta, tzn. przypisywanie miar probabilistycznych hipotezom pierwotnym, okaże się bardzo istotna w eksplikacji związku bayesianizmu z założeniami filozoficznymi.

¹⁶Określa się ich często personalistami.

¹⁷·|· jest też zdaniem.

¹⁸Jest to zupełny zbiór zdań zamknięty ze względu na operacje Boole'a.

$P(\cdot) : \widetilde{B} \rightarrow \langle 0, 1 \rangle$, gdzie \cdot oznacza zdanie (sąd logiczny) spełnia następujące aksjomaty:

- (i) $P(\cdot) \in \langle 0, 1 \rangle$ — nie negatywność,
- (ii) $P(T) = 1$ — normalizacja, T — tautologia,
- (iii) $P(E \vee H) = P(E) + P(H)$, gdy $E \wedge H \equiv \emptyset = \neg T$ (zdanie zawsze fałszywe) — skończona addytywność¹⁹.

Zdania spełniające ten warunek są logicznie niezależne. Z aksjomatów (i)-(iii) można wyprowadzić następujące własności:

$$P(E) = 1 - P(\overline{E}), P(\emptyset) = 0, \text{ jeżeli } E \subseteq H, \text{ to } P(E) \leq P(H), \quad (5)$$

$$P(E \vee H) = P(E) + P(H) - P(E \wedge H), \quad (6)$$

$$P(E \wedge H) = P(E|H) \cdot P(H) = P(H|E) \cdot P(E). \quad (7)$$

Ponadto warunek niezależności tez, tzn. $P(E \wedge H) = P(E)P(H)$, jest równoważny warunkom: $P(E|H) = P(E)$ i $P(H|E) = P(H)$. Jeżeli $P(E|H) \neq P(E)$ (tezy E oraz H nie są niezależne — są zależne), to zdania E i H są skorelowane²⁰. Gdy zdanie H warunkujemy tym samym zdaniem H , tzn. $H|H$, to prawdopodobieństwo takiej tezy wynosi 1²¹: $P(H|H) = 1$. W najbardziej ogólnym (i realistycznym) przypadku E i H są warunkowane przez trzecią tezę H_0 , mianowicie:

$$P(E|H, H_0) = \frac{P(E \wedge (H|H_0))}{P(H|H_0)}. \quad (8)$$

Twierdzenie Bayesa przy użyciu zdania H_0 zapisujemy w postaci:

$$P(H|E, H_0) = \frac{P(H|H_0) \cdot P(E|H, H_0)}{\sum_i P(H_i|H_0) \cdot P(E|H_i, H_0)}. \quad (9)$$

¹⁹Jest ona szczególnym przypadkiem σ -addytywności (przeliczalnej addytywności): $P(\bigcup_{n=1}^{\infty} E_n) = \sum_{n=1}^{\infty} P(E_n)$, gdzie (E_n) to zdania należące do nieskończonego zbioru zdań oraz $E_i \wedge E_j \equiv \neg T$ dla każdego i, j .

²⁰Mianowicie: (1) E i H są pozytywnie skorelowane, gdy $P(E|H) > P(E)$, (2) E i H są negatywnie skorelowane, gdy $P(E|H) < P(E)$.

²¹ $P(E|H) = \frac{P(H \wedge E)}{P(H)} = |H = E| = 1$.

Rozważmy aplikacje subiektywnego podejścia do prawdopodobieństwa:

(I) Rozpatrzmy przykład z monetą. Mianowicie niech H_1, H_2, H_3, E będą następującymi zdaniami (hipotezami): H_1 — na obu stronach monety jest orzeł, H_2 — na obu stronach monety jest reszka, H_3 — moneta jest prawidłowa, tzn. na jednej stronie jest orzeł i na drugiej reszka, E — w trzech rzutach monetą wypadły trzy reszki. Chcemy określić prawdopodobieństwo hipotezy: na obu stronach monety jest reszka pod warunkiem, iż w trzech rzutach monetą wypadły trzy reszki. W tym celu korzystamy z twierdzenia Bayesa:

$$P(H_2|E) = \frac{P(H_2) \cdot P(E|H_2)}{P(H_1) \cdot P(E|H_1) + P(H_2) \cdot P(E|H_2) + P(H_3) \cdot P(E|H_3)}, \quad (10)$$

gdzie

$$\bigcup_i H_i = T \quad \text{i} \quad H_i \wedge H_j = \emptyset = \neg T \bigwedge_{i,j} \quad (11)$$

oraz T — tautologia (zdanie zawsze prawdziwe), \emptyset — zdanie zawsze fałszywe. Zauważmy, że w podanym wyżej twierdzeniu Bayesa kluczową sprawą, wpływającą na wartość liczbową rozważanego prawdopodobieństwa, jest wybór rozkładów *a priori* (priorów) hipotez pierwotnych — $P(H)$. Wyboru tego dokonujemy w sposób arbitralny. Ustalmy, iż $P(H_1) = 0.5$, $P(H_2) = 0.3$, a stąd na mocy sumowania się priorów do jedynki mamy: $P(H_3) = 0.2$. Następnie na podstawie klasycznej definicji prawdopodobieństwa²² określamy prawdopodobieństwo hipotezy: w trzech rzutach monetą, na której na obu stronach jest orzeł wypadły trzy reszki — $P(E|H_1) = 0$, prawdopodobieństwo zdania: w trzech rzutach monetą, na której na obu stronach jest reszka wypadły trzy reszki — $P(E|H_2) = 1$, prawdopodobieństwo zdania: w trzech rzutach monetą prawidłową (na jednej stronie orzeł i na jednej stronie reszka) wypadły trzy reszki — $P(E|H_3) = \frac{1}{8}$. Podstawiając wszystkie prawdopodobieństwa hipotez do twierdzenia Bayesa, mamy:

$$P(H_2|E) = 92.3\%. \quad (12)$$

²²Każde zdarzenie losowe i elementarne może być ujęte w zdaniu (hipotezie).

Prawdopodobieństwo szukanej hipotezy: na obu stronach monety jest reszka pod warunkiem, że w trzech rzutach monetą wypadły trzy reszki wynosi 92.3%. Zauważmy jednak, że przy innym wyborze miar probabilistycznych priorów dostaniemy inną wartość prawdopodobieństwa tej hipotezy.

(II) Rozpatrzmy przykład z zachorowalnością na raka. Niech H_1, H_2, E będą następującymi zdaniami (hipotezami): E — rozważamy populację 5000 osób, z których 250 choruje na raka, H_1 — osoba z rozważanej populacji choruje na raka, H_2 — osoba z rozważanej populacji nie choruje na raka. Chcemy określić prawdopodobieństwo hipotezy: osoba z rozważanej populacji choruje na raka pod warunkiem, że rozważamy populację 5000 osób, z których 250 choruje na raka. W tym celu podobnie jak w poprzednim przykładzie skorzystamy z twierdzenia Bayesa:

$$P(H_1|E) = \frac{P(H_1) \cdot P(E|H_1)}{P(H_1) \cdot P(E|H_1) + P(H_2) \cdot P(E|H_2)}. \quad (13)$$

Przyjmijmy następujące prawdopodobieństwo prioru: $P(H_1) = 0.4$, stąd $P(H_2) = 0.6$. Ponadto odwołując się do klasycznej definicji prawdopodobieństwa określamy miarę probabilistyczną zdania: z rozważanej populacji wybieramy osobę chorą na raka — $P(E|H_1) = \frac{250}{5000}$ i prawdopodobieństwo zdania: z rozważanej populacji wybieramy osobę zdrową — $P(E|H_2) = \frac{4750}{5000}$. Wstawiając wszystkie prawdopodobieństwa hipotez do twierdzenia Bayesa mamy:

$$P(H_1|E) = 3.3\%. \quad (14)$$

Prawdopodobieństwo szukanej hipotezy: osoba z rozważanej populacji choruje na raka pod warunkiem, że rozważamy populację 5000 osób, z których 250 choruje na raka jest równe 3.3%.

(III) Rozważmy jeszcze jeden przykład z zachorowalnością na raka. Niech H_1 oznacza zdanie: jedna osoba na 20000 choruje na raka. Prawdopodobieństwo tego zdania wynosi $\frac{1}{20000}$: $P(H_1) = \frac{1}{20000}$.

Założmy, że mamy test, który ma dwa możliwe wyniki: ujemny (–) i dodatni (+). Ponadto test ten daje fałszywy ujemny wynik z prawdopodobieństwem β i fałszywy dodatni wynik z prawdopodobieństwem α . Ujmując to formalnie: $\alpha = P(+|\overline{H}_1)$ oraz $\beta = P(-|H_1)$, gdzie \overline{H}_1 oznacza zdanie: jedna osoba na 20000 nie choruje na raka. Przyjmijmy, że $\alpha = 0.03$, a $\beta = 0.06$. Chcemy określić prawdopodobieństwo hipotezy, że dana osoba jest rzeczywiście chora, czyli następującej hipotezy: jedna osoba na 20000 choruje na raka pod warunkiem, że wynik testu jest dodatni. W tym celu stosujemy twierdzenie Bayesa:

$$\begin{aligned}
 P(H_1|+) &= \frac{P(H_1) \cdot P(+|H_1)}{P(H_1) \cdot P(+|H_1) + P(\overline{H}_1) \cdot P(+|\overline{H}_1)} = & (15) \\
 &= \left| \begin{array}{l} P(+|H_1) + P(-|H_1) = P(+|H_1) + \beta = 1 \\ P(+|\overline{H}_1) = \alpha \\ P(H_1) + P(\overline{H}_1) = 1 \end{array} \right| = \\
 &= \frac{P(H_1)(1 - \beta)}{P(H_1)(1 - \beta) + (1 - P(H_1)) \cdot \alpha} = 0.156\%.
 \end{aligned}$$

Zatem prawdopodobieństwo szukanej hipotezy wynosi 0.156%.

3.2. BAYESOWSKA TEORIA KONFIRMACJI: GŁÓWNE ZAGADNIENIA I TRUDNOŚCI

Jak zostało zaznaczone we wstępie tej części pracy, bayesowska teoria konfirmacji²³ to teoria rozumowania naukowego, w której kluczową rolę odgrywa konfirmacja hipotez, teorii w oparciu o świadectwa empiryczne. Zostanie ona teraz bliżej omówiona²⁴, ze szczególnym uwzględnieniem jej trudności i roli założeń filozoficznych,

²³Bayesianiści tacy jak — J. Earman, P. Urbach i C. Howson [Howson; Earman] stoją na stanowisku, że bayesowska teoria konfirmacji nadaje się nie tylko do analizy pojęcia konfirmacji, ale też innych zagadnień tradycyjnie rozpatrywanych w filozofii nauki, m.in. rewolucyjne zmiany w nauce T. Kuhna, obiektywność nauki (zbieżność miar probabilistycznych *a posteriori* hipotez przy różnych rozkładach pierwotnych hipotez), kryterium odróżniania hipotez *ad hoc*.

²⁴Szersza analiza tego zagadnienia — patrz [Horwich; Bovens; Fitelson, *Studies...*].

mogących mieć swoje odzwierciedlenie we współczesnej kosmologii. Bayesianizm można określić [Kawalec] jako ilościową i normatywną teorię racjonalności naukowej rozpatrywaną w aspekcie synchronicznym i diachronicznym:

- Twierdzenia, hipotezy są racjonalne *synchronicznie*, gdy spełniają aksjomaty nałożone na prawdopodobieństwo²⁵, tzn. aksjomaty (i)-(iii) oraz wyprowadzone na tej podstawie twierdzenie Bayesa. Rozważmy to na przykładzie: niech $P(E|H) = 1$ — hipoteza H implikuje dane E . Wtedy na mocy twierdzenia Bayesa mamy: $P(H|E) = \frac{P(H)}{P(E)}$. Stąd im mniejsze $P(E)$, tym bardziej dane empiryczne potwierdzają hipotezę H — $P(H)$ jest większą wielokrotnością $P(H|E)$. Zatem sytuacja: dana hipoteza H wyjaśnia świadectwa E generuje następującą zależność: większe prawdopodobieństwo E pociąga za sobą większy stopień confirmacji hipotezy H na podstawie danych E .
- W aspekcie *diachronicznym* zmiany twierdzeń, hipotez są wyznaczone przez zasadę (regułę) warunkowania mówiącą, w jaki sposób uaktualniać miarę probabilistyczną twierdzeń, hipotez po otrzymaniu nowych danych empirycznych.

Jeśli spełnione są aksjomaty (i)-(iii)²⁶ i zasada warunkowania, czyli podstawowe (minimalne) elementy bayesianizmu²⁷, to mamy do czynienia z bayesianizmem standardowym. Twierdzenie Bayesa wyprowadza się w oparciu o: (1) aksjomaty (i)-(iii), czyli nienegatywność, normalizację i skończoną addytywność, (2) prawdopodobieństwo

²⁵Sytuację, w której bayesowska teoria confirmacji spełnia te aksjomaty określa się jako *postulat konsekwencji (requirement of coherence)*.

²⁶Patrz s. 73.

²⁷Logika indukcji Carnapa jest odmianą bayesowskiej teorii confirmacji w przypadku, gdy bayesianizm będzie zawierał te cztery podstawowe elementy. W przypadku, gdyby Carnap odrzucił inne sposoby uaktualniania miar probabilistycznych hipotez niż zasada warunkowania, tak by nie było — Carnap do zasady warunkowania włącza parametry mające wpływ na uaktualnianie miar probabilistycznych hipotez.

warunkowe $P(H|E) = \frac{P(H \wedge E)}{P(E)}$. Ujmując to dokładniej:

$$P(H|E) = \frac{P(H \wedge E)}{P(E)} \Rightarrow P(H \wedge E) = P(H|E)P(E), \quad (16)$$

$$P(E|H) = \frac{P(H \wedge E)}{P(H)} \Rightarrow P(H \wedge E) = P(E|H)P(H). \quad (17)$$

Po porównaniu $P(H \wedge E)$ otrzymujemy twierdzenie Bayesa, tzn. $P(H|E) = \frac{P(H)P(E|H)}{P(E)}$. Twierdzenia Bayesa można również dowieść inną metodą, mianowicie przy użyciu aksjomatów Coxa:

$$P(\neg\alpha|H) := G[P(\alpha|H)]. \quad (18)$$

Aksjomat ten mówi, że prawdopodobieństwo negacji wniosku α pod warunkiem hipotezy H zależy tylko od prawdopodobieństwa wniosku α pod warunkiem hipotezy H , gdzie G — funkcja wybrana arbitralnie.

$$P(\alpha \wedge \beta|H) := F[P(\alpha|\beta H), P(\beta|H)]. \quad (19)$$

Aksjomat ten stwierdza, że prawdopodobieństwo tego, że wnioski α i β są prawdziwe pod warunkiem hipotezy H zależy od prawdopodobieństwa wniosku β pod warunkiem hipotezy H — $P(\beta|H)$ i prawdopodobieństwa wniosku α pod warunkiem hipotezy H połączonej z założeniem, że poprzedni wniosek β jest prawdziwy — $P(\alpha|\beta H)$. F podobnie jak w poprzednim aksjomacie to arbitralnie wybrana funkcja. Na mocy tych dwóch aksjomatów Coxa i założenia, że prawdopodobieństwo jest liczbą rzeczywistą²⁸ wykazuje się [Cox] twierdzenie Bayesa.

Zasada warunkowania (*conditionalization rule*)²⁹ jest jedną z fundamentalnych zasad w bayesowskiej teorii konfirmacji. Pozwala ona

²⁸Z argumentami przeciwko temu założeniu można zapoznać się w [Marlow, *Int. J. Theo. Phys.*].

²⁹Szersza dyskusja dotycząca zasady warunkowania jest omówiona w [Strevens]. Natomiast w [Williams] wykazuje się, że jest ona szczególnym przypadkiem zasady maksymalnej entropii (zasady minimalnej informacji), która mówi, że prior szukanej wielkości otrzymujemy maksymalizując entropię względem tego prioru, uwzględniając wszystkie ograniczenia na rozważaną wielkość.

bowiem uaktualniać naszą wiedzę w świetle nowych danych. Reguła ta³⁰ polega na systematycznym stosowaniu twierdzenia Bayesa, po otrzymaniu kolejnych świadectw empirycznych (modyfikowaniu naszej wiedzy o hipotezach w oparciu o nowe świadectwa empiryczne), gdzie rozkłady wtórne hipotez (rozkłady *a posteriori* hipotez) z wcześniejszych etapów służą jako rozkłady pierwotne (priory) w następnych etapach. Jej działanie zilustrujemy przykładem z monetami (patrz przykład (I)): W przykładzie tym używając twierdzenia Bayesa wyznaczyliśmy prawdopodobieństwo hipotezy: „na obu stronach monety jest reszka pod warunkiem, że w trzech rzutach monetą wypadły trzy reszki”. Czyli określiliśmy jak zmieniło się prawdopodobieństwo hipotezy H_1 : „na obu stronach monety jest reszka”, które wybraliśmy w arbitralny sposób po otrzymaniu danych E : „w trzech rzutach monetą wypadły trzy reszki”. Założmy, że zebraliśmy nowe dane E_1 : w dwóch rzutach monetą wypadła reszka. Mając je do dyspozycji, uaktualniamy naszą wiedzę o hipotezie H_1 (uaktualniamy nasze prawdopodobieństwo *a posteriori* $P(H_1|E)$) w następujący sposób: przyrównujemy posterior $P(H_1|E) = 92.3\%$ do prioru z następnego twierdzenia Bayesa zastosowanego dla danych E_1 — $P(H_1|E_1) = 78.6\%$. Po otrzymaniu kolejnych świadectw postępujemy analogicznie.

Z zasadą warunkowania wiąże się kwestia obiektywności naukowej. Zwolennicy podejścia bayesowskiego, powołując na nią, wykazują obiektywność naukową — obiektywność bayesowskiej miary probabilistycznej niezależnie od różnych rozkładów *a priori* danej hipotezy H . Ujmując to dokładniej, reguła warunkowania prowadzi do uzgodnienia opinii na temat danej hipotezy H , tzn. w przybliżeniu rozkłady wtórne rozważanej hipotezy H mają taką samą wartość przy rozbieżnych opiniach początkowych (różnych rozkładach pierwotnych H), gdy badacze posługują się tymi samymi świadectwami. Innymi słowy układy stopni przekonania naukowców o prawdziwości rozpatrywanej hipotezy w oparciu o jednakowe wyniki obserwacji zbliżają się do siebie.

³⁰Jest ona szczególnym przypadkiem zasady warunkowania Jeffrey’ a [Jeffrey].

Bayesowska teoria konfirmacji w wyznaczaniu liczbowego stopnia konfirmacji³¹ hipotez, teorii bazuje na subiektywnej definicji prawdopodobieństwa³². Na mocy tej definicji mamy następujące zależności: Dane E konfirmują hipotezę H , gdy $P(H|E) > P(H)$, Dane E dyskonfirmują hipotezę H , gdy $P(H|E) < P(H)$, Dane E są neutralne względem hipotezy H , gdy $P(H|E) = P(H)$.

W ramach bayesianizmu konstruuje się różne języki formalne³³. Tutaj ograniczymy się do prezentacji dwóch z nich³⁴ [Earman, Kawalec]: Niech (W, \tilde{A}, P) będzie przestrzenią probabilistyczną, gdzie W — zbiór światów możliwych, \tilde{A} — zbiór zdań (sądów logicznych) określonych na W , $P : \tilde{A} \rightarrow R$ — odwzorowanie przekształcające \tilde{A} w zbiór liczb rzeczywistych R i spełniające aksjomaty prawdopodobieństwa. Niech $(\tilde{L}, \tilde{L}/\sim, P)$ będzie przestrzenią probabilistyczną, gdzie \tilde{L} — określony język, \tilde{L}/\sim — zbiór wszystkich klas abstrakcji $|\alpha| = \beta : \alpha \sim \beta$ określonych na \tilde{L} , gdzie \sim oznacza logiczną równoważność zachodzącą pomiędzy $\alpha \in \tilde{L}$ i $\beta \in \tilde{L}$, P — miara na \tilde{L}/\sim . Podamy przykład zdań prawdziwych w tej przestrzeni probabilistycznej: zdanie $\tau(\alpha) = x$, gdzie $x \in [0, 1]$ oraz τ — funkcja konfirmacji (prawdopodobieństwo konfirmacji danego zdania na podstawie zdania opisującego świadectwa empiryczne) jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy gdy $P(|\alpha|) = x$.

Na bayesowską teorię konfirmacji i kosmologię współczesną nałożone są pewne ograniczenia epistemologiczne. Naszym zdaniem można wskazać na ograniczenia wspólne dla tych dwóch dziedzin [Sober; Grobler]:

³¹Miary konfirmacji reprezentatywne obecnie dla bayesowskiej teorii konfirmacji rozważa B. Fitelson w [Fitelson, *Philosophy...*].

³²Krytykę subiektywizmu w probabilistyce podejmuje H.E. Kyburg [Kyburg].

³³Patrz [Chuaqui; Wójcicki]. Formalizm Chuaqui jest bardzo skomplikowany i wymaga rezygnacji ze standardowego rachunku prawdopodobieństwa, natomiast formalizm Wójcickiego najmniej odbiega od przyjętego w teorii prawdopodobieństwa.

³⁴Ze względu na to, iż bayesowska teoria konfirmacji to teoria związków pomiędzy zdaniami (sądami logicznymi) niezbędne jest zmodyfikowanie przyjmowanego w standardowej aksjomatyce prawdopodobieństwa podejścia teoriomnogościowego. Jednak w przypadku przyjęcia formalizmu teoriomnogościowego można potraktować zdania jako zbiory światów możliwych, w których są one prawdziwe.

- *Priory*. Bayesowska teoria confirmacji w procesie potwierdzania hipotez, teorii jest wrażliwa na wybór priorów. Ujmując to formalnie liczbowy stopień confirmacji hipotez, teorii zależy od tego, jakie prawdopodobieństwo pierwotne dla danej hipotezy, teorii zostanie przez nasz przyjęte.
- *Porównywanie hipotez wyjaśniających te same dane*. Bayesyzm nie daje wystarczających podstaw do porównania hipotez wyjaśniających te same zjawiska, przynajmniej do momentu, gdy nie pojawi się dana empiryczna sprzeczna z daną hipotezą, tzn. $P(E_i|H) = 0$. Dokładniej:

$$P(H|E) = \frac{P(H) \cdot P(E|H)}{P(E)} \quad \text{i} \quad P(H_1|E) = \frac{P(H_1) \cdot P(E|H_1)}{P(E)}. \quad (20)$$

Dopóki hipotezy H i H_1 wyjaśniają świadectwa E , czyli $P(E|H) = 1$ i $P(E|H_1) = 1$, to ustalenie, która hipoteza jest potwierdzona w większym stopniu na mocy E (która z wartości: $P(H|E)$, czy $P(H_1|E)$ jest większa) zależy od arbitralnego wyboru rozkładów pierwotnych H i H_1 .

- *Istotność świadectw empirycznych*. W bayesowskiej teorii confirmacji należy posługiwać się wiedzą na temat poziomu istotności danych dla rozpatrywanej hipotezy. Inaczej mówiąc, dane powinny być adekwatne do hipotezy, którą chcemy potwierdzić na ich podstawie. Dla przykładu niech H będzie zdaniem: „po dwukrotnym rzucie kostką wypadły dwie dwójki”. Aby confirmacja tej tezy była wiarygodna należy odwołać się do świadectw pozostających w istotnej relacji do hipotezy H . Mianowicie zdanie confirmujące może mieć postać: „dwukrotnie rzuciliśmy kostką”. Jeśli raport obserwacyjny nie jest adekwatny do zdania confirmowanego, to bayesowska teoria confirmacji może prowadzić do potwierdzenia hipotez, często zupełnie absurdalnych. Rozważmy przykład [Sober, s. 4]: dane stwierdzające, iż narysowałem 6 łopat na talii kart mogą potwierdzać hipotezę: „zły demon ma skłonność do rysowania 6 łopat na talii kart”.

- *Regres w nieskończoność*. Trudność ta związana jest bezpośrednio z problemem istotności świadectw. Mianowicie: przydatność danych empirycznych E do oceny liczbowego stopnia confirmacji hipotezy H ($P(H|E)$) zależy od pewnej wcześniejszej wiedzy E_1 . Następnie użyteczność danych E_1 jest uzależniona od świadectw E_2 itd. W ten sposób otrzymujemy regres w nieskończoność³⁵ wywołany przez istotność danych empirycznych dla oceny prawdziwości hipotez.

3.3. BAYESOWSKA TEORIA KONFIRMACJI A ZAŁOŻENIA FILOZOFICZNE

W teorii confirmacji — logice indukcji (której jedną z typów jest bayesowska teoria confirmacji) istnieją problemy, których nie można rozwiązać na gruncie rachunku prawdopodobieństwa, oraz nie zależą one od przyjętej interpretacji miary probabilistycznej. Zagadnienia takie dotyczą aplikacji teorii confirmacji m.in. do badań filozoficznych i nazywamy je *metodologicznymi*³⁶. Znacząca grupa problemów metodologicznych związanych z zastosowaniem logiki indukcji do badań filozoficznych³⁷ dotyczy konstruowania przestrzeni probabilistycznej. Przykładem takiej trudności metodologicznej jest **nowy paradoks (problem) indukcji** (*grue paradox* — **paradoks „zielbiskości”**) N. Goodmana (przedstawiciel filozofii analitycznej) w wersji metodologicznej. Nowy paradoks indukcji w tym ujęciu może przyjąć postać³⁸ [Kawalec]: Dla dowolnej teorii confirmacji T istnieją dwie

³⁵Regres w nieskończoność jest problemem typowym dla logik indukcji (teorii confirmacji) odwołujących się w confirmacji do prawdopodobieństwa.

³⁶Nazwa ta pochodzi od Carnapa. Należy odróżnić problemy metodologiczne od technicznych problemów formalizmów leżących u podstaw teorii confirmacji i wywołanych przez wybór danej interpretacji prawdopodobieństwa. Pomimo tego, zagadnienia metodologiczne mają swój udział w rozważaniach nad podstawami teorii prawdopodobieństwa.

³⁷Wskazują na to m.in. paradoks sylogizmu statystycznego (paradoks indukcji) oraz indukcja eliminacyjna.

³⁸Tradycyjna filozoficzna metoda unikania tego problemu polega na przyjęciu prawdziwości założeń filozoficznych mających charakter globalny — dotyczących

(wzajemnie przekładalne) interpretacje I_1 i I_2 : takie, że dla zdania $\tau(\alpha) = x \in T$ w I_1 oraz I_2 stopnie confirmacji tego zdania są paradoksalnie rozbieżne (w szczególności $\tau(I_1(\alpha)) = x \wedge \tau(I_2(\neg\alpha)) = x$). Gdzie τ — funkcja confirmacji (prawdopodobieństwo confirmacji danego zdania na podstawie zdania opisującego świadectwa empiryczne), α — zdanie języka teorii T , $x \in [0, 1]$. Inaczej mówiąc, aplikacje filozoficzne teorii confirmacji, bez uzasadnionego filozoficznie ograniczenia logicznie możliwych sposobów konstrukcji przestrzeni probabilistycznych, prowadzą do paradoksalnych konkluzji (wniosków) — wymaga się zatem, aby liczba założeń filozoficznych była minimalna, tzn. założenia te powinny być zgodne z możliwie dużą liczbą stanowisk filozoficznych. Przypomnijmy, że Goodman [Goodman]³⁹ formułuje swój paradoks w następujący sposób: Analizuje on zdanie *wszystkie szmaragdy są zielone*. W tym celu rozważa predykat „*grue*”, który definiuje w sposób: obiekt jest *grue* wtedy i tylko wtedy, gdy do chwili t jest zielony (obserwacje dokonane do chwili t wskazują, iż jest zielony), a potem jest niebieski (blue). Przy takiej definicji nie mamy podstaw do stwierdzenia, które ze zdań: (a) „wszystkie szmaragdy są zielone”, czy (b) „wszystkie szmaragdy są *niebieskie*” jest potwierdzone. Interpretacja tego paradoksu nie jest jednoznaczna — rozważa się go w wielu aspektach⁴⁰, nie tylko metodologicznym, czy wyjściowym podanym przez Goodmana w [Goodman]. Sformułowanie paradoksu

wielu grup przedmiotów, niezależnie od sposobu podziału tych przedmiotów pomiędzy różne dyscypliny naukowe.

³⁹Problem ten stanowi ciekawą krytykę czysto syntaktycznej definicji confirmacji. Goodman rozwiązuje go w następujący sposób: rozróżnia predykaty na rzutowalne (projekcyjne) i nierzutowalne (nieprojekcyjne). Predykat jest rzutowalny, gdy nadaje się do rzutowania przypadków zaobserwowanych na niezaobserwowane — można go stosować do formułowania uogólnień indukcyjnych. Zatem na przykład predykat zielony jest rzutowalny, gdyż zieloność zaobserwowanych szmaragdów może być rzutowana na szmaragdy niezaobserwowane, natomiast predykat „zielbieski” nie jest projekcyjny. Goodman za predykaty rzutowalne uznaje predykaty zakorzenione w praktyce indukcyjnej. Warto zaznaczyć, że w nauce występują przypadki eliminacji takich predykatów np. znajdować się w absolutnym spoczynku i wprowadzania niezakorzenionych np. kolory i zapachy kwarków.

⁴⁰Na przykład Carnap definiuje w swojej logice indukcji predykaty projektowalne, tzn. gwarantujące ciągłość pomiędzy przeszłością a teraźniejszością — rozwiązanie

Goodmana w wersji kosmologicznej jest zadaniem trudnym nawet z filozoficznego punktu widzenia i, naszym zdaniem, należy nałożyć tu następujące ograniczenia:

1. Paradoks dla kosmologii może dotyczyć tylko hipotezy typu: model Λ CDM jest realizowany przez Wszechświat (naturalnie przy uwzględnieniu odpowiednich założeń i przybliżeń).
2. Należy bardzo silnie rozdzielić dwa rodzaje temporalności: temporalność teorii i temporalność świata. Rozważmy teraz temporalność teorii: pojawia się element coraz doskonalszych ewidencji. Jeśli świadectwa, coraz bardziej dokładne i wyrafinowane, faworyzują Λ CDM to CDM znika (nie ma modelu CDM). Nie ma paradoksu Goodmana. Paradoks Goodmana polega na tym i pojawia się wtedy, gdy te same świadectwa empiryczne tak samo w tym samym czasie potwierdzają tak Λ CDM, jak i CDM.
3. Jeśli rozważymy teraz temporalność Wszechświata (tzn. fakt następowania kolejnych faz w jego ewolucji), możemy sformułować hipotezę postaci: „obecny Wszechświat realizuje w przybliżeniu model Λ CDM”. Teraz założmy, że będzie on (Wszechświat) ewoluował w takim kierunku, że za 100 lat będzie realizował pewien model XLCDM; tak skonstruowany, że dla naszej epoki redukuje się do Λ CDM⁴¹. Wtedy paradoks Goodmana zachodzi i polega na tym, że w naszej epoce nie wiemy, który model jest realizowany Λ CDM czy XLCDM, bo oba są w tym momencie tak tamo potwierdzane przez ewidencje.
4. Szczególnie ciekawe w tym kontekście jest to, że klasyczne sformułowania paradoksu Goodmana dotyczą modeli, które nie są układami dynamicznymi, zatem nie można w ramach modelu

w aspekcie semantycznym. Natomiast Goodman rozwiązuje go w aspekcie pragmatycznym — odwołanie się do pewnych substancjalnych twierdzeń filozoficznych.

⁴¹Niech astrofizycy wybaczą nam w tym momencie ten czysto intuicyjny tok myślenia.

badać ewolucji układu, który modelujemy (z badania konsekwencji zdania wszystkie szmaragdy są zielone w chwili t nie można powiedzieć nic na temat ich kolorystycznej przyszłości). Tu pojawia się wyjątkowość kosmologii, bo standardowy model kosmologiczny przewiduje przecież ewolucję, zatem pewną temporalność obiektu, który modeluje — Wszechświata. Problem zacznie się wtedy, gdy ewidencje pokażą, że Wszechświat *wychodzi poza dany model*. Niemniej jednak jesteśmy zdania, że paradoks Goodmana mógłby się pojawić tylko w sytuacji, gdybyśmy sformułowali, nie dowolny zestaw modeli, ale powiedzmy rodzinę modeli LCDM (XLCDM, YLCDM, ZLCDM itd), takich, że w chwili obecnej wszystkie „przechodziłyby w” LCDM. Zatem obecne obserwacje potwierdzałyby wszystkie w równym stopniu i stąd paradoks konfirmacji.

Paradoks Goodmana jest poważnym ograniczeniem⁴² dla teorii konfirmacji. Mianowicie narzuca on na tą teorię wymóg korzystania z założeń filozoficznych (wyrażonych w sposób jawny lub nie) — teoria konfirmacji nie może być neutralna filozoficznie⁴³. Inaczej mówiąc, założenia filozoficzne stanowią warunek konieczny stosowania logiki indukcji jako modelu wnioskowań indukcyjnych⁴⁴ — teorii odwołującej się do danych empirycznych. Mając na uwadze nowy paradoks

⁴²Do czynników ograniczających bayesianizm jako model wnioskowań indukcyjnych należą m.in. (1) odwołanie się do pewnej wersji realizmu naukowego np. strukturalny, (2) rezygnacja z ogólności i pewnych dziedzin aplikacji.

⁴³Jeśli teoria konfirmacji nie zawiera żadnych założeń filozoficznych, to może prowadzić do absurdalnych konkluzji, np. takiego samego stopnia konfirmacji zdań sprzecznych.

⁴⁴Do stanowisk filozoficznych mogących wzmocnić bayesowski model wnioskowania indukcyjnego (mogących dostarczyć założeń niezbędnych do rozwiązania nowego paradoksu indukcji w wersji metodologicznej) można zaliczyć koniecznościową teorię przygodnych praw przyrody (D. Armstrong), nieeliminatywistyczną teorię rodzajów naturalnych (R. Boyd, H. Kornblith) oraz podejście antynaturalistyczne (w szczególności Van Fraassen). W ramach pierwszych dwóch realistycznych podejść wskazuje się na substancjalne racje wykluczania predykatów typu „ziebieski” lub przypisywania im miar probabilistycznych hipotez pierwotnych równych zero. Natomiast ostatnie z nich opiera się na tezie, że funkcje przypisywane przez realistów rodzajom

indukcji Goodmana (w szczególności w wersji metodologicznej) do bayesianizmu, należy włączyć założenia filozoficzne, jeśli ma funkcjonować on jako model wnioskowań indukcyjnych. Bayesowska teoria konfirmacji dopuszcza różne sposoby reprezentowania założeń filozoficznych. Do najważniejszych należą [Kawalec]:

- *Konstrukcja przestrzeni probabilistycznej*. Można dokonać tego na wiele sposobów⁴⁵. Najprostszy z nich to włączenie założeń filozoficznych do zbioru konfirmowanych hipotez⁴⁶. Z tym stanowiskiem wiąże się wiele trudności, chociażby taka, że hipotez filozoficznych (realistycznych lub antyrealistycznych) nie można empirycznie potwierdzić.
- *Przypisywanie miar probabilistycznych (prawdopodobieństw) hipotezom pierwotnym*. Kwestia ta⁴⁷ stanowi główną różnicę pomiędzy bayesianistami. Można wyróżnić dwa podejścia: obiektywne — logiczne⁴⁸ (m.in. H. Jeffreys — twórca tego podejścia, E.T. Jaynes) i subiektywne — personalne (m.in. B. de Finetti — twórca tego podejścia). Bayesianiści obiektywni popierają wprowadzanie kryteriów przy wyborze prawdopodobieństw hipotez pierwotnych. Rozważmy przykłady: (1) gdy mamy dane empiryczne opisujące częstość zjawiska, którego dotyczy rozpatrywana hipoteza, to za miarę probabilistyczną tej hipotezy należy przyjąć częstość tego zjawiska, (2) wszystkie hipotezy powinny być jednakowo prawdopodobne (Laplace’a zasada niezróżnicowania (nedostateczności), postulat Bayesa, Keynes’a zasada nie-

naturalnym lub prawom przyrody pełnią symetrię rozumiane jako własności modelu reprezentującego rzeczywistość.

⁴⁵Innym oprócz dyskutowanego tutaj jest teoria R. Chuaqui, wymagająca jednak rezygnacji ze standardowego podejścia probabilistycznego.

⁴⁶Do tego sposobu odwołuje się J. Dorling, który poddaje analizie hipotezę — atomy istnieją. W tym celu stosuje zasadę warunkowania, aby prześledzić zmiany stanowiska dotyczącego tej hipotezy w ciągu ostatnich dwustu lat w nauce.

⁴⁷Analiza nowego problemu indukcji Goodmana przy użyciu rozkładów *a priori* hipotez do reprezentowania założeń filozoficznych została podjęta przez E. Sobera.

⁴⁸Logiczne z tego względu, że kładzie się nacisk na logiczny i dedukcyjny charakter związku pomiędzy werbalną wiedzą a analityczną formułą.

istotności), (3) miara probabilistyczna hipotez powinna być funkcją zawartych w hipotezach informacji (kryterium E. T. Jaynesa maksymalizacji entropii). Subiektywni bayesianiści natomiast są przeciwnikami wprowadzania takich kryteriów — wybór prawdopodobieństwa hipotezy pierwotnej jest arbitralny, a jedyne ograniczenie to spełnianie przez tą miarę probabilistyczną aksjomatów (i)-(iii)⁴⁹.

- *Przypisywanie miar probabilistycznych (prawdopodobieństw) hipotezom wtórnym.* Stanowisko to (J. Hintikka, J. Pietarinen)⁵⁰ wyprowadza nas poza bayesianizm standardowy. Jako dwie trudności takiego reprezentowania założeń filozoficznych można podać: (1) uwzględnienie nie-bayesowskich zasad aktualizowania miar probabilistycznych hipotez, (2) problem natury epistemologicznej⁵¹ przypominający błędne koło w teorii rozumowań.
- *Wprowadzanie dodatkowych warunków oprócz czterech podstawowych elementów bayesianizmu.* Jest to zabieg typowy dla Carnapa. Mianowicie konstrukcja logiki indukcji bazuje na: (1) aksjomatach prawdopodobieństwa (i)-(iii)⁵², lub czterech minimalnych elementach bayesianizmu (aksjomaty (i)-(iii) i zasada warunkowania), (2) pewnych dodatkowych warunkach⁵³, które zakładają prawdziwość określonych tez filozoficznych.
- *Zasada uaktualniania prawdopodobieństwa hipotez.* Taki sposób reprezentowania założeń filozoficznych łączy się przypisywaniem prawdopodobieństw hipotezom wtórnym. Mianowicie

⁴⁹Patrz s. 73.

⁵⁰Określa się je jako presupozycyjny pogląd na indukcję.

⁵¹C. Howson określa go jako kreatywny „bootstrapping”.

⁵²Patrz s. 73.

⁵³Jednym z takich dodatkowych warunków jest m.in. to, że liczba predykatów pierwotnych jest skończona, a pomimo tego teoria konfirmacji w pełni charakteryzuje opisywane przedmioty — zakłada się tym samym prawdziwość tezy ontologicznej dotyczącej istnienia skończonej liczby własności przedmiotów logicznie niezależnych.

przeważnie⁵⁴ nie-bayesowska reguła uaktualniania miar probabilistycznych jest pewną wersją (odpowiednikiem) twierdzenia Bayesa, wzbogaconą o dodatkowe parametry⁵⁵.

W ramach podanych wyżej założeń filozoficznych można pokusić się o sformułowanie następujących założeń:

(1) *Zasada nieistotności*. Przypomnijmy co ona mówi: jeżeli nie ma żadnych racjonalnych przesłanek, aby preferować jedną hipotezę nad drugą, to należy przyjąć, że są one jednakowo prawdopodobne. Na gruncie kosmologii współczesnej zasadę tą wyraża się poprzez często przyjmowane założenie, że modele kosmologiczne (hipotezy) mają takie samo prawdopodobieństwo. Zatem w wersji kosmologicznej zasadę nieistotności można wypowiedzieć w następujący sposób: jeśli nic nie wiemy *a priori* o modelach, prawdopodobieństwa tych modeli powinniśmy przyjąć równe.

(2) *Racjonalizm*. Mówiąc ściślej chodzi o dwie zasady racjonalności [Marlow, 0603015]⁵⁶, które spełnia ta filozofia: zasadę racji dostatecznej (*principle of sufficient reason*) i zasada utożsamienia tego co nierozróżnialne (*principle of identifying the indiscernible*). Pierwsza z nich mówi, iż muszą istnieć racjonalne przesłanki, żeby odwołać się do własności (cech) teorii, hipotez. Natomiast druga stwierdza, że jeśli nie ma racjonalnych przesłanek, na podstawie których możemy odróżnić własności teorii, hipotez, powinniśmy te własności utożsamiać. W kosmologii współczesnej zasady te mogą przyjąć postać:

- *Principle of sufficient reason* — istnieją dane empiryczne, dzięki którym potrafimy podać własności modeli. Inaczej mówiąc świadectwa empiryczne wskazują na własności modeli. Na przykład, w świetle wyników obserwacji wyznacza się estymatory parametrów modeli, czyli funkcje podające wartości tych para-

⁵⁴Może wystąpić sytuacja, w której teoria konfirmacji zawiera typowo nie-bayesowską regułę aktualizowania miar probabilistycznych, bazującą np. na zmianie zbioru hipotez rozważanych jako relewantne.

⁵⁵Na przykład parametr λ u Carnapa lub parametr α u Hintikki.

⁵⁶W pracy tej wykazuje się analogie pomiędzy bayesianizmem i relacjonizmem.

metrów z pewną dokładnością lub przy użyciu metod numerycznych określa się zbiór wartości tych parametrów.

- *Principle of identifying the indiscernible* — jeśli nie jesteśmy w stanie wskazać danych empirycznych, które pozwalają odróżnić własności modeli, to te własności należy utożsamić. Dla przykładu powiedzmy, że dysponujemy pewnym skończonym zbiorem danych E_i . Jeśli na podstawie analizy E_i przeprowadzonej dla pewnych modeli (np. wyznaczenia zbioru wartości parametrów tych modeli) dochodzimy do konkluzji, że nie możemy odróżnić własności tych modeli, to cechy te powinniśmy utożsamić.

(3) *Idealizacja*. Jeden ze sposobów [Shaffer] określenia funkcji idealizacji w bayesowskiej teorii konfirmacji polega na ustaleniu prawdopodobieństw jako warunków idealizacyjnych. W koncepcji tej prawdopodobieństwo jest funkcją określoną na skończonym zbiorze możliwych światów. Ponadto prawdopodobieństwa te sumują się do jedynki i prawdopodobieństwo zdania jest sumą miar probabilistycznych światów, w których to zdanie jest prawdziwe. Interpretacja kosmologiczna może być następująca. Modele kosmologiczne opisują różne sposoby pojmowania Wszechświata. Funkcja prawdopodobieństwa (prawdopodobieństwo) zależy od tych modeli. Rozważmy skończony k — elementowy zbiór modeli M_i , których prawdopodobieństwa sumują się do jedynki. Ujmując to formalnie: $M_i, i = 1, \dots, k$ i $\sum_{i=1}^k P(M_i) = 1$. Miara probabilistyczna tezy, zdania prawdziwego w tych modelach Wszechświata określona jest następująco: prawdopodobieństwo zdania, powiedzmy A , to suma miar probabilistycznych modeli Wszechświata M_i , w których to zdanie jest prawdziwe. Zapisując to formalnie: $P(A) = \sum_i P(M_i)$, gdzie A — zdanie prawdziwe w modelach M_i , po których odbywa się sumowanie. Zatem można powiedzieć, że koncepcja ta stanowi kryterium idealizacji, które w terminach probabilistycznych opisuje prawdziwość zdań, tez wypowiedzianych w ramach pewnego skończonego zbioru hipotez (modeli).

4. JAKIE PRAWDOPODOBIENSTWO DLA WSZECHŚWIATA?

Znany filozof nauki, Earman powiada, że w poniedziałki, środy i soboty jest bayesistą. Mamy różne interpretacje pojęcia prawdopodobieństwa i rodzi się pytanie, jakie prawdopodobieństwo (w jakiej interpretacji) odnieść do realnego Wszechświata. Znany kosmolog Linder neguje z kolei wartość poznawczą wniosków wyprowadzanych z analiz bayesowskich. To wszystko sugeruje, że mamy do czynienia z dyskusją nad pojęciem prawdopodobieństwa w kontekście kosmologii oraz pytaniem, która z jego interpretacji ma zastosowanie do Wszechświata. Jest również znamienne, że w dyskusji na temat, jakie prawdopodobieństwo jest adekwatne w kosmologii, niektórzy wybitni kosmologowie, jak Peacock, tytułują swoje wystąpienia konferencyjne *Why I am not a Bayesian... sometimes*⁵⁷.

Chociaż to odbiega od głównego naszego nurtu myślowego niniejszego artykułu, jakim jest rekonstrukcja sposobu zdobywania wiedzy w kosmologii polegająca na wzmacnianiu hipotez w oparciu o wcześniej uzyskaną wiedzę, którą dobrze rekonstruuje bayesianizm, relabilizm i konstruktywizm logiczny, podajmy pewne argumenty za bayesowskim podejściem i jego zastosowaniem do współczesnej kosmologii. Argumenty te przytoczymy za Trotta, ponieważ je całkowicie podzielamy.

Bayesowskie metody analizy są szeroko rozpowszechnione zarówno w astrofizyce i kosmologii, jak również w wielu innych dziedzinach, np. w informatyce czy biologii. Do mających niewątpliwą wpływ na rozpowszechnianie tych metod zalet należy możliwość łatwego włączania do analiz danych pochodzących z nowych obserwacji, a nawet określenie prawdopodobieństwa, w jakim stopniu nowe obserwacje mogą zwiększyć wiarygodność danego modelu. Metody bayesowskie stają się szczególnie użyteczne, gdy wiedza badawcza na temat analizowanego wydarzenia nie jest kompletna i nie jest możliwe ostateczne przesądzenie o jej prawdziwości.

⁵⁷Wystąpienie na konferencji naukowej *Bayesian Methods in Cosmology*, University of Sussex, 5–6 czerwca 2006.

Porównując metody bayesowskie z klasycznymi metodami statystycznymi można wykazać przewagę tych pierwszych w kilku istotnych punktach:

1. Klasyczne metody statystyczne bazują zwykle na asymptotycznych własnościach estymatorów. Chociaż tylko najprostsze przypadki podlegają takiemu analitycznemu podejściu (w fizyce mamy do czynienia zazwyczaj z rozkładem normalnym lub Poissona), to metody bazujące na tych rozkładach są powszechnie stosowane — nie tyle z powodu ich dokładności, ile raczej z powodu braku doskonalszych metod analizy.
2. Wnioskowanie bayesowskie wiąże się z tzw. zbędnymi parametrami (ang. *nuisance parameters*). Są to parametry, które chociaż nie pozostają bez wpływu na dane, nie leżą w obszarze zainteresowań badacza. Przykładem często spotykanym w astrofizyce jest estymacja sygnału w obecności szumu tła. Pomiary źródła muszą brać pod uwagę obecność trudnego do oszacowania poziomu tła, opisanego jako zbędny parametr. Procedura bayesowska pozwala wyeliminować ten parametr przez tzw. marginalizację. Klasyczne metody statystyczne nie oferują analogicznych, prostych metod uwzględniających takie parametry, zaś ich nieuwzględnienie powoduje poważne błędy.
3. W wielu sytuacjach wstępne założenia, określone jako prawdopodobieństwo *a priori*, mają duże znaczenie i nieuwzględnienie któregoś z nich powoduje błędne wnioskowanie. Najprostszy przypadek stanowią parametry mające sens fizyczny, takie jak: masa, moc albo natężenie promieniowania — jest oczywiste, że uzyskane wartości muszą być dodatnie. Klasyczne metody (np. najlepsze dopasowanie) mogą dać niekiedy wartości ujemne, które nie mają sensu fizycznego. Zdarza się tak na przykład w przypadku małej liczby pomiarów lub słabego stosunku sygnału do szumu. Użycie metod opartych na twierdzeniu Bayesa zapewnia, że odpowiednie założenia wstępne zostaną uwzględnione i nie mające sensu fizycznego rezultaty nie pojawią się.

4. Wnioskowanie powinno być uwarunkowane jedynie tym, co się wydarzyło, nie zaś prawdopodobieństwem tego, co mogło się wydarzyć. Tymczasem, podczas gdy statystyki bayesowskie odnoszą się do danych uzyskanych z rzeczywistych obserwacji, klasyczne metody statystyczne skupiają się na analizie możliwych rozkładów związanych z hipotetycznymi danymi.

5. ZAKOŃCZENIE

Celem naszej pracy było zwrócenie uwagi na dwa główne zagadnienia:

Kosmologia współczesna, o której mówi się, że przeżywa swój złoty wiek, staje się w swej strukturze podobna do teorii cząstek elementarnych. Konstytuuje się obecnie pojęcie fizycznej teorii Wszechświata w postaci Standardowego Modelu Kosmologicznego. Z metodologicznego punktu widzenia zarówno standardowy model Wszechświata, jak i standardowy model cząstek elementarnych są teoriami efektywnymi, które posiadają swoje dobrze określone obciążenia energetyczne (zakresy stosowalności) oraz parametry, które należy wyznaczyć obserwacyjnie. Obie te teorie efektywne zbliżają się do siebie, a na ich styku pojawiają się fundamentalne problemy do rozwiązania. Klasycznym tego przykładem jest problem stałej kosmologicznej jako modelu hipotetycznej ciemnej energii wymuszającej obecną fazę przyspieszonej ekspansji Wszechświata. Jeśli zinterpretujemy ciemną energię jako energię próżni, napotykamy na najbardziej niewiarygodną niezgodność stałej kosmologicznej interpretowanej jako energia próżni kwantowej oraz stałej koniecznej do wyjaśnienia zagadki akcelerującego Wszechświata. Stała kosmologiczna jest przykładem parametru efektywnego, który opisuje obecną fazę przyspieszonej ekspansji Wszechświata, ale nie odpowiada na fundamentalne pytanie, jaka jest natura stałej kosmologicznej. Analogii do tej sytuacji możemy się dopatrzeć w Modelu Standardowym. Przepuszczalnie najbliższe sukcesy kosmologii będą się właśnie wiązać z rozstrzygnięciami na pograni-

czu tych teorii w momencie, gdy kosmologia stanie się w pełni niejako kompatybilna z fizyka cząstek elementarnych.

Obecnie głównym celem kosmologii staje się wyznaczanie parametrów kosmologicznych w oparciu o dane z obserwacji naziemnych i satelitarnych, a także ograniczeń z obserwacji astrofizycznych, które mogą posłużyć do testowania tzw. nowej fizyki poza uznanym paradygmatem. Kosmologia staje się fizyką Wszechświata, do którego aplikowana jest zarówno dobrze ugruntowana fizyka, jak i nowe hipotezy badawcze. Ilość i jakość danych obserwacyjnych rośnie, a pewne parametry stają się dobrze określone. W tym procesie poznawczym wyznaczania parametrów istotną rolę odgrywają techniki bayesowskie. Pozwalają one nie tylko na estymacje wartości parametrów, ale także na selekcję modeli, które te parametry zawierają. Pozwalają one wybrać najlepszy model z punktu widzenia danych obserwacyjnych. W pracy argumentowaliśmy, że kosmologia obserwacyjna, która stanowi obecnie rdzeń kosmologii współczesnej, daje się zrekonstruować przy pomocy metodologii bayesowskiej. Wówczas odkrywamy u jej podstaw istotne założenia o charakterze filozoficznym. Problem obecności założeń filozoficznych w ramach rozumowań przeprowadzanych na gruncie fizyki jest kwestią kontrowersyjną [Wolenski] i domaga się z pewnością osobnej, bardziej pogłębionej analizy metodologicznej. Niemniej jednak już na przykładzie rekonstrukcji kosmologii współczesnej widać, że schemat poznawczy teorii efektywnej, na którym opiera się współczesna fizyka, *explicite* demonstruje jawną jej zależność od założeń właśnie o charakterze filozoficznym. Jeśli takich założeń nie zrobimy, trudno nam będzie zrozumieć *landscape* współczesnej kosmologii.

SPIS LITERATURY

- Bovens L. and Hartmann S.**, 2004, *Bayesian Epistemology* (New York: Oxford University Press Inc.).
- Carnap R.**, 1950, *Logical Foundations of Probability* (Chicago: Chicago University Press).

- Charap J.**, 2006, *Objaśnianie wszechświata. Fizyka w XXI w.* (Warszawa: Prószyński i S-ka).
- Chuaqui R.**, 1991, *Truth, Possibility and Probability* (Amsterdam: North-Holland).
- Cox R.T.**, 1961, *The Algebra of Probable Inference* (The Johns Hopkins University Press)
- D'Agostini G.**, 1999, CERN Yellow Report 99 03.
- De Finetti B.**, 1974, *Theory of Probability* (London: John Wiley and Sons Ltd.).
- Durrer R. and Maartens R.**, 2008, *Gen. Rel. Grav.* 40 301–328 (Preprint 0711.0077).
- Earman J.**, 1992, *Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory* (Cambridge, Mass.: MIT Press).
- Fitelson B.**, 2001, *Philosophy of Science* 68 3 S123-S140.
- Fitelson B.**, 2001, *Studies in Bayesian Confirmation Theory* (Madison WI: University of Wisconsin).
- Goodman N.**, 1955, *Fact, Fiction and Forecast* (Harvard: University Press).
- Goodstein R.L.**, 2007, *Boolean Algebra* (Dover Publications).
- Grobler A.**, 2006, *Metodologia nauk* (Kraków: Aureus, ZNAK).
- Horwich P.**, 1982, *Probability and Evidence* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Howson C. and Urbach P.**, 1989, *Scientific Reasoning: the Bayesian Approach* (La Salle, IL: Open Court).
- Jaynes E.T.**, 2003, *Probability Theory: The Logic of Science* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Jeffrey R.C.**, 1983, *The Logic of Decision* (2nd ed., Chicago: University of Chicago Press).
- Jeffreys H.**, 1961, *Theory of Probability* (3rd ed., Oxford: Oxford University Press).
- Kawalec P.**, 2003, *Roczniki Filozoficzne* 51 1 113–142.

- Keynes J.M.**, 1921, *A Treatise on Probability* (London: Macmillan).
- Kyburg H.E.**, 1983, *Epistemology and Inference* (Minneapolis: University of Minnesota Press).
- Lobo F.S.N.**, 2008, (Preprint 0807.1640).
- Marlow T.**, 2006, *Int. J. Theo. Phys.* (Preprint gr-qc/0603011).
- Marlow T.**, 2006, (Preprint arXiv:0603015 [gr-qc]).
- Movahed M.S., Farhang M. and Rahvar S.**, 2007, (Preprint astro-ph/0701339).
- Nowak R.**, 2002, *Statystyka dla fizyków* (Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN).
- Popper K.R.**, 2002, *Logika odkrycia naukowego* (Warszawa: PWN).
- Reichenbach H.**, 1949, *The Theory of Probability* (Berkeley CA: University of California Press).
- Rosenkrantz R.D.**, 1977, *Inference, Method and Decision: Towards a Bayesian Philosophy of Science* (Dordrecht: D. Reidel).
- Shaffer M.J.**, 2001, *Philosophy of Science* 68 1 36–52.
- Sober E.**, 2002, *Proceedings of the British Academy* 113 21–38.
- Strevens M.**, 2006, *The Bayesian Approach to the Philosophy of Science* (2nd ed., Macmillan Encyclopedia of Philosophy).
- Williams P.M.**, 1980, *The British Journal for the Philosophy of Science* 31 2 131–144.
- Woleński J.**, 1991, *Z zagadnień filozofii nauk przyrodniczych* (ed. Butrym S., Warszawa: Polska Akademia Nauk Instytut Filozofii i Socjologii), ss. 7–16.
- Wójcicki R.**, 1979, *Topics in the Formal Methodology of Empirical Sciences* (Dordrecht: Reidel).

SUMMARY***INTRODUCTION TO THE BAYESIAN METHODOLOGY OF
CONTEMPORARY COSMOLOGY***

The Bayesian framework is used in reconstruction of modern cosmology which actually concentrates on estimation of model parameters. We demonstrate that observational cosmology should be treated as an effective theory of the Universe. It realizes dream of science proposed by logical empirism in some sense, i.e. science should be founded on empirical data from the very beginning, and it formulates and amplifies the hypothesis through new empirical data. We have also shown some limitations of the Bayesian approach as well as its advantages when this approach is applied to cosmology.

Tadeusz SIEROTOWICZ

PAT i Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

JAN PAWEŁ II I SPRAWA GALILEUSZA — „REHABILITACJA” GALILEUSZA ?

„Rozwijanie nauki wydaje mi się zajęciem wymagającym szczególnej uwagi. Zajmuje się ona bowiem wiedzą zdobytą przez niewiarę. Zdobywając wiedzę o wszystkim dla wszystkich, usiłuje ona ze wszystkich uczynić niedowiarków”.

(Galileusz, *Życie Galileusza* Bertolda Brechta¹)

1. POCZĄTEK KWESTII: PRZEMÓWIENIE JANA PAWŁA II Z 10 LISTOPADA 1979 ROKU

W literaturze przedmiotu refleksje dotyczące tego, co w ulotnym i nieco frywolnym języku dzienników zostało nazwane „rehabilitacją” zaczyna się zwykle od przemówienia papieża Jana Pawła II wygłoszonego podczas posiedzenia Papieskiej Akademii Nauki mającego uczcić stulecie urodzin Einsteina². Jednakże korzenie tego przemówienia papieskiego sięgają co najmniej Soboru Watykańskiego II.

¹Brecht 1976, 293. Dramat Brechta pozostaje, jak sędzę, najelokwentniejszym wyrazem mitu przedstawiającego Kościół jako wroga nauki, zaś Galileusza, twórcę metody naukowej, jako ofiarę. Jest to mit, który powstał jeszcze w czasach przedoświeceniowych, ale po dziś dzień zachowuje swą żywotność i siłę oddziaływania na wyobraźnię wielu ludzi (na ten temat zob. np. Finocchiaro 2005, 356).

²Zob. Jan Paweł II 1992. Przygotowując niniejszy artykuł opierałem się na następujących opracowaniach: Coyne 2005, Fantoli 2002a i b, Finocchiaro 2005, Sharratt

Sobór Watykański II, zainicjowany przez papieża Jana XXIII, zmierzał do przemyślenia miejsca i znaczenia Kościoła we współczesnym świecie. W tym kontekście szczególnie ważnym dokumentem jest Konstytucja Pastoralna *Gaudium et Spes*, której zasadniczym tematem jest właśnie miejsce Kościoła we współczesnym świecie. Konstytucja ta została ogłoszona podczas końcowej sesji Soboru (grudzień 1964). Zważywszy temat tego dokumentu, nie można było w nim pominąć kwestii relacji pomiędzy nauką a wizją świata, tak bardzo ważną w naszych czasach, a wizją świata proponowaną przez chrześcijaństwo. Po długich dyskusjach wybrano następujące, definitywne sformułowanie zawarte w n. 36 *Gaudium et Spes*:

Niechaj będzie wolno wyrazić ubolewanie nad niektórymi postawami umysłowymi, jakich dawniej na skutek nie dość jasno rozumianej słuszności autonomii nauk nie brakowało, także między samymi chrześcijanami, a które wywołały waśnie i spory, doprowadziły umysły wielu do przeciwstawienia wiary i wiedzy (cytata za: Jan Paweł II 1992, 531).

Tekst ten został opatrzony odnośnikiem: „Zob. Mons. Pio Paschini, *Vita e Opere di Galileo Galilei*, 2 vol., Pontificia Accademia delle Scienze, Città del Vaticano, 1964”. Pomijając intrygującą i dla instytucji kościelnych niezbyt pochlebną historię cytowanej monografii Paschiniego³ zwrócić należy uwagę na okoliczność, że sprawa Gali-

1996 oraz Artigas i Sánchez 2008. Ta ostatnia książka jest — o ile mi wiadomo — pierwszą, i jak dotąd najpełniejszą, monografią poświęconą omawianej tutaj kwestii. Jeśli chodzi o krótki przegląd bezpośrednich reakcji na dopiero co wspomniane przemówienie papieża i wyniki prac komisji zob. Galagher 1993.

³Zob. Paschini 1965, Fornasir [s.d.], 49–93 i 158–208 oraz Simoncelli 1992. W trakcie prac nad tekstem *Gaudium et Spes* o sprawie Galileusza przypomniał biskup pomocniczy Strasburga J.E. Mons. Arthur Elchinger. W swym wystąpieniu (4 XI 1964) przed komisją przygotowującą tekst konstytucji przypomniał on o licznych wypadkach, w których naukowcy porzucili wiarę chrześcijańską z powodu licznych konfliktów pomiędzy instytucjami kościelnymi i ludźmi nauki. Przypadek Galileusza był i jest, według biskupa Elchingera, symbolem tego rodzaju sytuacji. Dlatego też domagał się on otwartej rehabilitacji Galileusza („rehabilitatio Galilei ex parte Ecclesiae”), czemu sprzyjały nie tylko prace Soboru, lecz także i ta okoliczność, że w roku 1964 odbywały się liczne sesje i spotkania celebrujące czterechsetlecie urodzin Galileusza.

leusza jest tutaj cytowana w wyraźnie określonym kontekście relacji, które skrótowo określić można mianem relacji nauka-wiara albo nauka-teologia. Z kolei charakter konstytucji *Gaudium et Spes* sugeruje konieczność pastoralnego podejścia do kwestii (Galileusza). W moim pojęciu powyższe sformułowania są kluczowe dla właściwszego zrozumienia powodów, dla których Jan Paweł II uczynił sprawę Galileusza tematem refleksji sformułowanych podczas posiedzenia Papiejskiej Akademii Nauk w dniu 10 listopada 1979 roku, które doprowadziły potem do powołania specjalnej, galileuszowej komisji badawczej.

W przemówieniu tym papież wiele uwagi poświęcił Galileuszowi, nawiązując do słów przewodniczącego Akademii, który stwierdził, iż tak jak Einstein, tak też i Galileusz otworzył nową epokę. Między innymi papież powiedział:

Wielkość Galileusza jak i Einsteina jest powszechnie uznawana; ale pierwszy z tych dwóch — w przeciwieństwie do tego, którego wspominamy dzisiaj w pałacu apostolskim wobec kolegium kardynalskiego — ten pierwszy musiał dużo wycierpieć, nie trzeba tego taić, ze strony ludzi i instytucji Kościoła. Sobór Watykański II przyznał i opłakiwał odnośne postęпки (Jan Paweł II 1992, 531).

W tym miejscu papież powoływał się na wyżej przytoczony cytat z Konstytucji *Gaudium et Spes*, n. 36, i potem kontynuował formułując zdania, które w pojęciu wielu badaczy są najistotniejsze dla opisywanej tutaj historii:

chcąc wyjść poza stanowisko zajęte przez Sobór, wyrażam życzenie, aby teologowie, uczeni i historycy, w duchu szczerzej współpracy, pogłębili znajomość sprawy Galileusza przez lojalne badanie jej nieprawidłowości, niezależnie od tego, z której strony one się wywodziły i aby w ten sposób położyć kres zarzutom, jakie jeszcze w wielu umysłach mogą się budzić — a przez to będzie można osiągnąć *zgodę między nauką i wiarą* oraz między Kościołem, a światem. Ze swej strony udzielam wszelkiego poparcia temu zamierzeniu, aby oddać należny hołd prawdzie wiary i nauki oraz, aby otworzyć bramę dla przyszłej współpracy (Jan Paweł II 1992, 531; podkreślenie moje).

W powyższych słowach papieża wyraźnie widać pragnienie interdyscyplinarnego i — na ile to możliwe — rzetelnego pogłębienia kwestii Galileusza (a nie jej rozwiązania czy zakończenia), zaś głównym celem tych wysiłków ma być swoista normalizacja relacji nauka-religia oraz stworzenie warunków do owocnej między nimi współpracy. Tak więc nie wspomina się tutaj o jakkolwiek pojętej „rehabilitacji” Galileusza — chodzi o coś znacznie ważniejszego, chodzi o samą relację współpracy, zgody oraz zrozumienia pomiędzy Kościołem i światem. Warto może zwrócić uwagę na okoliczność, iż para pojęć „wiera-nauka” użyta jest równoległe z parą pojęć „Kościół-świat”⁴. O ile wiara stanowi jedną z cech zasadniczych życia Kościoła, o tyle — można chyba zaryzykować uogólnienie — w rozumieniu papieża nauka jest jedną z głównych cech współczesnego świata. Stąd troska o usunięcie wszelkich domniemanych, mitologicznych i rzeczywistych przeszkód, utrudniających szczerzy dialog pomiędzy nauką i wiarą, czyli pomiędzy światem i Kościołem.

Nie można też nie dostrzec sformułowania użytego przez papieża i określającego los Galileusza w okresie jego konfliktu z instytucjami Kościoła. Jan Paweł II mówi tutaj o cierpieniu. To ważny aspekt papieskiego widzenia sprawy Galileusza — nie tylko historyczno-prawny, lecz także głęboko ludzki.

W następnych latach papież Jan Paweł II wielokrotnie powracał do tematu Galileusza. Dla przykładu w maju 1983, przemawiając do uczestników sympozjum *La Scienza Galileiana oggi* zorganizowanego celem uczczenia 350. rocznicy publikacji *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, papież powiedział:

Wam, którzy przygotowujecie się ażeby uczcić 350 rocznicę publikacji wiekopomnego dzieła Galileusza *Dialogo sopra i due massimi sistemi* pragnę powiedzieć, że doświadczenia, które stały się udziałem Kościoła w okresie procesu Galileusza i w następnych wiekach pozwoliły mu na dojrzsze i głębsze zrozumienie właściwego Kościołowi autorytetu [...]. Jaśniej

⁴Mówiąc krótko wiara ma się do Kościoła tak, jak nauka do świata. Na temat tej swoistej analogii opartej na proporcji zob. Sierotowicz 2008, 52, przypis 138 oraz liczne uwagi na ten temat w Dellian 2007, 177–191.

została zrozumiana prawda, iż Objawienie Boże, którego Kościół jest gwarantem i świadkiem, nie zawiera w sobie żadnej teorii dotyczącej wszechświata, zaś natchnienie Ducha Świętego bynajmniej nie określa prawdy naszych wyjaśnień dotyczących fizycznej struktury rzeczywistości. Okoliczność, iż Kościół z wielkim trudem przecierał sobie drogę poprzez tak skomplikowaną kwestię nie powinna budzić zdziwienia, ani też zgorzelenia. Kościół, założony przez Jezusa Chrystusa, który określał siebie samego jako Drogę, Prawdę i Życie, jest wszak tworzony przez ludzi ograniczanych przez kulturę ich epoki i głęboko w nią wrośniętych (cytuję za: Fantoli 2002a, 447–448).

Wyrażone tutaj myśli znajdują pełniejszy wyraz w przemówieniu z 1992 roku, do którego powrócimy w dalszym ciągu rozważań.

2. POWOŁANIE, SKŁAD I PRACA KOMISJI BADAWCZYCH

W lutym 1981 roku papież zwrócił się do O. Enrica di Rovasenda, O.P., kanclerza Papieskiej Akademii Nauk z prośbą o sformułowanie propozycji na temat możliwych sposobów zbadania kwestii Galileusza. Kanclerz Akademii odpowiedział w dniu 11 marca 1981 roku i sformułowane w 1979 roku przez papieża życzenie zaczęło się realizować. Kardynał Agostino Casaroli, ówczesny Sekretarz Stanu, listem z dnia 1 maja 1981 roku skierowanym do kardynała Gabriela-Marie Garrone powołał do istnienia złożoną z czterech sekcji komisję galileuszową (podobny w treści list kardynał Casaroli skierował do monsignora Poparda w dniu 3 lipca tego samego roku). W swym liście kardynał Casaroli określił jako cel prac komisji rzetelne, oparte na historycznych źródłach i uwzględniające doktryny oraz kulturę epoki rozważenie całości kwestii Galileusza. Zgodnie z przemówieniem papieskim i w duchu Soboru Watykańskiego drugiego, komisja miała wskazać wszystkie błędy i nieprawidłowości popełnione w sprawie Galileusza, „niezależnie od tego, z której strony one pochodziły”. Kardynał precyzował przy tym, że „nie chodzi o żadną rewizję procesu albo o rehabi-

litację, lecz o spokojną, rzeczową i rzetelnie umotywowaną refleksję, osadzoną we współczesnych realiach historycznych i kulturalnych”⁵.

Na przewodniczącego komisji został powołany kardynał Gabriel-Marie Garrone. Jego asystentem został mianowany ojciec Enrico di Rovasenda, zaś na członków komisji zostali powołani (imiona i tytuły osób cytowane podług listu kardynała Casarolego): arcybiskup Carlo Maria Martini (sekcja egzegetyczna), arcybiskup Paul Poupard (sekcja kultury), prof. Carlos Chagas i ojciec George Coyne (sekcja naukowa i epistemologiczna) oraz monsignor Michele Maccarrone i ojciec Edmond Lamalle (sekcja historyczna i prawna). Decyzja o powołaniu komisji nie została podana do publicznej wiadomości, zaś o jej istnieniu dowiedziano się, kiedy pojawiły się jej pierwsze publikacje. Jak się zdaje tylko w/w osoby mogą być uznane za oficjalnych członków komisji. Naturalnie każda z sekcji komisji miała własnych współpracowników, których nazwiska można ustalić na podstawie wykazu publikacji tychże sekcji.

W czasie prac komisji w samym jej składzie nastąpiły pewne zmiany spowodowane stanem zdrowia jej członków (zwłaszcza kardynała Garrone’a, którego stan zdrowia pogorszył się w połowie lat 80.) i nominacjami na ważne stanowiska kościelne (np. kardynał Martini — arcybiskup Mediolanu od 1979 roku i kardynał od 1983, z powodu różnych obowiązków duszpasterskich, nie mógł aktywnie uczestniczyć w pracach komisji). Oto garść informacji na temat członków komisji galileuszowej. Arcybiskup Paul Poupard, kardynał od 1985 roku, został mianowany w 1982 roku przewodniczącym Papieskiej Komisji Kultury (potem zostanie mu powierzone zadanie koordynacji końcowej fazy prac komisji). Ojciec Enrico di Rovasenda, O.P., był kanclerzem Papieskiej Akademii Nauk od 1974 do 1986 roku. W 1987 roku zastąpił go na tym stanowisku monsignor Renato Dardozzi. Z kolei profesor Carlos Chagas, biofizyk, był prezydentem tej Akademii od 1972 do 1988. Ojciec George V. Coyne, astrofizyk, od 1978 roku piastował urząd dyrektora Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego. Monsignor Michele Maccarrone, historyk Kościoła, był prze-

⁵Cytuję za: Artigas i Sánchez 2008, 69–70.

wodniczącym *Pontificio Comitato di Scienze Storiche*. Także i ojciec Edmond Lamalle, S.J., był historykiem i archiwistą w Kurii Towarzystwa Jezusowego w Rzymie. Lamalle nie uczestniczył, praktycznie rzecz biorąc, w pracach komisji i jak się zdaje został zastąpiony przez profesora Maria d'Addio, filozofa i profesora rzymskiego uniwersytetu *La Sapienza*.

Pierwsze, robocze spotkanie komisji odbyło się w siedzibie Papiejskiej Akademii Nauk 9 października 1981 roku. Do 22 listopada 1983 roku odbyło się siedem takich spotkań⁶. Od tej daty, aż do zakończenia prac komisji, jej członkowie nie spotkali się na zebraniu plenarnym, zaś każda sekcja komisji działała niezależnie, publikując liczne monografie poświęcone sprawie Galileusza⁷. Można zatem utrzymywać wraz z Artigasem i Sánchezem (2008, 12), że z powodu braku koordynacji prac różnych sekcji komisji, wyniki działalności tej ostatniej nie mogą być uważane za rezultaty będące realizacją określonego i spójnego programu badawczego.

⁶Coyne (2005) pisze o siedmiu spotkaniach komisji w w/w okresie, natomiast Artigas i Sánchez (2008, 87–88) piszą o sześciu. Ci ostatni informują też o archiwum komisji galileuszowej, które obecnie jest w stadium organizacji (Artigas i Sánchez 2008, XXII).

⁷Oto wykaz publikacji książkowych będących wynikiem prac różnych sekcji komisji: Poupard 1983, Pedersen 1991, Pagano 1984, Baldini i Coyne 1984, Coyne, Heller i Życiński 1985, D'Addio 1985, Fabris 1986, Życiński 1988, Westfall 1989, Brandmüller 1992, Brandmüller i Greipl 1992. Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne zainicjowało w 1983 roku serię *Studia galileiana*, która ciągle istnieje. Dla przykładu, już po zakończeniu prac komisji ukazały się w tej serii opracowania A. Fantolego. W mniej lub bardziej ścisłym związku z pracami komisji pozostają inne monografie, jak np. Beretta 1999 czy Mayaud 1997. Już nie z samą kwestią Galileusza, lecz — jak sądzę — z zasadniczą troską papieża Jana Pawła II, która skłoniła go do podjęcia kwestii Galileusza, wiąże się zainicjowany w 1987 roku przez Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne program systematycznego przemyślenia relacji nauka-wiara w oparciu o aktualne osiągnięcia nauk doświadczalnych. Refleksję tę zainicjowała konferencja i opublikowany potem tom sprawozdań: Russell, Stoeger i Coyne 1988. Znaczenie tego tomu uwydatnia fakt, iż znajduje się w nim ważny dokument papieski poświęcony relacji nauka-wiara (tłumaczenie tego dokumentu w: Sierotowicz 1997, 262–273).

W maju 1989 roku podczas audiencji udzielonej kardynałowi Poupardowi papież Jan Paweł II zapytał o stan prac komisji galileuszowej. Kardynał zwrócił się następnie do kanclerza Papieskiej Akademii Nauk R. Dardozziego oraz do sekretarzy Papieskiej Radzie Kultury, monsignorów H. Carrieri, S.J., i R. Fariny z prośbą o analizę sytuacji. W jakiś czas potem, 22 czerwca 1989 roku kardynał Poupard w liście do kardynała Sekretarza Stanu przedstawił raport opracowany przez kanclerza Dardozziego, który zawierał także propozycje dotyczące różnych wariantów zakończenia prac komisji. Renato Dardozzi wskazując na fakt, że publikacje różnych sekcji komisji potwierdziły w zasadzie to, co już było wiadomo, nie dokonując istotnego przełomu w badaniach dotyczących kwestii Galileusza. Proponował zatem przygotowanie monografii reasumującej wyniki prac komisji, podkreślając przy tym, że nie ma sposobu na to, aby uniknąć w przyszłości instrumentalizacji sprawy Galileusza. W tym kontekście, nawiązując do ważnej publikacji przygotowanej przez Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne (Coyne, Russell i Stoeger 1988) i zawierającej list papieża Jana Pawła II na temat dialogu nauka-wiara, proponował powołanie grupy badawczej mającej za zadanie przygotowanie swoistego protokołu dotyczącego zasad współpracy teologii, filozofii i nauki. Tego rodzaju dokument winien, w pojęciu Dardozziego, formułować nie tylko zasady owocnej współpracy opartej na wzajemnym szacunku, lecz także wyjaśnić warunki jej możliwości⁸.

Czwartego maja 1990 roku, kardynał Casaroli zwrócił się listownie do kardynała Pouparda i w nawiązaniu do ich wcześniejszej wymiany poglądów, o której papież Jan Paweł II został poinformowany, powierzył mu oficjalnie nadzorowanie końcowej fazy prac komisji. 22 maja 1990 kardynał Poupard zwrócił się listownie do członków komisji. Powołując się na list kardynała Sekretarza Stanu z 4 maja 1990 oznajmił adresatom listu decyzję o zakończeniu prac komisji. W związku z tym prosił o informacje dotyczące aktywności każdej sekcji. Kilka tygodni później, 13 lipca, kardynał Poupard posłał członkom komisji listy z podziękowaniem za nadesłane odpowiedzi. List zawierał także

⁸Artigas i Sánchez 2008, 134–142.

ponowną deklarację zakończenia prac komisji. List, zawierający taką samą deklarację, został też przesłany w tym samym dniu przez kardynała Pouparda do kardynała Casarolego.

Reasumując: komisja galileuszowa była aktywna przez około 11 lat. W jej działalności wyróżnić można kilka okresów. I tak od przemówienia papieskiego z listopada 1979 roku do formalnego powołania komisji minęło około 20 miesięcy. Jest to okres, w którym praktycznie nic się nie wydarzyło, jeżeli chodzi o kwestię Galileusza. Nastąpił potem okres aktywnych spotkań komisji, który kończy się w listopadzie 1983 roku. Od jesieni 1983 roku do wiosny 1990 komisja nie spotkała się ani razu na plenarnym posiedzeniu (najważniejszy powód to jak się zdaje choroba kardynała Garrone'a). Jednakże w tym okresie poszczególne sekcje prowadziły swoją działalność niezależnie od siebie, czego wyrazem są wspomniane już publikacje sekcji komisji. W maju 1990 roku list kardynała Casarolego przerywa ten okres i inicjuje końcową fazę aktywności komisji. Uroczyste zakończenie miało miejsce w dniu 31 października 1992 roku, stąd okres ponad dwóch lat, od maja 1990 do października 1992, należy uznać za okres podsumowania i przygotowania uroczystego aktu zakończenia (jego formalnego kształtu, przygotowanie oficjalnych wystąpień papieża i kardynała Pouparda, itp.).

Nim przejdę do krótkiej refleksji na temat końcowych przemówień kardynała Pouparda i papieża, chciałbym krótko nawiązać do jednej kwestii.

Otóż podczas spotkań komisji w okresie do 1983 roku, jej członkowie domagali się otwarcia archiwów kongregacji Indeksu oraz kongregacji, która w czasach Galileusza była określana mianem Św. Oficjum, a obecnie nosi imię Kongregacji Nauki Wiary. Jak podkreślają Artigas i Sánchez (2008, 9–10), zbadanie w/w archiwów członkowie komisji uważali za jedno z najważniejszych zadań do realizacji. Chodziło o umożliwienie badaczom dostępu do różnego rodzaju aktów i dokumentów związanych z procesem Galileusza z 1632–33 roku i z wydarzeniami z lat 1615–16, które doprowadziły do umieszczenia m.in. dzieła Kopernika na indeksie. Niestety, nie doszło do efektyw-

nego i całkowitego otwarcia tych archiwów. W interesującym nas tutaj okresie uzyskali do niego dostęp tylko niektórzy badacze i na krótki okres czasu. Efektem były trzy publikacje: Baldini i Coyne 1984, Pagano 1984 oraz Brandamüller i Greipl 1992. Pierwsza zawiera wykład Roberta Bellarmina wygłoszony w Louvain, druga — nowe wydanie dokumentów związanych z procesem, trzecia zaś dokumentację związaną z wydaniem kościelnego *imprimatur* w latach dwudziestych osiemnastego stulecia na druk dzieła kanonika Settelego, astronoma aktywnego na rzymskim uniwersytecie *La Sapienza*. Dzieło to zawierało wykład teorii Kopernika. Pierwsze opracowanie jest istotne jeśli chodzi o pełniejsze zrozumienie stanowiska Bellarmina, druga monografia nie wnosi nic istotnie nowego do kwestii procesu Galileusza, natomiast trzecie dzieło jest ważne raczej z apologetycznego punktu widzenia, bowiem *imprimatur* udzielone kanonikowi Settelemu jest właściwie unieważnieniem dekretu z 1616 roku. Dodać należy, iż do w/w archiwów mieli wówczas dostęp także i inni badacze, i ich poszukiwania zaowocowały ważnymi publikacjami, które ukazały się już po oficjalnym zakończeniu prac komisji (zwłaszcza Mayaud 1997).

Podsumowując, w czasie prac komisji kwestia otwarcia archiwów pozostała raczej w sferze życzeń, jednakże — jak podkreśla Coyne (2005) — nie można wykluczyć, że nalegania członków komisji dały w późniejszym okresie pozytywny wynik. Otwarcie dostępu do archiwów byłego Św. Oficjum zostało zapowiedziane przez kardynała Ratzingera, ówczesnego prefekta Kongregacji Nauki Wiary, przy okazji dnia studiów zorganizowanego przez *Accademia Nazionale dei Lincei* w dniu 22 stycznia 1989 roku, czyli jeszcze w toku prac komisji. Z kolei Papieska Akademia Nauk po 1992 roku zainicjowała projekt zatytułowany *Kościół i nauka*, który zmierzał do publikacji wszystkich dokumentów dotyczących nauki i Kościoła, znajdujących się w archiwach kongregacji Indeksu i niegdysiejszej kongregacji Św. Oficjum. Chodzi o niebagatelną liczbę 2500 kodeksów przechowywanych w tych archiwach, które zostały w tym celu wstępnie skatalogowane. Kodeksy te zawierają około 4500 dokumentów, a ich kompletna publikacja będzie wymagała czterech tomów. Jeden z tych tomów,

prawdopodobnie drugi, ma zawierać dokumenty dotyczące procesu Galileusza.

W 1998 roku w/w archiwa zostały otwarte i zaczęły się pojawiać nowe, nieznane dotąd dokumenty dotyczące procesu Galileusza (więcej na ten temat piszą np. Baldini i Spruit 2001, zaś jeśli chodzi o same dokumenty zob. dopiero co cytowany esej Baldiniego i Spruita oraz Beretta 1999 i Mayaud 2005). W grudniu 2008 roku monsignor Gianfranco Ravasi, prefekt Papieskiej Komisji Kultury zapowiedział, że w 2009 roku (roku ważnych galileuszowych rocznic) zostanie opublikowane krytyczne wydanie dokumentów procesu, zaś ważnym elementem prac nad tym wydaniem będzie konferencja dotycząca wielu aspektów sprawy Galileusza, która zostanie zorganizowana przy współdziałaniu Papieskiej Komisji Kultury i Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego we Florencji w dniach 26–30 maja 2009 roku. Na marginesie dodać warto, że monsignor Ravasi wspominając przy tej okazji o Galileuszu mówił o nim jako o „patronie dialogu nauka-wiara”⁹, zaś w dniu 15 lutego 2009, w dniu czterysta czterdziestej piątej rocznicy urodzin Galileusza odprawił w kościele Santa Maria degli Angeli w Rzymie uroczystą mszę świętą w intencji autora *Sidereus Nuncius*.

Poszukiwania i analiza nieznanymi jeszcze dokumentów dotyczących kwestii Galileusza ciągle jeszcze pasjonuje badaczy. Oczywiście, może być i tak, że niewiele pozostało do odkrycia, a to co uda się odnaleźć nie zmieni tego, co już wiadomo. Jednakże otwarcie tych archiwów, ich systematyczne i rygorystyczne skatalogowanie oraz publikacja dokumentów pozwoli badaczom życia i dzieła Galileusza na lepsze zrozumienie kulturalnego i religijnego środowiska, w którym powstał i rozwijał się kopernikanizm. Pozwoli też na głębsze spojrzenie na całość życia i dzieła samego Galileusza, jak to już miało miejsca np. w przypadku dokumentu znalezionej przez Pietro Redondiego (zob. Redondi 1983).

⁹Zob. komunikat “Good heavens: Vatican rehabilitating Galileo” agencji *Associated Press* z dnia 23 grudnia 2008.

Na marginesie i gwoli ścisłości dodać należy, że niekompletność dokumentacji dotyczącej procesu Galileusza nie wynika, jak się zdaje, z braku dobrej woli czy świadomej chęci ukrywania takich czy innych dokumentów przez instytucje kościelne. Ten stan rzeczy jest raczej wynikiem skomplikowanej historii w/w archiwów oraz wynikającego stąd ich obecnego, nienajlepszego z archiwistycznego punktu widzenia stanu (na ten temat zob. np. Pagano 1984 oraz Baldini i Spruit 2001).

3. UROCZYSTE ZAKOŃCZENIE PRAC KOMISJI

Kierujący końcową fazą prac komisji kardynał Poupard i kardynał Sekretarz Stanu, działając za wiedzą papieża ustalili, że podsumowanie prac komisji będzie miało charakter uroczysty, i że nastąpi podczas zakończenia plenarnego spotkania Papieskiej Akademii Nauk przewidzianego na koniec października 1992 roku. Podczas tego spotkania (31 października) zostały wygłoszone dwa ważne przemówienia. Kardynał Poupard przedstawił rodzaj podsumowania prac komisji, następnie zaś głos zabrał papież Jan Paweł II. Ponieważ tematem plenarnego posiedzenia Akademii był problem złożoności (*l'urgence de la complexité*) w matematyce, fizyce, chemii i biologii, papież zasadniczo odnosił się do tego tematu, jednakże fragmenty przemówienia dotyczące Galileusza nie mają charakteru okazjonalnej wzmianki. Jest to raczej całościowy i definitywny w swoim zamiarze osąd kwestii Galileusza podsumowujący jedenaście lat pracy wspomnianej już komisji.

Zasadnicze tematy wystąpień kardynała Pouparda i papieża Jana Pawła II dotyczące różnych aspektów sprawy Galileusza można ująć w następujących punktach¹⁰:

1. Sprawa Galileusza zdaje się być zamknięta, jednakże sama kwestia ciągle jest aktualna, albowiem dotyczy natury nauki i przekazu wiary (aspekt historyczny i kulturalny).
2. W kontekście sprawy Galileusza na pierwszy plan wysuwa się zagadnienie hermeneutyki Pisma Świętego, a dokładniej kwestia

¹⁰Zob. Artigas i Sánchez 2008, 6–7.

zasad interpretacji Biblii w perspektywie przejścia od systemu geocentrycznego do heliostatycznego (aspekt egzegetyczny).

3. Z powyższym wiąże się kwestia o charakterze duszpasterskim: w obliczu nowych osiągnięć nauki należy odważnie pokonać stare nawyki myślowe i stworzyć coś na kształt nowej pedagogiki unikającej z jednej strony nazbyt pośpiesznych uproszczeń, z drugiej zaś nieobawiającej się zajęcia wyraźnego stanowiska (aspekt duszpasterski).
4. Sprawa Galileusza to tragiczne, wzajemne nieporozumienie, jednakże jest ono lekcją dla współczesności, często bowiem szersza wizja¹¹ pozwala na przewyciężenie pozornie nieusuwalnych sprzeczności (aspekty: prawny, kulturalny i epistemologiczny).
5. Dopiero co wspomniana szersza wizja nie wyklucza istotnego faktu: każda dziedzina poznania wymaga specyficznych metod (aspekt epistemologiczny).

Rozwińmy nieco powyższe punkty, począwszy od przemówienia kardynała Pouparda (zob. Poupard 1993). W przemówieniu tym na pierwszy plan wysuwa się postać kardynała Bellarmina, zwłaszcza w perspektywie jego listu do Foscariniego¹². Kardynał Poupard uważa, że Bellarmin poprawnie sformułował problemy stawiane przez system kopernikański — więcej, zaproponował ich słuszne rozwiązanie nakazując ostrożność gdy chodzi o interpretację fragmentów Pisma Świętego dotyczących ruchu Ziemi i jednocześnie podkreślając konieczność zrewidowania tradycyjnej interpretacji tychże fragmentów, gdyby okazało się, że istnieją niezbite dowody na rzecz teorii Kopernika. Jak się zdaje Bellarmin był przekonany, że takich dowodów nie uda się znaleźć, nadto — dodawał kardynał Poupard — „Galileusz nie zdołał dowieść w sposób niepodważalny podwójnego ruchu Zirmi” (Poupard 1993, 27).

¹¹Sądzę, że owa „szersza wizja” może być tutaj rozumiana jako swoiste zaproszenie do podjęcia owocnego dialogu nauka-wiara.

¹²Tekst tego listu znaleźć można w: Galilei 2006, 93–95.

Kardynał Poupard komentuje też kwestię „nieodwołalności” dekretów z 1616 i z 1633 roku. Jak się zdaje, ani kardynałowie ze Św. Oficjum, ani też Urban VIII nie podzielali opinii o możliwości zmiany tychże dekretów, zwłaszcza tego z 1616 roku, będącego podstawą skazującego wyroku wydanego później na Galileusza. Kardynał Poupard twierdzi, że decyzje z 1820 roku dotyczące sprawy kanonika Settelego stanowią praktyczne „zamknięcie” debaty na temat Galileusza. Jednakże — ściśle rzecz biorąc — decyzje nie dotyczyły Galileusza, ani tym mniej dekretu z 1616 roku, lecz tylko *nauczania* teorii Kopernika¹³.

Wystąpienie kardynała Pouparda kończy się następującą oceną, która zostaje przedstawiona jako wynik interdyscyplinarnych badań komisji:

sędziowie Galileusza, nie umiając oddzielić prawd wiary od twierdzeń tradycyjnej kosmologii, doszli do błędnego przekonania, że przyjęcie rewolucyjnej teorii kopernikańskiej — zresztą w tamtym okresie jeszcze nie do końca udowodnionej — w nieunikniony sposób wstrząsnęłoby podstawami tradycji katolickiej, i że w związku z tym było ich obowiązkiem wydanie zakazu jej nauczania. Ten subiektywny błąd oceny, dla nas dzisiaj tak oczywisty, kazał im także zastosować wobec Galileusza karę dyscyplinarną, która przysporzyła mu ‘wielu cierpień’. Trzeba dziś, Ojcze Święty, zgodnie z twoją wolą, lojalnie uznać te błędy (Poupard 1993, 27–28).

Kończąc kardynał Poupard dziękował papieżowi za zaufanie okazane komisji oraz za swobodę badań i publikacji.

Następujące potem przemówienie papieża podejmuje niektóre tematy przedstawione przez kardynała Pouparda, dodaje jednakże inne, nowe elementy, a w niektórych miejscach przedstawia kwestie w nieco innym świetle. W tej perspektywie, idąc za Sharratem (1996, 218)

¹³Tak we fragmentach dotyczących stanowiska Bellarmina, jak i we fragmentach dotyczących rewizji dekretu z 1616 roku kardynał opiera się głównie na opracowaniach Brandmüllera, zasadniczo pomijając inne monografie, także i te, powstałe podczas pracy komisji, a które wyrażały inne opinie.

warto zaznaczyć, że pewne „nieciągłości” istniejące pomiędzy przemówieniami papieża i kardynała Pouparda można wyjaśnić naturalną koniecznością skonstruowania swoistego dwugłosu, w którym należało unikać powtórzeń, zaś — naturalnie — najważniejsze przesłanie winno być zawarte w dyskursie papieża.

Jan Paweł II, powołując się na przemówienia z 10 listopada 1979 roku oraz przypominając powołanie do istnienia specjalnej komisji mającej na celu zbadanie sprawy Galileusza, dziękował komisji za wykonaną pracę oraz osiągnięte wyniki zauważając:

Być może zdziwi się ktoś, że przemawiając do Członków Akademii na zakończenie tygodnia studiów na temat powstawania złożoności w różnych dyscyplinach naukowych, wracam dziś do sprawy Galileusza. Czyż bowiem sprawa ta nie została już dawno temu odesłana do archiwów i czyż popełnione w niej błędy nie zostały już ujawnione? Z pewnością tak. Jednakże *problemy stanowiące podłoże tej sprawy dotyczą samej natury nauki, a także orędzia wiary*. Nie można zatem wykluczyć, że znajdziemy się kiedyś w analogicznej sytuacji, która będzie wymagać zarówno od ludzi nauki, jak i ludzi wiary dokładnego uświadomienia sobie zakresu i granic własnych kompetencji. Przykładem może tu być dyskusja o zagadnieniu złożoności (Jan Paweł II 1993, 24 — podkreślenie moje).

Centralna część przemówienia dotyczyła sprawy Galileusza. Papież mówił:

Istotę dysputy wokół sprawy Galileusza stanowią *dwa problemy*. *Pierwszy* jest natury epistemologicznej i dotyczy *hermeneutyki biblijnej*. Mówiąc o nim, trzeba podkreślić dwie sprawy. Po pierwsze, Galileusz — podobnie jak większość jego przeciwników — nie czynił rozróżnienia między naukowym opisem zjawisk naturalnych, a filozoficzną refleksją nad naturą, do której skłania zwykle poznanie naukowe. To dlatego odrzucił propozycję uznania teorii Kopernika za hipotezę, dopóki nie zostanie potwierdzona niezbitymi dowodami. A przecież pozostawało to w zgodzie z *wymogami metody eksperymentalnej*, której on sam był genialnym twórcą (Jan Paweł II 1993, 24 — podkreślenia moje).

Fakt, iż niektóre fragmenty z Pisma Świętego rozumiane dosłownie zdają się potwierdzać geocentryczną wizję świata powszechnie uznawaną w czasach Galileusza pozwala zrozumieć, dlaczego ówczesni teologowie nie mogli nie podjąć kwestii zgodności heliocentryzmu z Pismem Świętym. Papież skomentował tę okoliczność zauważając, iż nowa nauka:

jej metody oraz jej zasada wolności poszukiwań zmusiły teologów do rewizji kryteriów interpretacji Biblii. Większość z nich nie była do tego zdolna. Rzecz paradoksalna, że Galileusz, człowiek głęboko wierzący, okazał tu większą przenikliwość niż teolodzy — jego przeciwnicy (Jan Paweł II 1993, 24).

Paradoks idzie jeszcze dalej, bowiem jak potem zauważy papież, kardynał Bellarmin, teolog, okaże się znacznie przenikliwszy jeśli chodzi o metodę naukową. Istotnie, zgadzając się z kardynałem Poupartem papież podkreślał wyjątkową pozycję w tej kwestii zajmowaną przez Bellarmina, „który rozumiał istotę sporu”. Na potwierdzenie tej tezy Jan Paweł II cytuje znane słowa kardynała Bellarmina znajdujące się w jego *Liście do Foscariniego*, dotyczące wielkiej ostrożności, którą należy zachować w wyjaśnianiu Pisma Świętego w przypadku, gdyby zostały podane ewentualne dowody świadczące na korzyść ruchu Ziemi. W tej sytuacji należałoby raczej uznać, „że ich nie rozumiemy, niż że to, co dowiedzione, jest fałszem”. Jak wynika ze słów kardynała Pouparta i papieża, Bellarmin nalegał na przyznanie teorii Kopernika statusu hipotezy, która nie posiadała jednoznacznych dowodów przemawiających na jej korzyść. Jest to stanowisko „podwójnego błędu” zaprezentowane przez Brandmüllera w jego monografii dotyczącej sprawy Galileusza (Brandmüller 1992, 196).

Drugi ze wspomnianych wyżej przez papieża problemów dotyczy motywów duszpasterskich, które wpłynęły na osąd Kościoła gdy chodzi o kwestię kopernikańską w czasach Galileusza.

Ze względu na właściwą sobie misję — twierdził papież — Kościół musi zwracać uwagę na duszpasterskie konsekwencje swoich wypowiedzi [...]. Konieczność zajęcia stanowiska wobec

teorii kopernikańskiej postawiła Kościół przed trudnym problemem duszpasterskim, ponieważ geocentryzm uważany był za integralną część nauczania biblijnego (Jan Paweł II 1993, 24).

Oczywiście, „duszpasterz musi być człowiekiem wielkiej odwagi”, jednakże musi się wystrzegać „zarówno postawy nazbyt lęckiej, jak i pochopnego osądu, jedno i drugie bowiem może wyrządzić wiele zła”. W tym fragmencie rozważań Jan Paweł II przypominał kryzys podobny do kryzysu wywołanego teoriami Kopernika, to jest kryzys związany ze studiami biblijnymi w XVIII i na początku XIX wieku. W obliczu zagrożeń wywołanych nadmiernym racjonalizmem badań dotyczących Biblii, który to kierunek badań był wtedy dominujący, „niektórzy [...] sądzili, że należało odrzucić naukowo udowodnione twierdzenia historyków. Była to decyzja pochopna i chybiona”.

Papież cytował także opinię kardynała Pouparda, według której „wyrok z roku 1633 nie był nieodwołalny”, zaś „spór wokół niego toczył się nieustannie aż do roku 1820, kiedy to udzielono *imprimatur* dziełu kanonika Settelego”¹⁴. I następnie Jan Paweł II dodawał:

Począwszy od epoki Oświecenia aż do naszych czasów *sprawa Galileusza* stanowiła swoisty mit, który ukształtował obraz wydarzeń dość daleki od rzeczywistości. Widziana w tej perspektywie, była ona symbolem rzekomego odrzucenia przez Kościół postępu naukowego, czyli dogmatycznego ‘obskurantyzmu’, sprzecznego z wolnym poszukiwaniem prawdy. Mit ten odegrał doniosłą rolę w kulturze: przyczynił się do utwierdzenia wielu rzetelnych ludzi nauki w przekonaniu, że duch nauki i jej etyka poszukiwania prawdy są nie do pogodzenia z wiarą chrześcijańską. *Tragiczne wzajemne nieporozumienie* zostało zinterpretowane jako wyraz konstytutywnej sprzeczności między nauką i wiarą. Wiedza, jaką czerpiemy z najnowszych badań historycznych, pozwala nam stwierdzić, że to bolesne nieporozumienie należy już do przeszłości. *Sprawa Galileusza* może stać się *lekcją także dla nas*, przydatną w analogicznych sytuacjach, które istnieją dziś lub mogą się pojawić w przyszłości (Jan Paweł II 1993, 25 — podkreślenia moje).

¹⁴Także i tutaj teza Brandmüllera 1992, 198.

Powyższy fragment, pomimo jego niejednoznaczności jeśli chodzi o ocenę samej sprawy Galileusza, osadza jednak całą kwestię w znacznie szerszym i, intelektualnie, kulturalnie oraz duszpastersko, znacznie ciekawszym, niż tylko historycznym aspekcie. Powrócimy niżej do tej kwestii.

4. OCENY PRAC KOMISJI

Jak słusznie zauważają Artigas i Sánchez (2008, 15) opinia publiczna oceniła pozytywnie pracę komisji i wystąpienia wygłoszone podczas uroczystego zakończenia jej prac. W potocznym przekonaniu Kościół uznał błędy popełnione przez jego instytucje w sprawie Galileusza, chociaż nie można tutaj mówić o prawnie pojętej rehabilitacji. I chyba słusznie można utrzymywać wraz z Sharrattem (1996, 222), że przemówienia papieża z 1979 oraz z 1992 roku i powołanie komisji to pośmiertne, rzymskie zwycięstwo Galileusza¹⁵. Także i wyniki prac komisji przez wielu są postrzegane jako ważne, interesujące i inspirujące¹⁶. Jednakże od samego początku praca komisji, jak i potem wystąpienia kardynała Pouparda oraz papieża Jana Pawła II, spotkały się z surową krytyką ze strony wielu badaczy¹⁷.

Zasadniczo krytyka dotyczyła następujących punktów:

- Przyczyną błędów Kościoła popełnionych przez jego instytucje i przedstawicieli był nadmierny autorytaryzm tychże instytucji i ludzi. W konsekwencji Kościół wkroczył na pole nauki rozstrzygając spory o charakterze naukowym. Tego rodzaju podejście, o ile nie ulegnie zmianie, grozi ponownymi konfliktami (np. Blackwell 1998, Coyne 2005, Dawes 2002, Righini 2008).

¹⁵Za M. Finocchiaro można zasadnie mówić o teologicznej rehabilitacji Galileusza (Finocchiaro 2005, 357).

¹⁶Zob. np. Dellian 2007.

¹⁷Po zakończeniu prac komisji ukazało się wiele opracowań i monografii, w których wyniki badań komisji zostały poddane surowej nieraz ocenie. Wspomnieć tu można np.: Beretta 2005, Bucciantini 1995 czy McMullin 2005.

- Dyskursy: papieża i kardynała Pouparda zawierają wiele nieścisłości (np. Fantoli 2002 a i b).
- Komisja działała w sposób niewłaściwy i nieefektywny, nadto nie należało przerywać jej prac (np. Coyne 2005).
- Kościół nie jest zdolny do uznania własnych błędów (np. Reston 1998).
- Prace komisji i wyżej relacjonowane wystąpienia papieża i kardynała Pouparda miały charakter propagandowy, „tuszując” wysiłki instytucji kościelnych zmierzające do podtrzymania wpływów politycznych i „rządu dusz” (Beltrán-Marí 2001, 2006 i 2008).

Annibale Fantoli (2002 a i b) w swych wystąpieniach na temat prac komisji i w/w przemówień podkreśla fakt, że Kościół nie uznał odpowiedzialności wyższej hierarchii kościelnej w sprawie Galileusza. Istotnie, we wspomnianych wyżej przemówieniach nie mówi się o odpowiedzialności, jak to ujmuje Fantoli, na szczycie hierarchii instytucji kościelnych: Św. Oficjum, papieży Pawła V i Urbana VIII¹⁸, zaś sposób rozumowania nazbyt mocno zależy od tezy „podwójnego błędu” sformułowanej przez Brandmüllera.

Michael Segre (1997) sądzi, że zasadniczymi kwestiami skrywającymi się za sprawą Galileusza są wolność myśli, badań i słowa. Wyraża też pogląd, że przemówienie papieskie z 1992 roku w porównaniu z wystąpieniem z 1979 roku jest jakby krokiem do tyłu, zdaje się bowiem wyrażać tendencję do rozmycia samej kwestii Galileusza, a nie do jej jednoznacznej interpretacji. Formułuje przy tym hipotezę, że do papieża nie dotarły dostatecznie dokładne informacje dotyczące pracy komisji¹⁹.

¹⁸M. Sharratt słusznie zauważa, że należy do zwyczaju przemówień papieskich nie cytowanie innych papieży, o ile nie wchodzi w grę podkreślenie tak, czy inaczej rozumianej ciągłości (Sharratt 1996, 220).

¹⁹Finocchiaro: „Jan Paweł II nie powtórzył wielu tez raportu Pouparda. I chociaż *explicito* przyjął niektóre jego konkluzje, to jednak konkluzje te w przemówieniu

Beltrán-Marí uznaje ponowne rozważenie przez Kościół kwestii Galileusza za „operację o charakterze mediatycznym”²⁰. Dodaje do tak sformułowanej oceny stwierdzenie, iż po czterystu latach historii burzliwego rozwoju nauki, to co Kościół ma do powiedzenia na temat Galileusza nie ma najmniejszego znaczenia (Beltrán-Marí 2008, 140).

Szczególnie krytyczną i gorzką ocenę prac komisji daje J. Reston. Tak ją formułuje:

papież chciał, żeby komisja odpowiedziała na trzy pytania: co się stało? Jak to się stało? Dlaczego tak się stało? W ciągu [...] dziewięciu lat doszło do siedmiu oficjalnych spotkań poświęconych Galileuszowi. Ujawniono całą księgę dokumentów z tajnych akt Galileusza, które jednak okazały się niepełne. Wydano oficjalny tom szkiców pod redakcją kardynała Pouparda, ale krytycy ocenili tę pracę jako próbę wybielania Kościoła [...]. Co jednak z Galileuszem? W lecie 1991 roku myśłano głównie, jak pozbyć się kłopotliwej sprawy. Kościół zbadał ją bezstronnie, a teraz chciał, aby zgaszono światła. Niewiele brakowało, a sprawa zostałaby pogrzebana na następnych czterysta lat. Przy całej mądrości Kościół nie dał odpowiedzi na pytanie: jak Boska instytucja ma przyznać się do błędu? (Reston 1998, 185–186).

George Coyne (2005), po przedstawieniu historii prac komisji i ocenie jej niedociągnięć, przywołuje opisywaną przez Blackwella

papieża utraciły anti-galileuszowy charakter, które miały one w raporcie Pouparda. Jeśli taka wykładnia przemówienia papieża jest słuszna, i jeśli słuszna jest obserwacja konstatująca coraz wyraźniejszy anti-galileuszowy i apologetyczny kierunek prac komisji, to wówczas można sformułować hipotezę, że papież postanowił zamknąć sprawę Galileusza, ponieważ nie chciał zostawić tę kwestię w rękach ludzi takich jak Poupard i Brandmüller” (Finocchiaro 2005, 357).

²⁰Czyżby powracały tu echem słowa Paula Feyerabenda cytowane swego czasu przez ówczesnego prefekta Kongregacji Nauki Wiary kardynała Józefa Ratzingera: „w czasach Galileusza Kościół był bardziej wierny rozumowi niż Galileusz, i wziął pod uwagę także aspekty etyczne i społeczne doktryny galileuszowej. Proces przeciwko niemu był sprawiedliwy, zaś jego współczesne rewizje można usprawiedliwić tylko i wyłącznie motywami o charakterze politycznym” (cytuję za: D’Adamo 2008, 23). Sam cytat z Feyerabenda potwierdzałby stanowisko Beltrána-Marí, jednakże dodać trzeba, że sam kardynał Ratzinger osadził te słowa w szerszym kontekście, który dotyczył troski o etyczne aspekty rozwoju nauki.

„logikę scentralizowanego autorytetu”. Tego rodzaju logika ma podług Blackwella charakteryzować postawę Kościoła uznającego się za jedyną instytucję mającą prawo do interpretacji objawienia zawartego w Biblii i Tradycji. W 1616 roku doszło do starcia pomiędzy tak rozumianym autorytetem Kościoła, a autorytetem nauki, który opiera się zasadniczo na świadectwie doświadczenia. Doprowadziło to do konfliktu, którego Galileusz jest mitycznym obrazem. Czy tego rodzaju sytuacja może się powtórzyć? Postawiwszy to pytanie, Coyne przytacza słowa papieża:

celem Akademii jest [...] rozpoznanie i upowszechnienie tego, co przy aktualnym stanie nauki, i w granicach jej kompetencji, można uznać za prawdę z całą pewnością lub przynajmniej z takim prawdopodobieństwem, że nieostrożnie i nierozumnie byłoby [to] odrzucić. Dzięki temu będzie można w przyszłości uniknąć niepotrzebnych sporów (Jan Paweł II 1993, 26).

I potem komentuje: gdybyż kongregacja Indeksu w 1616 roku zechciała tak właśnie spojrzeć na prawdopodobieństwo kopernikizmu... Komentarz ten przemienia się potem w życzenie: oby słowa papieża stały się mądrością i przewodnikiem Kościoła na przyszłość.

5. UWAGI NA ZAKOŃCZENIE

Michael Sharratt, który zaproponował bardzo wyważoną ocenę interesującej nas tutaj kwestii zauważył, że „zainteresowanie papieża kwestią Galileusza jest jednym z aspektów jego zasadniczej troski o to, aby dwie kultury, naukowa i religijna, zaczęły wzajemnie współpracować, opierając tę relację na wzajemnym szacunku” (1996, 214). Sharratt przypomina cytowane już słowa papieża, że kwestia Galileusza może się okazać dla nas lekcją, bowiem „problemy stanowiące podłoże tej kwestii dotyczą samej natury nauki, a także orędzia wiary. Nie można zatem wykluczyć, że znajdziemy się kiedyś w analogicznej sytuacji, która będzie wymagać zarówno od ludzi nauki, jak i ludzi wiary dokładnego uświadomienia sobie zakresu i granic własnych kompetencji” (Jan Paweł II 1993, 24). A zatem kwestia Galileusza nie

jest problemem historycznym wymagającym tylko i wyłącznie dokładnego, niemal sądowego zbadania, tak aby jasno można było ustalić, kto i w jakim stopniu ponosi za to wszystko winę. Dla nikogo nie jest tajemnicą, że tego rodzaju badania, zważywszy filozoficzne, kulturalne i religijne znaczenie kwestii, mają charakter, jak to ujmują badacze, „niekończącej się opowieści”. Dlatego też stają się zrozumiałe motywy, dla których po okresie działalności komisji, która zaowocowała ważnymi wynikami, podjęto decyzje o uroczystym zakończeniu i podsumowaniu jej prac, zaś w orędziu papieskim pojawiło się silne i zdecydowane wołanie o podjęcie dialogu pomiędzy kulturą religijną i nauką, wraz z zarysowaniem warunków jego możliwości²¹.

Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne, które aktywnie uczestniczyło w pracach komisji galileuszowej publikując ciągle istniejącą serię *Studi Galileiani*, zainicjowało szeroko zakrojony program badań dotyczących dialogu nauka-wiara (zob. Sierotowicz 2006). I takie właśnie, w moim pojęciu, jest najgłębsze znaczenie papieskiego rozumienia kwestii Galileusza i jego „rehabilitacji”²². Istotnie bowiem, należy kontynuować badania dotyczące kwestii Galileusza, ale tak, aby badania te ułatwiały stworzenie warunków do owocnego dialogu i współpracy pomiędzy kulturą religijną i nauką, pomiędzy Kościołem i światem współczesnym.

BIBLIOGRAFIA

Artigas, Mariano i Sánchez de Toca Alameda, Melchor 2008, *Galileo y el Vaticano*, Madrid: BAC.

Baldini, Ugo i Coyne, George V. 1984, “The Louvain Lectures of Bellarmine and the Autograph Copy of His 1616 Declaration to

²¹Numer *L'Osservatore Romano* z pierwszego listopada 1992 roku na pierwszej stronie miał tytuł: „należy do przeszłości bolesne nieporozumienie dotyczące domnie-manaj, konstytutywnej opozycji nauka-wiara” (cytuję za: Artigas i Sánchez 2008, 3).

²²Takie rozumienie kwestii potwierdza, jak sądzę, także i późniejsze nauczanie Jana Pawła II — zob. np. encyklika *Fides et Ratio*, n. 24–35.

- Galileo”, w: *Studi Galileiani* (Città del Vaticano: Vatican Observatory Publications), I/2.
- Baldini, Ugo i Spruit, Leen 2001, „Nuovi documenti galileiani dagli archivi del Sant’Ufficio e dell’Indice”, *Rivista di storia della filosofia* 4, 661–699.
- Beretta, Francesco 1999, „Le procès de Galilée et les Archives du Sait-Office. Aspects judiciaires et théologiques d’une condamnation célèbre”, *Revue des sciences philosophique et théologiques*, 83, 441–490.
- Beretta, Francesco 2005, *Galilée en procès. Galilée réhabilité?*, Saint-Maurice: Éditions Saint-Augustin.
- Beltrán-Marí, Antonio 2001, *Galileo, ciencia y religión*, Barcelona: PAIDÑS.
- Beltrán-Marí, Antonio 2006, *Talento y poder. Historia de las relaciones entre Galileo y la Iglesia*, Navarra: Laetoli.
- Beltrán-Marí, Antonio 2008, „Prefazione”, w: Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Milano: RCS Libri, 5–155.
- Blackwell, Richard J. 1998, “Could there be another Galileo case?”, w: Peter Machamer (red), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge: Cambridge University Press, 348–366.
- Brandmüller, Walter 1982, *Galilei und die Kirche oder Das Recht auf Irrtum*, Regensburg: Pustet (tłumaczenie włoskie: *Galilei e la Chiesa ossia il diritto ad errare*, Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana 1992).
- Brandmüller, Walter i Greipl Egon J. 1992, *Copernico Galilei e la Chiesa. Fine della controversia (1820). Gli Atti del S. Uffizio*, Firenze: Leo Olschki.
- Brecht, Bertold 1962, *Życie Galileusza*, w: B. Brecht, *Dramaty*, oprac. K. Gajek, Biblioteka Narodowa, seria II, nr 184, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk: Ossolineum.

- Bucciantini, Massimo 1995, *Contro Galileo. Alle origini dell'affaire*, Firenze: Leo S. Olschki.
- Coyne, George, V., S.J., 2005, "The Church's most recent attempt to dispel the Galileo myth", w: E. McMullin (red.), *The Church and Galileo*, Notre Dame: University of Notre Dame Press, 340–359.
- Coyne, George, V., S.J., Heller, Michał i Źyciński, Józef (red.) 1985, *The Galileo Affair: A Meeting of Faith and Science. Proceedings of Cracow Conference*, Città del Vaticano: Vatican Observatory Publications.
- D'Adamo, Vincenzo (red.) 2008, *Ratzinger-Galileo alla Sapienza*, Palermo: Sigma Edizioni.
- D'Addio, Mario 1985, „Considerazioni sui Processi a Galileo”, *Quaderni della Rivista della Storia della Chiesa in Italia*, N. 8.
- Dellian, Ed 2007, *Die Rehabilitierung des Galileo Galilei oder Kritik der Kantischen Vernunft*, Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Dawes, Gregory W. 2002, „Could There Be Another Galileo Case?”, *Journal of Religion & Society*, vol. 4, 1–12.
- Fabris, Rinaldo 1986, *Galileo Galilei e gli orientamenti esegetici del suo tempo*, Città del Vaticano: Pontificia Accademia delle Scienze.
- Fantoli, Annibale 2002a, *Galileusz. Po stronie kopernikanizmu i po stronie Kościoła*, Tarnów; BIBLOS.
- Fantoli, Annibale 2002b, “Galileo and the Catholic Church: A Critique of the ‘Closure’ of the Galileo Commission’s Work”, *Studi Galileiani*, IV/1 (special series).
- Fornasir, Giuseppe [s.d.], *Atti del Convegno di Studio su Pio Paschini nel centenario della nascita 1878–1978*, [s.l.]: Tipografia Poliglotta Vaticana [Pubblicazioni della Deputazione di Storia Patria per il Friuli; vol. 10].

- Galagher, Michael Paul, S.I 1993, „Note in margine al caso Galileo”, *La Civiltà Cattolica*, 144, 424–436.
- Finocchiaro, Maurice, A. 2005, *Retrying Galileo 1633–1992*, Berkeley-Los Angeles-London: University of California.
- Galilei, Galileo 2006, *Listy kopernikańskie*, Tarnów: Biblos.
- Jan Paweł II 1983, „Discours au Symposium ‘La Scienza Galileiana oggi’, à l’occasion de la commémoration du 350 anniversaire de la publication du *Dialogo sopra i due Massimi Sistemi*”, *L’Osservatore Romano*, 9–10 maja, 1,3.
- Jan Paweł II 1992, „Głęboka harmonia łączy prawdy naukowe z prawdami wiary. Wspomnienie Alberta Einsteina. Przemówienia z 10 listopada 1979 roku”, w: Jan Paweł II, *Nauczanie papieskie*, tom II/2, Poznań: Pallottinum 1992, 529–533.
- Jan Paweł II 1993, „Sprawa Galileusza lekcją dla współczesnych. Spotkanie z uczestnikami sesji plenarnej Papieskiej Akademii Nauk”, *L’Osservatore Romano*, wydanie polskie, 1/1993, 23–26.
- Mayaud, Pierre-Noël 1997, *La condamnation des livres coperniciens et sa révacation, à la lumière de documents inédits des Congrégations de l’Index et de l’Inquisition*, Roma: Pontificia Università Gregoriana.
- Mayaud, Pierre-Noël 2005, *Le conflit entre l’astronomie nouvelle et l’écriture sainte aux XVI^e et XVII^e siècles. Un moment de l’histoire des idées autour de l’affaire Galilée*, Paris: Honoré Champion Éditeur, vol. I-VI.
- McMullin, Ernan (red.) 2005, *The Church and Galileo*, Notre Dame: University of Notre Dame Press.
- Pagano, Sergio M. (red.) 1984, *I Documenti del Processo di Galileo Galilei*, Città del Vaticano: Pontificia Accademia delle Scienze e Archivi Vaticani.
- Paschini, Pio 1965, *Vita e Opere di Galileo Galilei*, Roma: Herder.

- Pedersen, Olaf 1991, "Galileo and the Council of Trent", *Studi Galileiani*, I/1.
- Poupard, Paul, 1983, (red.), *Galilée, 350 ans d'histoire, 1633–1983*, Paris: Desclée de Bronwer (tłum. polskie: Życiński 1991).
- Poupard, Paul 1993,, „Relacja z prac komisji badającej sprawę Galileusza”, *L'Osservatore Romano*, wydanie polskie, 1/1993, 26–28.
- Redondi, Pietro 1983, *Galileo eretico*, Torino: Einaudi.
- Reston, James, Jr. 1998, *Galileusz*, Warszawa: Prószyński i Spółka.
- Righini, Alberto 2008, *Galileo tra scienza, fede e politica*, Bologna: Editrice Compositori.
- Russell, Robert J., Stoeger, William R. S.J., Coyne, George V. S.J. (red.) 1988, *Physics, Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, Vatican City State: Vatican Observatory 1988 (tłumaczenie polskie niektórych referatów w: Sierotowicz 2006).
- Sharratt, Michael 1996, *Galileo. Decisive Innovator*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Segre, Michael 1997, "Light on the Galileo Case?", *Isis*, 88, 484–504.
- Simoncelli, Paolo 1992, *Storia di una censura. 'Vita di Galileo' e Concilio Vaticano II*, Milano: Franco Angeli.
- Sierotowicz, Tadeusz 1997, *Nauka a wiara — przestrzeń dialogu*, Tarnów: BIBLOS.
- Sierotowicz, Tadeusz 2006 (red.), *Stwórca — wszechświat — człowiek. Wybór tekstów wygłoszonych podczas konferencji Boże działanie w perspektywie nauki, zorganizowanych przez Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne (Specola Vaticana) oraz Center for Theology and the Natural Sciences (CTNS; Berkeley, California): 1988–2001*, Tarnów: BIBLOS, vol. 1 i 2.
- Sierotowicz, Tadeusz 2008, *Od metodycznej polemiki do polemiki metodologicznej*, Tarnów: BIBLOS.

Westfall, Richard S. 1989, "Essays on the Trial of Galileo", *Studi Galileiani*, I/5.

Życiński, Józef 1988, "The Idea of Unification in Galileo's Epistemology", *Studi Galileiani*, I/4.

Życiński, Józef (wybór i redakcja) 1991, *Sprawa Galileusza*, Kraków: I.W. ZNAK.

SUMMARY

John Paul's II reflection on the Galileo's case is deeply rooted in the teaching of the Vatican Council II (*GS*, n. 36). It's most profound expression one can find in the Pope's discourse celebrating the anniversary of Einstein's birthday given in November 1979. John Paul II emphasizes not only Galileo's sufferings caused by the Church institutions, but also invites to examine Galileo's case to create the appropriate conditions for the fruitful dialogue between science and theology. As a response the special commission was established in the year 1981. This commission was active until the year 1990, and her different sub-commissions (juridical, scientific, exegetic, and so on) published many valuable studies on Galileo's case. The conclusion of commission activity was formally celebrated by the end of 1992, during the session of Pontifical Academy of Science. Cardinal Poupard and the Pope, John Paul II delivered two, very important speeches; both of them offered a slightly different syntheses of the conclusions reached by the commission, and the second one has been interpreted by the papers as a sort of rehabilitation of Galileo. The Pope interpreted the Galileo's case as a mutual, tragic incomprehension, and stressed that, it could serve us as a lesson in the similar circumstances. And this, strictly pastoral and fostering the dialogue between science and faith approach seems to characterize John Paul's II interpretation of the Galileo's case.

Marcin GORAZDA

PAT, Wydział Filozofii, Katedra Metafizyki

***PRZYCZYNEK DO KRYTYKI
STATYSTYCZNO-RELEWANTNEGO MODELU
WYJAŚNIANIA NAUKOWEGO***

1. MODELE WYJAŚNIANIA NAUKOWEGO

Statystyczno-relevantny model wyjaśniania naukowego został zaproponowany przez Wesley Salmona w 1971 r. w tekście *Statistical Explanation*¹. Model ten stanowił alternatywę dla uprzednio proponowanych modeli wyjaśniania m.in. przez Hempła a wspieranych przez wielu współczesnych filozofów nauki (m.in. przez Poppera). Te poprzedzające modele to: dedukcyjno-nomologiczny (DN), dedukcyjno-statystyczny (DS) oraz indukcyjno-statystyczny (IS). Model dedukcyjno-nomologiczny stanowi pewien schemat wnioskowania gdzie wnioskiem jest *explanandum* (to co wyjaśniamy), a przesłanką jest *explanans* (zbiór zdań wyjaśniających). *Explanans* musi obejmować przynajmniej jedno prawo przyrody (*nomos*), które stanowi istotny element wnioskowania (bez tego prawa wnioskowanie jest zawodne). Ponadto *explanans* musi mieć treść empiryczną, która może być sfalsyfikowana, a zdania należące do niego muszą być prawdziwe. Jeżeli prawo w *explanansie* ma charakter statystyczny, a *explanandum* stanowi prawidłowość statystyczna, wówczas model nazywa

¹ *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, W. Salmon, (ed.), 29–87, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

się dedukcyjno-statystycznym. Jeśli w *explanandum* mamy pojedyncze zdarzenie i określamy prawdopodobieństwo jego wystąpienie ze względu na statystyczne prawo zawarte w *explanansie*, wówczas model nazywamy indukcyjno-statystycznym². Wszystkie te modele odróżnia od modelu SR zaproponowanego przez Salmona konieczność sformułowania w *eksplanansie* (czyli jako element przesłanki wyjaśniającej) jakiegoś *prawa przyrody* czy to o charakterze bezwzględny czy też statystycznym. U podstaw tych modeli tkwi zatem pewien zestaw założeń, który prowadził w konsekwencji do wielu krytycznych uwag. Po pierwsze, bowiem, nie do końca potrafimy sprecyzować co jest, a co nie jest *prawem przyrody*. Po drugie, w wielu przypadkach faktycznego wyjaśniania zjawisk nie posługujemy się jakimkolwiek zgeneralizowanym *prawem przyrody* lecz raczej prostym związkiem, który jawi nam się jako przyczynowy. Po trzecie, co wynika zresztą wprost z poprzedniego zdania, modele DN, DS oraz IS zasadniczo implikują istnienie związku przyczynowego z określonym kierunkiem działania pomiędzy *eksplanans* a *eksplanandum*. Model SR ucieka od pojęcia *prawa przyrody*, zastępując go właśnie statystyczną relewancją dwóch zjawisk. Co zaś do związku przyczynowego, nie tyle go zakłada, co rości sobie pretensje do jego uchwycenia właśnie poprzez ustalenie owej statystycznej relewancji.

2. MODEL SR

Spróbujmy pokrótce przybliżyć istotę wyjaśnienia naukowego z wykorzystaniem modelu SR. Rozważmy jakąś klasę lub populację *A*. W klasie tej atrybut *C* będzie statystycznie relewantny względem innego atrybutu *B* wtedy i tylko wtedy, jeżeli $P(B|A.C) \neq P(B|A)$, a zatem jeżeli prawdopodobieństwo zdarzenia *B* pod warunkiem zaistnienia zdarzeń *A* i *C* jest różne od prawdopodobieństwa zdarzenia *B* uwarunkowanego wyłącznie przez *A*. Zasadę powyższą zilustruję przykładem pochodzącym od autora tego modelu (który to przykład zresztą służył jako narzędzie krytyki modelu DN). Interesująca nas populacja

²Zob. A. Grobler, *Metodologia nauk*, Wydawnictwo Znak, Kraków 2006, s. 104.

to zbiór ludzi oraz dwa podzbiory — mężczyźni i kobiety. W obrębie tej populacji badamy relewancje dwóch atrybutów: stan ciąży oraz zażywanie pigułek antykoncepcyjnych. Stwierdzamy co następuje:

$$\begin{aligned} P(\text{Cięża}|\text{Człowiek.Mężczyzna.Zażywa pigułki}) = \\ P(\text{Cięża}|\text{Człowiek.Mężczyzna}) = 0, \end{aligned}$$

podczas gdy

$$\begin{aligned} P(\text{Cięża}|\text{Człowiek.Kobieta.Zażywa pigułki}) \neq \\ P(\text{Cięża}|\text{Człowiek.Kobieta}), \end{aligned}$$

przy założeniu oczywiście że nie wszystkie kobiety w populacji zażywają pigułki antykoncepcyjne. W takiej sytuacji stwierdzamy, że zażywanie pigułek antykoncepcyjnych jest statystycznie relewante w stosunku do zajścia w ciążę, wyłącznie w odniesieniu do kobiet. W odniesieniu do mężczyzn zażywanie pigułek jest irrelewantne.

Kluczowym pojęciem (i warunkiem prawidłowości zastosowania modelu SR sformułowanym przez Salmona) jest tzw. rozkład jednorodny (*homogenous partition*). O rozkładzie jednorodnym klasy A mówimy wówczas gdy, istnieje zestaw podklas lub elementów C_i należących do A , takich, że są one wzajemnie rozłączne i kompletne gdzie $P(B|A.C_i) \neq P(B|A.C_j)$ dla każdego $C_i \neq C_j$ i gdzie nie istnieje żaden dodatkowy atrybut D_k w A taki, że $P(B|A.C_i) \neq P(B|A.C_i.D_k)$.

W modelu SR zatem wyjaśnienie, dlaczego jakiś element x w danej klasie charakteryzujący się atrybutem A posiada atrybut B , składa się z następującego zestawu informacji:

- (i) Uprzednie prawdopodobieństwo B od A : $P(B|A) = p$.
- (ii) Rozkład jednorodny A ze względu na B , $(A.C_1, \dots, A.C_n)$, razem z prawdopodobieństwem B ze względu na każdy element rozkładu: $P(B|A.C_i) = p_i$ oraz
- (iii) Elementy rozkładu, do których należy element x .

Znowu posłużę się przykładem pochodzącym od autora. Przypuścimy, że chcemy wyjaśnić przy wykorzystaniu modelu SR, dlaczego pacjent x z zakażeniem bakteryjnym (S), szybko powraca do zdrowia (Q). Niech $T(-T)$ oznacza sytuację, w której pacjent x poddany jest (lub nie) leczeniu penicyliną, a $R(-R)$ oznacza, iż dany szczep bakterii jest odporny (lub nie) na działanie penicyliny. Musimy przy tym założyć, że nie istnieją żadne inne czynniki relewantne w stosunku do szybkiego powrotu do zdrowia. W opisanym stanie mamy cztery możliwe kombinacje właściwości: $T.R, -T.R, T.-R, -T.-R$. Przypuścimy, że zachodzi: $P(Q|S.T.R) = P(Q|S.-T.R) = P(Q|S.-T.-R) \neq P(Q|S.T.-R)$, czyli że prawdopodobieństwo szybkiego powrotu do zdrowia przy zakażeniu jest takie samo dla pacjentów którzy zostali zakażeni szczepem odpornym na penicylinę, niezależnie od tego, czy byli oni poddani leczeniu penicyliną, czy też nie oraz takie samo jak i tych, którzy nie byli poddani temu leczeniu. Inaczej w przypadku pacjentów, którzy zakażeni zostali szczepem nie odpornym i poddani byli leczeniu penicylinowemu. Tu prawdopodobieństwo szybkiego powrotu do zdrowia jest różne (jak można się spodziewać znacząco większe). W tym przypadku $[S.(T.R \vee -T.R \vee -R.-T)]$, $[S.T.-R]$ stanowi rozkład jednorodny S ze względu na Q . Wyjaśnienie SR obejmujące szybki powrót do zdrowia x -a będzie składało się ze stwierdzenia prawdopodobieństwa szybkiego powrotu do zdrowia w grupie wszystkich zakażonych (tj. (i) powyżej), ze stwierdzenia prawdopodobieństwa szybkiego powrotu do zdrowia w każdym spośród dwóch elementów powyższego rozkładu jednorodnego (tj. (ii) powyżej), oraz z określenia, do którego zbioru należy x , czyli $S.T.-R$ (tj. (iii) powyżej).

3. OGÓLNA KRYTYKA MODELU SR

Tego typu model wyjaśniania posiada niewątpliwie wiele zalet, którymi nie dysponują modele DN, DS. i IS. O jednej już wspomniałem. Nie wymaga on doszukiwania się jakiegoś *prawa przyrody*, co zawsze budzi spory. Dodatkowo model ten pozwala na wyjaśnienie zjawisk których prawdopodobieństwo zajścia jest niewielkie. Nie jest

istotne dla tego modelu, w odróżnieniu od modelu DS i IS, aby prawdopodobieństwo wystąpienia jakiegoś zdarzenia A ze względu na B było większe od 0,5. Wystarczy, że będzie ono różne od prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia A ze względu na inne niż B atrybuty rozkładu jednorodnego. Model ten, co wydaje się nieco kontrintuicyjne, prowadzi także do tego, że ten sam *eksplanans* E może wyjaśniać *eksplanandum* M oraz *eksplananda* które nie są spójne z M (np. $\neg M$).

Praktyczne stosowanie tego modelu, nastręcza jednak wiele problemów, które pokazują jego słabości. Był ich świadom autor oraz wielu krytyków jego stosowania. Ogólnie można powiedzieć, że o ile wyjaśnienie zjawisk w obszarze fizyki, właśnie przy zastosowaniu takiego modelu sprawdza się całkiem dobrze (w tym także zjawisk niezdeterminowanych, probabilistycznych, np. z obszaru mechaniki kwantowej), o tyle wyjaśnianie zjawisk z obszaru funkcjonowania organizmów żywych (mikrobiologii), a w szczególności z obszaru zjawisk społecznych albo nie spełnia warunków modelu SR, albo prowadzi do trudnych do zaakceptowania wniosków. Podstawowy problem wiąże się z wymogiem dookreślenia owego rozkładu jednorodnego. W obszarze biologii czy nauk społecznych spełnienie tego warunku w sposób restrykcyjny jest praktycznie niemożliwe. Czy wynika to z jakiejś ontologicznej właściwości organizmów żywych, a w szczególności człowieka, czy też ze słabości naszego aparatu poznawczo-obliczeniowego (ogromna ilość możliwych atrybutów, z których część pozostaje przed nami ukrytych), to zupełnie inny problem. Nie szukając daleko, dość zwrócić uwagę na fakt, że w podanym powyżej przykładzie, przyjęliśmy założenie „...że nie istnieją żadne inne czynniki relewantne względem szybkiego powrotu do zdrowia”. Założenie to jest w sposób oczywisty fałszywe. Takie czynniki istnieją i część z nich jest dostępna naszemu poznaniu. Jednym z nich jest np. ogólny stan odporności organizmu. Przy badaniu zatem tego typu zjawisk, z góry godzimy się na to, iż nie dane nam będzie analizować wszystkich relewantnych czynników, a jedynie wybrane, co skazuje uzyskane wyjaśnienie na ryzyko znaczącego błędu. Praktyka badań farmaceutycznych pokazuje, że błę-

dów tego typu jest niezliczona ilość. Typowy przykład to stosowanie określonej metody leczenia, która na podstawie analizy statystycznej relewancji wydaje się prowadzić do poprawy stanu zdrowia. W wielu przypadkach ten sam skutek osiągnąć jest przy zastosowaniu placebo, co wykazują znacznie późniejsze badania. Dziś już wiadomo, że zażywanie syntetycznie uzyskanego kwasu askorbinowego — witaminy C — nie ma większego sensu. Jednak przez kilkadziesiąt lat był to podstawowy środek leczenia przeziębień.

Drugi problem, który jest częściowo pokrewny z problem rozkładu jednorodnego to wstępne, często intuicyjne typowanie tych elementów *eksplanansa* które mają wykazać się statystyczną relewancją. Naturalną konsekwencją niemożności analizy wszystkich elementów rozkładu jednorodnego jest analiza statystycznej relewancji elementów wybranych. Przypadkowy ich wybór zdeterminuje uzyskane wyniki i może prowadzić do błędnych wniosków co do rzeczywistych, istotnych składników *eksplanansa*.

Trzeci problem to niezależność elementów rozkładu jednorodnego. Przy braku możliwości skonstruowania kompletnego rozkładu, nie mamy pewności czy elementy wytypowane rzeczywiście pozostają względem siebie niezależne.

Czwarty problem, który nie został wskazany przez krytyków tego modelu, to kwestia kwantyfikacji elementów *eksplanansa* i *eksplanandum*. Wyjaśnienie, to nie tylko poszukiwanie statystycznej zależności pomiędzy określonymi atrybutami, ale także próba wyrażenia tej zależności jakimś równaniem. Nie tylko bowiem istotne jest stwierdzenie, że wystąpienie zdarzenia A zwiększa prawdopodobieństwo zdarzenia B ale też o ile je zwiększa. Sytuacja staje się jeszcze bardziej skomplikowana, jeśli zdarzenia A i B są stopniowalne. W obszarze zjawisk z dziedziny fizyki taka kwantyfikacja wydaje się stosunkowo prosta. Większość zmiennych fizycznych posiada bowiem jakiś wymiar liczbowy (prędkość, pęd, okres połowicznego rozpadu, energia itp.). W obszarze zjawisk społecznych kwantyfikacja zmiennych zależnych (przypisanie im jakichś wartości liczbowych) pozostaje często problematyczna i dokonywana jest intuicyjnie, przy arbitralnych zało-

zeniach. Jak np. zmierzyć natężenie szczęśliwości u człowieka albo poziom stresu? Prostsze przykłady też bywają problematyczne. Jak np. określić liczbowo stan techniczny urzędzenia? Jak wykaże poniższa analiza, przyjęcie określonej metody kwantyfikacji może mieć kluczowe znaczenie nie tylko ze względu na znajdowanie określonych zależności liczbowych ale także na samo ustalenie czy dwa atrybuty są względem siebie statystycznie relewantne czy też nie.

Piąty i ostatni problem to kwestia, która pojawia się nieco na boku głównych rozważań dotyczących modelu wyjaśniania SR, i określe ją jako problem nieliniowości społecznych układów złożonych. Rzecz w tym, iż poszukując wyjaśnień statystyczno-relewantnych w obszarze nauk społecznych musimy być świadomi, że zwykle zależności te budowane są w oparciu o wybiórcze dane, na podstawie których konstruuje się modele zależności liniowych. Owa liniowość jednak stanowi li tylko odległą aproksymację rzeczywistych zależności, które liniowe nigdy nie są (o ile w ogóle istnieją i zachowują jakąkolwiek obserwowalną stabilność w dłuższym okresie). W konsekwencji modele te zdają się dobrze wyjaśniać tylko zależności w analizowanym obszarze danych początkowych. Jakiegokolwiek wyjście poza ten obszar danych i próba tworzenia w oparciu o statystyczny model liniowy jakiegokolwiek predykcji zwykle prowadzi do uzyskania wyników nie znajdujących potwierdzenia w rzeczywistości.

4. KRYTYKA MODELU SR NA PRZYKŁADZIE ANALIZY STATYSTYCZNEJ RYNKU

Wszystkie powyższe mankamenty modelu SR postaram się pokazać na przykładzie znanego i wydaje się dobrze sprawdzonego w ekonomii modelu wyceny określonych dóbr z wykorzystaniem tzw. analizy statystycznej rynku³. *Eksplanandum* stanowi tutaj cena określonego dobra na rynku. Elementami *eksplanansu* są wszystkie zidentyfikowane czynniki (zmienne niezależne) które wpływają na ową cenę.

³Zob. J. Hozer, S. Kokot, W. Kuźmiński, *Metody analizy statystycznej rynku w wycenie nieruchomości*, PFSRM, Warszawa 2002.

Warto przy tym nadmienić, że model ten, po pierwsze jest uznawany za jeden z lepszych sposobów wyjaśnienia ceny określonego dobra na rynku, po drugie jest on statystycznie dość skomplikowany, co pozwoli uchwycić wszystkie spośród wskazanych powyżej problemów. Pomimo swojego skomplikowania model wydaje się odpowiadać modelowi SR choć pewne założenia trzeba będzie przeformułować.

Analiza statystyczna rynku pozwala nam w założeniu odpowiedzieć na pytanie: Jakie czynniki (zmiennie niezależne) wpływają na cenę określonego dobra oraz w jaki sposób wpływają? Analiza rozpoczyna się zatem od niemal indukcyjnej analizy danych dotyczących rzeczywistych transakcji występujących na rynku w jakimś zadanym okresie historycznym. Im więcej jest analizowanych transakcji tym większa trafność uzyskanych wyników. Statystycy przyjmują jednak, że przy niewielkich wariancjach (co to są niewielkie wariancje?) wystarczy nawet ok. 10 transakcji aby wypracować w miarę trafny model wyceny. Końcowym elementem analizy jest opracowanie równania regresji liniowej (jeśli zmiennych niezależnych jest więcej niż jedna równanie będzie równaniem wielokrotnym lub inaczej wielorakim). Do takiego równania modelowego możemy podstawić dane dotyczące konkretnego wycenianego dobra aby uzyskać informacje o jego cenie rynkowej. Budowanie modelu statystycznego sprowadza się zatem do trzech podstawowych etapów: Typowanie zmiennych od których może zależeć cena, przypisanie tym zmiennym wartości liczbowych i sprawdzenie jak wpływają na cenę oraz sprawdzenie jakości modelu (w tym istotności zmiennych).

Etap pierwszy polega na tym, że spośród dostępnych danych nt. analizowanych transakcji należy wytypować „kandydatów” na zmiennie zależne, od których może zależeć cena określonego produktu na rynku. Przykładowo, jeśli przedmiotem naszej wyceny (wyjaśnienia, dlaczego cena w poszczególnych transakcjach wynosiła tyle ile wynosiła) będą używane samochody osobowe, to takimi kandydatami mogą być: marka samochodu, rok produkcji, stan licznika, stan techniczny, wyposażenie dodatkowe itp. Przechodząc na język modelu SR szukamy wszystkich podklas/trybutów C_i, \dots, C_n charakteryzujących

zbiór A (samochodów osobowych) ze względu na które określać będziemy prawdopodobieństwo, iż zmienna zależna B (cena samochodu) będzie ulegać zmianie odpowiednio do zmiany atrybutów C_1, \dots, C_n . Już w tym miejscu należy zauważyć, że spełnienie warunku rozkładu jednorodnego jest niemożliwe. Zawsze bowiem istnieje możliwość, że w analizowanej klasie będzie występował dodatkowy parametr D wpływający na cenę, który nie został przez nas zidentyfikowany. Ten brak identyfikacji może wynikać bądź z braku wiedzy o wystąpieniu tego parametru (np. samochód kupiła atrakcyjna blondynka co istotnie wpłynęło na obniżenie ceny, ale fakt ten nie jest ujawniony w dostępnych danych), bądź też z błędnego, arbitralnego założenia badacza, że parametr ten nie powinien mieć żadnego wpływu na cenę produktu. Dobór „kandydatów” na zmienne zależne nie jest wynikiem jakiegoś algorytmizowalnego procesu, ale raczej wynikiem naszych przed-założeń dotyczących czynników wpływających lub nie na cenę produktu. Założenia te w istotny sposób ograniczają liczbę „kandydatów”. W przypadku wspomnianego wyjaśnienia ceny używanych samochodów osobowych, rzecz wydaje się mieć umiarkowane znaczenie. Użytkownicy samochodów są w mniejszym lub w większym stopniu zgodni, co do elementów potencjalnie wpływających na wycenę. Sytuacja komplikuje się, kiedy wyjaśnienie ma obejmować produkty, w odniesieniu do których brak jest jakiegokolwiek intuicji, co do elementów wpływających na ich wartość. Przykładem mogą być sieci telekomunikacyjne lub dzieła sztuki.

Odrębnym problemem związanym z doбором kandydatów na zmienne niezależne jest ich „niezależność”. Postulowany rozkład jednorodny powinien być nie tylko kompletny ale i rozłączny co oznacza, że poszczególne czynniki nie powinny być, jak to określa się w statystyce, współzależne. W przypadku wyjaśnienia zjawisk z obszaru nauk społecznych owa współzależność wydaje się być nie do uniknięcia. Czasem będzie ukryta, ale w większości przypadków jest jawna, a mimo to ignorowana z braku lepszego rozwiązania. Powróćmy do przykładu z wyjaśnianiem ceny samochodu. Trzy elementy, które — jak się wydaje — intuicyjnie wpływają na tą cenę i mogą zostać wyty-

powane jako kandydaci na zmienne niezależne to: rok produkcji, stan licznika i stan techniczny. Nie trudno zauważyć, że od strony modelu wyjaśniania SR można by je było zredukować li tylko do stanu technicznego. Wszak rok produkcji oraz stan licznika to tylko dodatkowe elementy, które pozwalają nam lepiej oszacować ów stan techniczny. Jednak pozbycie się tych czynników wydaje się być absurdalne i skąd inąd słusznie. W istocie bowiem pokrywają one techniczną niemożliwość dokładnej analizy stanu technicznego i stopnia zużycia wszystkich podzespołów.

Kolejny etap to przypisanie wytypowanym zmiennym wartości liczbowych. Rzecz wydaje się stosunkowo prosta w przypadku gdy wytypowane zmienne posiadają swoje wartości liczbowe niejako w sposób naturalny. Rok produkcji czy też stan licznika w samochodzie osobowym to są już określone dane liczbowe. Tak jak jednak zaznaczyłem wyżej, sytuacja komplikuje się, gdy czynnik hipotetycznie wpływający na cenę jest niepoliczalny. W przypadku samochodów osobowych może to być np. stan techniczny. Rzeczoznawcy dokonujący wyceny radzą sobie najczęściej z takimi zmiennymi w ten sposób, iż stosując określoną punktację opracowując uprzednio kryteria przydziału punktów. Tu jednak pojawia się problem, którego nie wszyscy stosujący model analizy statystycznej rynku, są świadomi. Wydaje się bowiem pozornie, że o ile tylko zostaną prawidłowo zdefiniowane i zastosowane kryteria punktacji, to przyjęta skala nie powinna mieć znaczenia. Tymczasem tak nie jest. Jeżeli bowiem dokonujemy oceny stanu technicznego urządzenia w skali od 1 do 5, to oznacza to, że urządzenie ocenione na 1 jest pięciokrotnie „gorsze” od urządzenia ocenionego na 5. Jeżeli zaś przyjmujemy skalę od 15 do 20, to zupełnie zmienia wagę, jaką przypisujemy stanowi technicznemu. Przyjęta skala nie będzie miała znaczenia, jeśli tylko wytypowana zmienna przejdzie tzw. test istotności. Przy konstruowaniu bowiem równania liniowego, przyjęta skala zostanie odpowiednio skorygowana współczynnikami równania. Problem jednak w tym, że skala ta może zadecydować o tym, że dana zmienna przy teście istotności okaże się być (fałszywie) nieistotna i tym samym pomijalna.

Na etapie przypisywania zmiennym wartości liczbowych dokonuje się również analiza tego, jak owe zmienne mogłyby wpływać/wyjaśniać cenę produktu. W metodzie analizy statystycznej rynku, badanie owych zależności dokonuje się poprzez zestawienie danych dotyczących ceny produktów oraz danych dotyczących każdej wytypowanej zmiennej i wyliczenie tzw. współczynnika korelacji oraz, o ile współczynnik ten wykracza poza zdefiniowaną wartość graniczną (co wskazuje na istnienie jakiejś korelacji), wykreślenie zależności liniowej tzw. metodą najmniejszych kwadratów. Współczynnik korelacji jest w istocie jednym z elementów określania istotności danego czynnika tzn. na ile wpływa on w istocie na wyjaśnianą wartość. W modelu SR istotność ową mierzy się li tylko badając prawdopodobieństwo w zależności od wystąpienia lub nie określonego atrybutu dodatkowego. Przy analizie statystycznej rynku takie badanie byłoby ułomne, głównie z tego powodu, iż jak wyżej zaznaczono uzyskanie rozkładu jednorodnego jest niemożliwe. Dlatego też, surogatem tego podstawowego braku, są bardzo skomplikowane statystyczne metody analiz istotności. Jedną z nich jest właśnie metoda współczynnika korelacji. Sposobów na wyliczanie tego współczynnika jest wiele, jednym z częściej stosowanych jest tzw. współczynnik korelacji Pearsona.

„Współczynnik korelacji liniowej Pearsona określa poziom zależności liniowej między zmiennymi losowymi. Niech x i y będą zmiennymi losowymi o ciągłych rozkładach. x_i, y_i oznaczają wartości prób losowych tych zmiennych ($i = 1, 2, \dots, n$), natomiast \bar{x}, \bar{y} — wartości średnie z tych prób, tj.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i.$$

Wówczas współczynnik korelacji liniowej definiuje się następująco:

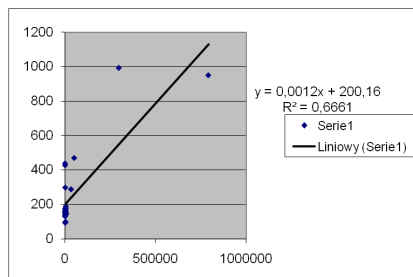
$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

$$r_{xy} \in [-1, 1].$$

Innymi słowy współczynnik korelacji liniowej dwóch zmiennych jest ilorazem kowariancji i iloczynu odchyleń standardowych tych zmiennych:

$$r_{XY} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \text{,}^{4}.$$

Rysunek poniżej obrazuje taką przykładową analizę zależności.



Na osi Y układu współrzędnych zaznaczono cenę produktu. Na osi X zaś wartości liczbowe jednej z wytypowanych zmiennych. Punkty oznaczają faktyczne pary zależności zebrane z rynku. Współczynnik korelacji R^2 jest relatywnie wysoki bo wynosi 0,661 (przy wartościach powyżej 0,5 przyjmuje się istnienie korelacji). Rysunek ten jednak pokazuje jak duża jest tolerancja na błąd, przy tworzeniu de facto sztucznych zależności liniowych. Gdyby połączyć bowiem punkty obrazujące rzeczywiste dane jakąś krzywą to, jeśli już mówić o jakiejś zależności, to raczej miałaby ona kształt odwróconej hiperboli niżli prostej. Jeśli uwzględnimy przy tym fakt, że w standardowym modelu analizy statystycznej wyjaśniającym cenę określonego produktu, takich

⁴Powyższa definicja pochodzi z Wikipedii: <<http://pl.wikipedia.org>>: „Współczynnik korelacji Pearsona”. Autor jest świadom, że nie jest przyjęte powoływanie się na Wikipedię w tekstach, które roszczą sobie pretensję do bycia naukowymi. Jednakże cytowana tu definicja wydaje się po prostu najlepsza i najbardziej przejrzysta dla osób nieobeznanych ze statystyką. Bardziej wymagających odsyłam do podręczników, w tym także powoływanych w niniejszym tekście. Współczynnik korelacji Pearsona wyjaśniany jest m.in. w glosariuszu Elektronicznego Podręcznika Statystyki PL, Krakow, WEB: <<http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>>.

sztucznych zależności jest co najmniej kilka jeśli nie kilkanaście, to częściowo tłumaczy to, dlaczego dokonywanie jakichkolwiek predykcji, co do wartości zmiennej y w zależności od zmiennej x w oparciu o powyżej wykreśloną zależność liniową tak bardzo odbiega od rzeczywistych obserwacji. Rozbieżność ta jest tym większa, im bardziej wartości zmiennej niezależnej x wykraczają poza obszar obserwowany będący podstawą do wykreślenia przybliżonej zależności (wartości x większe od 1.000.000).

Testowanie jakości uzyskanego modelu wstępnego, jest etapem, który w praktyce jest najchętniej pomijanym. Prawdłowe bowiem zastosowanie w tym celu narzędzi statystycznych często prowadzi do ustaleń podważających arbitralne założenia wstępne. Im więcej użytych zostanie narzędzi do testowania tym, większe prawdopodobieństwo eliminacji kolejnych czynników, które hipotetycznie wyjaśniają cenę. Etap testowania, wraz z omówionym powyżej etapem kreślenia zależności liniowej i badania wartości współczynnika korelacji, odpowiadają temu co w modelu SR określa się jako badanie prawdopodobieństwa określonego zdarzenia B uwarunkowanego atrybutem A i C , gdzie C stanowi kandydata na *eksplanans*. Testowanie pozwala nam na określenie tzw. poziomu istotności stwierdzonej zależności oraz w przypadku jeżeli test jest negatywny, nakazuje odrzucenie określonej hipotezy, na podstawie której zamierzaliśmy wyjaśnić *eksplanandum*. Istnieje wiele narzędzi statystycznych służących badaniu poziomu istotności. Jednym z nich jest tzw. poziom istotności p (*p-value*). „Statystyczną istotnością wyniku nazywamy miarę stopnia, do jakiego jest on prawdziwy (w sensie jego reprezentatywności dla całej badanej populacji). [...] Poziom- p odpowiada **prawdopodobieństwu popelnienia błędu** polegającego na tym, że przyjmujemy uzyskany rezultat jako prawdziwy, tj. reprezentatywny dla populacji. Na przykład poziom- p równy 0,05 (tzn. 1/20) oznacza, że istnieje 5% szansa, iż odkryta w próbce relacja jest dziełem przypadku. [...] **Decyzja o tym, jaki poziom istotności skłonni jesteśmy uznać za rzeczywiście istotny, jest zawsze podejmowana w sposób arbitralny. Oznacza to, że wy-**

bór poziomu istotności, powyżej którego rezultat będzie odrzucany jako nieistotny, jest wyborem umownym”⁵.

W powyższym cytacie pozwoliłem sobie podkreślić dwa elementy, po pierwsze poziom- p jest w istocie miarą prawdopodobieństwa i z tego punktu widzenia odpowiada modelowi SR. Po drugie jednak, o ile w modelu SR rozstrzygnięcie, czy atrybut C jest czy też nie *eksplanans*em jest zdeterminowane miarą prawdopodobieństwa (wystarczy że miara ta jest różna przy atrybucie C od miary występującej przy pozostałych atrybutach) o tyle w przypadku modeli statystycznych miara poziomu $-p$ jest ściśle umowna, lub jak chce autor cytatu — arbitralna, co oczywiście może być kolejnym źródłem błędu.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Model wyjaśnienia naukowego SR sformułowany przez Salmona miał w założeniu unikać mankamentów modeli poprzednich, a głównie odwołania się do *prawa przyrody*. Jak widać z powyższej analizy, wydaje się on ciekawą propozycją, odpowiadającą z grubsza modelowi wyjaśniania/wnioskowania statystycznego. Praktyczne zastosowanie tego modelu w obszarze nauk społecznych trafia jednak na szereg problemów, które pokazują, że jest on zbyt idealistyczny i tym samym niesprawny, a dodatkowo wbrew pierwotnym założeniom nie unika uwikłania w problematykę *prawa przyrody*. O ile nie stanowi ona w tym modelu, jak i we wnioskowaniu statystycznym koniecznego elementu *eksplanansa*, powraca jednak na etapie konstruowania hipotez dotyczących atrybutów/zmiennych wyjaśniających *eksplanandum*. W istocie bowiem hipotezy te są dobierane według intuicyjnego rozumienia regularności zachodzących w badanym obszarze, które mogą być też interpretowane jako przyczynowo-skutkowe *prawa natury*. Postulat rozkładu jednorodnego jest niemożliwy epistemicznie do osiągnięcia a brak tego rozkładu prowadzi w efekcie do obarczenia wy-

⁵Op. cit, StatSoft (2006). Elektroniczny Podręcznik Statystyki PL, Krakow, WEB: <<http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>>.

jaśnienia ogromnym ryzykiem błędu. Ryzyko to jest szacowane, ale jego szacunek opiera się na doświadczeniu i intuicji badacza.

LITERATURA

- A. Grobler, *Metodologia nauk*, Znak, Kraków, 2006.
- J. Hozer, S. Kokot, W. Kuźmiński, *Metody analizy statystycznej rynków wycenie nieruchomości*, PFSRM, Warszawa 2002.
- James Woodward, *Scientific explanation*, <<http://plato.stanford.edu/entries/scientific-explanation>>.
- Stanisław M. Kot, Jacek Jakubowski, Andrzej Sokołowski, *Statystyka. Podręcznik dla studiów ekonomicznych*, Difin, Warszawa, 2007.
- StatSoft (2006). *Elektroniczny Podręcznik Statystyki PL*, Kraków, WEB: <<http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html>>.
- Statistical Explanation and Statistical Relevance*, W. Salmon, (ed.), 29–87, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

SUMMARY

THE CASE FOR CRITIQUE OF STATISTICAL RELEVANCE MODEL OF SCIENTIFIC EXPLANATION

The statistical relevance model of scientific explanation was proposed by Wesley Salmon in 1971 as an interesting alternative to already existed models introduced by Hempel and supported by many other philosophers of science. The most important difference between the nomological models and statistical relevance model is that the latter tries not to use the very dubious term of “law of nature”. The first part of the paper consists of the overview of the Salmon’s model and of the main arguments which were raised by various authors against it. In the main part of the text all of those arguments which were meant to undermine the model are presented on an example taken from the economic practice. It is very popular among the economists and especially among valuation experts the so called “statistical analysis of the market”. The main objective of the analysis is to discover all of the factors which influence the market value of the particular product, in other words

to explain the market value of the product. The example was taken from the social science (economics) for purpose as one of the thesis in the paper is that, the SR model can work quite well in physics or chemistry, but it is dubious whether we can really deploy it in sciences which try to describe and explain the various phenomena of human activity and behavior. The final conclusions are:

The practical deployment of the model in social sciences are problematic, as it is too idealistic and therefore it doesn't work properly.

Against its initial presumption the model doesn't avoid the problem of laws of nature. Although the law of nature is not a required element of the *explanans*, it comes back at the stage of proposing the initial candidates for the relevant variables. The hypothesis on, which variables can be and which cannot be relevant to the explained phenomenon are constructed mostly according to the intuitively understood causal relationship founded on laws of nature.

The important postulate of homogenous partition is in practice unachievable what causes that the explanation is bound with the enormous risk of a mistake. The risk is quantifiable and can be estimated, but the estimation is depended upon experience and intuition of a researcher.

Tatiana W. ARTIEMJEWA,
Michał J. MIKESZIN

OD KOSMOGRAFII DO „SYSTEMU ŚWIATA”.
ROSYJSKA KOSMOLOGIA WIEKU
OŚWIECENIA*

Dla rekonstrukcji wyobrażeń o Wszechświecie i ich ewolucji bardzo ważne znaczenie mają naukowe i nienaukowe metody kształtowania tych wyobrażeń oraz wzajemny wpływ koncepcji kosmologicznych i światopoglądów. Konieczne jest także badanie społeczno-kulturowych czynników, które miały wpływ na wypracowanie i przyswojenie nowej, naukowej wiedzy o Kosmosie oraz ich związku z mitycznymi i potocznymi wyobrażeniami. Ważne jest nie tylko prześledzenie tego, na ile możliwe jest wypracowanie nowych, oryginalnych, mogących zostać udowodnionymi, koncepcji, ale również to, czy społeczeństwo ma możliwość ich przyswojenia i wprowadzenia do istniejącego paradygmatu myślowego.

W epoce Oświecenia w Europie wyłoniło się to, co teraz zwykło się nazywać klasyczną nauką. Nauka XVIII wieku stanowiła jeszcze całość z filozofią przyrody i metafizyką. I choć proces wyodrębnienia tych dziedzin przebiegał dość szybko, daleko było do jego zakończenia.

**Wiek Filozofii. Almanach nr. 7: Między fizyką i metafizyką: Nauka i Filozofia*, (red.) T.W. Artiemjewa, M.J. Mikeszin, Sankt-Petersburg, SPB Ośrodek Historii Idei 1998, s. 332–341. Tłum. Teresa Obolevitch. Badania wykonano przy poparciu Rosyjskiego Humanistycznego Funduszu Nauki, Projekt Nr 97–03–04024.

Filozofia przyrody składała się z jednocześnie rozwijających się gałęzi, pośród których jedną była nauka klasyczna. Ta ostatnia także posiadała drobne i wielkie odgałęzienia, reprezentowane np. przez zwolenników Kartezjusza i zwolenników Newtona. Gałęzie te mogły przecinać się czy rozchodzić, w różnym czasie ta lub inna wybijała się na pierwszy plan. Tworzono również syntezy różnych kierunków. Poszczególne gałęzie różniły się podstawami metafizycznymi i podejściami metodologicznymi. Przykładowo: zwolennicy Kartezjusza wyprowadzali prawa budowy i ruchu świata z modelu mechanicznego, zwolennicy Newtona, idąc za swym mistrzem, powstrzymywali się od globalnych konstrukcji ontologicznych, ograniczając się do poszukiwań efektywnych opisów matematycznych zjawisk niebieskich, mechanicznych i optycznych.

Zgodnie z zasadniczym nastrojem Oświecenia, uważano, że świat zbudowany jest w sposób rozumny, racjonalny, uporządkowany. Był on traktowany jako ujmowalny przez rozum ludzki. Przy tym, przez rozumienie świata uważano ustalenie pierwotnego porządku. Ustalenie to wiązano z porządkowaniem w sensie dosłownym, a mianowicie ze zbieraniem fragmentów świata: żywych istot i ich spreparowanych ciał, roślin, minerałów, jak również wyników twórczości ludzkiej — serwisów, luster, przyrządów, medali, obrazów, rzeźb, itp.

Jedność rozumienia świata zabezpieczał powszechnie przyjęty w Europie tekst o charakterze światopoglądowym, metafizycznym i ontologicznym — Biblia. Biblijna „metateoria” pochodzenia i budowy świata była tą podstawą, która wiązała wszystkie „lokalne” teorie i rozważania o tych czy innych zjawiskach. Dopiero stopniowo Bóg i Biblia ustępowały miejsca przyrodniczo-filozoficznym i naukowym badaniom i wyjaśnieniom.

W świadomości zwykłego ludu były obecne własne wyobrażenia o budowie świata i Kosmosu, zależne od kosmologii chrześcijańskiej i elementów kosmologii pogańskiej. Stanowi to osobne zagadnienie, którym nie będziemy się zajmować w niniejszym studium.

Wyształcona w duchu europejskim część społeczeństwa, reprezentowana w Rosji przede wszystkim przez „wyższą szlachtę”, czer-

pała wiadomości o budowie świata zarówno z nauczania domowego i zagranicznego, jak i z literatury popularnej, w tym modnej. Wolter, na przykład, popularyzował poglądy zwolenników Newtona w swoich *Listach z Anglii*.

Naturalnie, najświeższe osiągnięcia nauki były trudne do przyjęcia i mało zrozumiałe nawet dla wykształconej publiczności. Trzeba było czasu, niekiedy bardzo długiego, aby obrazy, schematy i pojęcia nauki zakorzeniły się w świadomości zdroworozsądkowej. Dlatego powszechnie przyjmowano wyobrażenia „poprzedniego etapu” filozofii przyrody, w którym naukowe przedstawienia struktury i pochodzenia świata były ściśle związane z tradycją biblijną i mistyczną.

Obraz nauki w wykształconym społeczeństwie tych czasów bardzo różni się od współczesnego. Naukę reprezentowała grupa uczonych, pracujących w akademiach, towarzystwach naukowych, uniwersytetach, uczelniach, bibliotekach i muzeach. Zajmowali się oni wydawaniem gazet, kalendarzy i książek; jednym z podstawowych zajęć było tworzenie kolekcji, co wymagało częstego uczestnictwa uczonych w ekspedycjach naukowych. Za najważniejsze dziedziny nauki uważano matematykę, astronomię, medycynę, botanikę, geografę, statystykę, archeologię, historię, literaturę, pedagogikę i prawo. Te kierunki cieszyły się poparciem wysoko postawionych i bogatych mecenasów.

Poznanie przyrody w okresie Oświecenia jest jednym z ważniejszych historycznych precedensów oddziaływania przyrodoznawstwa i jego popularnych interpretacji. Okres ten wiąże się z procesem kształtowania się klasycznej nauki i jej metodologii oraz samodzielnych instytucji społecznych. Jednak „klasyczny” obraz klasycznej nauki, który w większości popularnych wykładów ukazany jest jako ścisły i jednoznaczny, dotyczy raczej retrospekcji XIX wieku, czasu kiedy powstała charakterystyczna, dotycząca przede wszystkim części teoretycznej, „liniowa” koncepcja wzrostu i rozwoju poznania. Koncepcja ta odrzucała wszystko co było „zbyteczne” i „błędne” oraz odnosiło się do „przesądów przeszłości”.

Jasnym jest, że istotne różnice ówczesnych odmian filozofii przyrody nie mogły nie wpłynąć na przyswajanie idei jednych filozofów

przyrody przez innych, jak również na popularne wyobrażenia o świecie i przyrodzie. Poszukiwania wyjścia z wyłaniających się sprzeczności prowadziły do rozmaitych syntez konkurujących idei i metod. Wcale nie poświadczając rolę w takiej syntezie odgrywały kanały wymiany informacji „zewnętrzne” w stosunku do filozofii przyrody — popularyzacja stanowi bowiem jeden z mechanizmów rozwoju samej nauki.

Kosmologiczne koncepcje epoki Oświecenia stanowią syntetyczne konstrukcje, w których astronomia często bywa łączona z astrologią, a nawet poezją. Kosmos traktowano jako „niebo” będące równocześnie tronem Boga i ogromnym „zbiornikiem” gwiazd i planet. W tym czasie fizyka jeszcze nie oddzieliła się od metafizyki i uważana była za dział „filozofii naturalnej”. W związku z tym hipotezy o pochodzeniu i budowie Wszechświata miały charakter teoretyczny i spekulatywny.

Specyfika kosmologii w Rosji pod względem społecznym polegała na tym, że wszystkie badania przyrodnicze w tym czasie sankcjonowało państwo i były one ściśle związane z istniejącymi instytucjami państwowymi: przede wszystkim z Petersburską Akademią Nauk i Uniwersyteciem Moskiewskim. Wiedza doświadczalna i teoretyczna silnie spletały się ze sobą, czasem zaś konkurowały. Rozpowszechnienie osiągnięć nowej nauki stanowiło część państwowej ideologii i „oficjalnie” przyjmowano najbardziej aktualne, współczesne teorie naukowe. Niemniej jednak, z trudnością wpisywały się one w paradygmaty powszechnej świadomości.

Nauka w Rosji nie przeżywała złożonego i długiego procesu sekularyzacji, charakterystycznego dla historii myśli europejskiej. Cerkiew prawosławna nie pretendowała do posiadania wyjątkowego prawa do wiedzy szczegółowej na temat tego jak jest zbudowany świat fizyczny, zatem nie stawała i nie mogła stanąć na drodze nowej wiedzy sankcjonowanej, w określonym sensie, przez państwo. Tam jednak, gdzie chodziło o możliwość wyciągnięcia wniosków światopoglądowych, nie mogła nie bronić biblijnego obrazu świata. Właśnie z tej racji cenzura duchowna walczyła z heliocentryzmem i nauką o „wielości światów”. Ofiarami były np. tłumaczenia Fontenella i A. Popa, poemat W. Trediakowskiego pt. *Teopeja, czyli Dowód o Bożym widzeniu z oglądu bytów*

stworzonych..., *Oda o wielkości Boga* A. Sumarokowa. Zaistniała sytuacja wewnętrznej sprzeczności, gdy państwowa cerkiew próbowała sprzeciwić się państwowej ideologii, faktycznie podlegając jej. Sprzeciw ten jednak nie miał zasadniczego charakteru i nigdy nie był tak ostry, jak w Europie zachodniej.

Obiektywnie rzecz biorąc, rozwój kosmologii w Rosji nie był ukierunkowany na obalenie teocentrycznego obrazu świata. Przeciwnie — opracowywanie nowych wyobrażeń umacniało ten obraz. Przyrodnicy w obserwowanych zjawiskach widzieli dowody wielkiej mądrości Stwórcy. Przedmiotem badań astronoma był Kosmos — fizyczna hipostaza „nieba”, dlatego uczoney nie mógł być beznamiętnym obserwatorem tej rzeczywistości, lecz czerpał inspiracje z przedmiotu doświadczenia. Ujawniło się to w znanym utworze Łomonosowa *Pojawienie się Wenus na Słońcu*, gdzie odkrycie atmosfery na Wenus rozpatruje się jako dowód mądrości i wszechmocy Stwórcy.

Rzeczony rozwój nauki w Rosji wyprzedzał refleksję filozoficzną, zatem spekulatywne (hipotetyczne) systemy kosmologiczne nie torowały drogi naukowym osiągnięciom i odkryciom, ale były swoistą reakcją na te ostatnie. Konstrukcje przyrodnicofilozoficzne niejako „objaśniały” istniejące teorie naukowe, które z kolei miały status „aksjomatów”. Doprowadziło to do tego, że spekulatywne koncepcje kosmologiczne były obecne w mentalności rosyjskiej na równi z teoriami naukowymi, nie tylko w XVIII i XIX wieku, ale i w wieku XX.

Począwszy od XVIII wieku nowa nauka weszła organicznie do struktury rosyjskiej mentalności i zaistniała jako zjawisko rosyjskiej kultury. W tym czasie ważnym problemem staje się rozumienie stosunku filozofii do nauki, czy raczej metafizyki do nauki, filozofia była bowiem rozpatrywana jako wiedza uniwersalna „o wszystkim w świecie” i zawierała zarówno metafizykę, jak i „fizykę”. Metafizyka stanowi część centralną filozofii teoretycznej, do której odnosiły się także fizyka i logika (*умословие*). Drugą część stanowiła filozofia praktyczna (czynna), zawierająca etykę, politykę i ekonomię. Filozofia teoretyczna zajmowała się „nauczaniem rozumu”, filozofia praktyczna — „nauczaniem woli”. Przedmiotem fizyki była „wiedza o ciałach

materialnych”. W szerokim sensie utożsamiała się ona z przyrodoznawstwem (filozofią naturalną).

Ontologia i kosmologia stanowiły pełnoprawne części metafizyki razem z logiką, pneumatologią (nauką o duszy) i teologią naturalną (filozoficzną nauką o Bogu). D.S. Aniczkow w swoim podręczniku, napisanym w języku łacińskim i zatytułowanym *Annotationes in logicam et metaphysicam* (Moskwa, 1782) rozpatruje ontologię jako naukę, badającą zasady (przyczyny) istnienia: byt nieskończony bada teologia naturalna, a skończony — kosmologia transcendentálna (*cosmologia transcendentalis*). Świat materialny wzięty jako całość badany jest przez kosmologię fizyczną (*cosmologia physica*), która zawiera wszystkie nauki o Wszzechświecie i Ziemi, w tym fizykę, geografję fizyczną, astronomię, nawigację, meteorologię, a także niektóre działy matematyki. Podobnie jak historyczne badania epoki Oświecenia zazwyczaj rozpoczynano „od Adama”, tak też badania przyrodnicze rozpoczynano od wykładu o budowie świata i jego pochodzeniu. W ramach teorii kosmologicznych opracowywano metodologię poznania naukowego, formułowano język i terminologię nowej nauki.

Obraz świata epoki Oświecenia zasadniczo różni się od średnio-wiecznego obrazu świata, zakładającego, że „góra” i „dół” należą odpowiednio do sfery Boskiej i diabelskiej. Idea hierarchii straciła swój absolutny charakter, stając się po prostu sposobem objaśniania świata. „Ziemia” i „niebo” straciły swoją sakralną antynomiczność i przekształciły się w Przyrodę i Kosmos z „wielością światów”, takich samych jak świat ziemski. Alegoryczne rozumienie Pięcioksięgu zastępowano rozumieniem fizykalnym. Interpretacją Pisma świętego zajmowali się nie tylko teolodzy, ale również uczeni. Metafizyczny rdzeń kosmologii filozoficznej stanowił problem wyjątkowości Ziemi pośród innych dzieł Boga. Uznanie tej zasady prowadziło do arystotelesowsko-ptolemeuszowego, „geocentrycznego” modelu świata, odejście od niej — do „heliocentryzmu” i nauki o „wielości światów”. Na przełomie XVII i XVIII wieku model geocentryczny był uznany przez oficjalną ideologię. W sposób systematyczny wykładano go w akademii Kijowsko-Mohylańskiej i Słowiańsko-grecko-łacińskiej.

Przedstawienie systemu Kopernika rozpoczęło się od wydania w 1707 roku osobliwego popularno-naukowego plakatu pt. *Globus niebieski, czyli o sferze niebieskiej...*, zrealizowanego „pod nadzorem” J.W. Briusa i „staraniem” Wasyla Kiprujanowa. Następnie, prawdopodobnie w tłumaczeniu J.W. Briusa, wyszła książka Ch. Huygensa *Kosmoteoros*, zawierająca wykład nauki Kopernika. W języku rosyjskim otrzymała ona tytuł: *Książka światopoglądu, czyli Mniemania o niebieskich i ziemskich globusach i ich przyozdobieniach* (Sankt-Petersburg, 1717). Opisywano w niej budowę Układu Słonecznego, ruch pięciu znanych wtedy planet, wypowiadano przypuszczenia o tym, że żyją na nich istoty, podobne do ludzi. Za rok ukazał się przekład książki B. Vareniusa *Geographia generalia* (Moskwa, 1718). Pierwsza księga zawierała ogólne astronomiczne wiadomości na temat układu Kopernika, a także przedstawienie układów Pitagorasa, Ptolemeusza, Arystotelesa i Galileusza. Druga i trzecia księga poświęcone zostały fizyczno-geograficznemu opisowi kuli ziemskiej, jak również „nauce okrętowej”. Zachowały się wiadomości o tym, że wydania doglądał sam Piotr I. Tłumaczowi Fiodorowi Polikarpowi zalecono, aby nie tłumaczył „wysokimi słowami słowiańskimi, ale prostym językiem rosyjskim”.

Badania astronomiczne w Rosji prowadzono przede wszystkim w Sankt-Petersburskiej Akademii Nauk, w której pracowali wielcy przedstawiciele światowej nauki astronomicznej: J.N. Delisle, według projektu którego zbudowano Obserwatorium, A.J. Lexell, F. Aepinus, F. T. Schubert, a także uczeni rosyjscy: M.W. Łomonosow, A.D. Krasilnikow, N.G. Kurganow, N.J. Popow, S.J. Rumowskij, P.B. Inochodcew.

Warunki polityczno-geograficzne w Rosji pozwoliły na powstanie punktów obserwacyjnych w Petersburgu, Irkucku, Sielegunsku i Tobolsku oraz na prowadzenie obserwacji astronomicznych z różnych punktów. Odegrało to ważną rolę w obserwacji przejścia Wenus przez dysk Słońca w 1761 roku i pozwoliło wnioskować o istnieniu na tej planecie „znacznej atmosfery powietrznej”.

Rosyjscy uczeni wiele dokonali w badaniach mechaniki nieba, fizycznej natury komet, zorzy polarnej, światła zodiakalnego. W kraju

stworzono warunki dla prowadzenia poważnych badań naukowych, co uczyniło z Petersburskiej Akademii jeden z dominujących ośrodków Europy.

Ważne miejsce w kosmologicznym obrazie świata zajmowały zagadnienia o „zasadach” — eterze, flogistonie i [...]. Pytano także o istotę świata rozpatrywanego tak w optycznym, jak i substancjalnym aspekcie. Rozważania takich uczonych jak Łomonosow i Euler dotyczyły przede wszystkim falowej i korpuskularnej teorii, przy czym stosowali oni tak fizyczne, jak i spekulatywne dowody.

Falowa i korpuskularna teoria świata były silnie związane z gnoseologicznymi wyobrażeniami epoki. Uwidacznia się tutaj, po pierwsze, istniejący w kulturze chrześcijańskiej obraz światła jako symbolu poznania i prawdy (stąd: oświecenie, iluminacja, „światło” wiedzy itp.); po drugie, stosowano jedną metodę we wszystkich dziedzinach poznania.

Pewna polemika pomiędzy zwolennikami układu Ptolemeusza i Kopernika miała miejsce w pierwszych dekadach XVIII wieku, przy czym przekonujące zwycięstwo odniósł ten ostatni, aczkolwiek na emblematkach i symbolach graficznych Ziemia nadal była przedstawiana w centrum świata. W swoistym „podręczniku” podstaw wiary chrześcijańskiej *Emblemat duchowy nauczania wiary chrześcijańskiej przez pocieszające figury i pożyteczne słowo* (1743), „globus niebieski” jest ukazywany tylko w ten sposób.

Szereg artykułów, zamieszczonych w latach 30. XVIII wieku w różnych publikacjach Akademii Nauk, tłumaczenie *Rozmów o wielkości światów* Fontenella (1730) umocniły pogląd, że Ziemia to jedna z wielu planet. Temu celowi służyły też liczne kompilacje, które usiłowały zapoznać rodaków z osiągnięciami współczesnej nauki. Jednym z nich było dzieło F.J. Sojmonowa (1682–1780) *Krótki wykład Astronomii, w którym przedstawiono wielkości i odległości ciał niebieskich oraz porządek ich rozkładu i ruch planetarny układów, a także wielkości i ruchu Ziemskiego Globu* (Moskwa, 1765). Sajmonow przyznaje, że astronomia ma dwa „kamienie obrazu”: pierwszym jest problem układu Kosmosu, drugim — kwestia „zamieszkania niebieskiego ka-

dłuba”. Rzeczywiście, przedmiotem polemiki stało się nie tyle zagadnienie „wielości światów”, ale możliwość istnienia światów zamieszkałych.

Przyswojenie nowych kosmologicznych koncepcji wymagało stworzenia, zasadniczo innego niż tradycyjny, światopoglądu, w którym teorie fizyczne na temat budowy wszechświata nie przeciwstawiłyby się wyobrażeniu „nieba” jako tronu Boga. Problem ten komplikowały ideologiczne zakazy badania Boskiej istoty. Problem rozwiązywano przez „filozofowanie metafizyczne” — poezję duchową, poświęconą kwestiom Boga i Kosmosu. W „przyrodniczofilozoficznych odach” M.W. Łomonosowa, W. K. Trediakowskiego, A.P. Sumarokowa, G.P. Dzierżawina stworzone zostały obrazy „otwartego”, nie mającego końca przestrzenno-czasowego kontinuum, które podkreśla transcendentálny charakter „Bożej Potęgi” i jej zasadniczą nieosiągalność dla słabego rozumu człowieka.

Tradycja apofatyczna, właściwa dla kultury prawosławnej, znajduje wyraz w nieokreśloności i pośrednim charakterze metafor, stosowanych dla opisu Boga. Bóg w poezji ód nie posiada jasnych metaforycznych definicji. Jego Mądrość, Dobroć, Moc itd. są określane przez harmonię, doskonałość i majestat stworzonego świata, który przedstawia się w ścisłej zgodności z kosmologicznymi zasadami „wielości światów” (Fontenelle), „kosmicznych zawirowań” (Kartezjusz), metafizyki światła (Pseudo-Dionizy Areopagita, neoplatonizm).

W wielkim poemacie W.K. Tredjakowskiego *Teopcja* (1750–1754) programy metafizyczne są sformułowane explicite i poprzedzają części epistolarne. Poemat składa się z sześciu „listów”, z których każdy jest poświęcony określonym, metafizycznym i fizycznym zagadnieniom. Pierwszy list dowodzi istnienia Boga. Drugi, trzeci i czwarty zawierają argumentację tej tezy. W liście drugim rozpatrywana jest budowa Kosmosu, w trzecim — świata ożywionego, w czwartym — „budowa ciała człowieka”. Doskonałość i celowość świata przyrody stanowią „naturalne” dowody stworzenia ich przez Boga. W liście piątym „cała psychologia jest przedstawiona krótko, ale jasno”. List ten zawiera rozważania gnoseologiczne.

Najbardziej wybitnie i klarownie „kosmologia metaforyczna” przedstawiona jest w twórczości G.R. Dzierżawina (1743–1816).

Do „poetycznych” systemów świata można zaliczyć szereg koncepcji o zdecydowanie spekulatywnym charakterze. Jest to, rzecz jasna, kosmologia masońska, sięgająca swymi początkami pism mistyków XVIII wieku i tradycji neoplatonickiej. Oprócz tego, niektóre koncepcje kosmologiczne miały zdroworozsądkowy charakter. Pod tym względem ciekawa jest postać J.D. Jertowa (1777–1842). Pochodzący z kupieckiej rodziny staroobrzędowców (przeszedł na prawosławie dopiero w 1796 roku), marzył on o „przejściu do stanu uczonych”. Od wczesnej młodości dużo czytał, fascynował się francuską literaturą oświeceniową, przyswoił sobie prace I. Newtona, I. Keplera, studiował matematykę i astronomię. Jego spuścizna obejmuje dzieła z zakresu kosmologii, historii, filozofii i ukazuje próby zbadania filozoficznych podstaw tych nauk.

W fundamentalnych dziełach kosmologicznych: *Zarys naturalnych praw pochodzenia wszechświata* (t. 1–2, Sankt-Petersburg, 1798–1800) i *Myśli o pochodzeniu i powstaniu światów* (Sankt-Petersburg, 1805) Jertow zaproponował własną fizykalną interpretację księgi Rodzaju, tj. model stworzenia świata przez Boga, niesprzeczny ze ścisłymi prawami fizyki. Jego przyrodniczofilozoficzny *Hexameron* zawiera opis procesu powstania Kosmosu z Chaosu, na drodze wyposażenia pierwotnej materii w jakości przyciągania. Jertow utrzymywał, że Kopernik, Kepler i Newton zbudowali dynamiczny model Wszechświata, ale nie objaśnili pierwszej przyczyny ruchu planet. Gdyby oni lub uczeni bardziej bliscy w czasie — Herder, Cuvé i inni poznali jego hipotezy, to ich systemy mogłyby tylko zyskać.

Jertow nie zgadzał się z tym, że planety, jak to uważał Buffon, stanowią część zastygłej lawy, oderwanej od Słońca w wyniku upadku na nie komety. Liczba kilku tysięcy lat, w ciągu których, zdaniem Bufona, został stworzony świat, jest niezgodna z danymi Pisma Świętego, według którego proces ten dokonał się w ciągu sześciu dni. W opinii Jertowa, prace Buffona i inne „myśli o pochodzeniu planet” należy raczej nazwać filozoficznym, pięknie napisanym romansem,

niż prawdą o przebiegu pierwotnego zdarzenia”. Nawiasem mówiąc, model, który proponuje sam Jertow, również przypomina „romans filozoficzny”, mówiąc dokładniej, „romans” spekulacji i Objawienia.

Na przełomie XVIII i XIX wieku próba Jertowa pojednania spekulacji i Objawienia z wynikami nauki była anachronizmem, ale stanowiła ona wymowny przykład swoistego „synkretyzmu” rosyjskiej myśli filozoficznej, która stworzyła podatny grunt dla przyjęcia wiedzy naukowej w obowiązkowym powiązaniu z jakimś światopoglądowym wnioskiem: moralnym, utopijno-społecznym czy nawet religijnym.

Wyobrażenia o tym, jakimi mogłyby być inne światy, występowały nie tylko w spekulacjach kosmologicznych, ale również w utopiach społecznych, pisanych w stylu „podróży powietrznych”. Tak w utopii W.A. Lewszina (1746–1826) *Najnowsza podróż, napisane w mieście Bielejewie* idealne społeczeństwo zostaje umieszczone na Księżycu, gdzie główny bohater Narcym ląduje na skrzydłach z orlich piór.

„Kosmiczna” utopia F.J. Dmitrijewa-Mamonowa (1727–1805) *Dworzanin-Filozof. Alegoria* (1769) stanowi opis życia na różnych planetach. Nazwa tego utworu stała się następnie pseudonimem Dmitrijewa-Mamonowa i swoistym epigrafem jego życia. Przez całe życie odczuwał on „wielką chęć tworzenia” i „chęć filozofowania”, którą realizował w tłumaczeniach, wierszach duchowych, pracach filozoficznych i kosmologicznych. Rozwijał swoje utopie również w kierunku kosmologicznym, wynikiem czego stał się *System Fiodora Iwanowicza Dmitrijewa-Mamonowa, filozofa-dworzanina, czyli nowy system dokładnej budowy świata, wydany w 1779 roku w Baranowie*. Dmitrijew-Mamonow zakładał, iż na drodze czystej spekulacji uda mu się zbudować doskonały model świata. W swoim systemie twierdził, że przyczyną zmiany pór roku jest wzajemne zbliżenie się i oddalenie Ziemi i Słońca, a wiatry powstają w wyniku obrotu Ziemi. Oczywiście, system Dworzanina-filozofa nie był sensacją naukową, jednak sam fakt, że myśliciele mieli tendencje do opisu „pozaziemskich cywilizacji” w takim samym stopniu, jak przedtem do opisu „nieznanych krajów” pokazuje, iż „opanowanie” Kosmosu przenikało do wszystkich sfer świadomości społecznej. Fantazje rosyjskich uto-

pistów opierały się na metafizycznym założeniu o wielości światów, które następnie formułowano w postaci teorii kosmologicznej.

Podczas gdy badanie historii kosmologii na Zachodzie prowadzone jest na dostatecznie głębokim poziomie i ma ogromną literaturę, to mniemanie, iż naukowo-przyrodnicze poglądy rosyjskich myślicieli miały charakter wyłącznie naśladowniczy, przeszkadza nieuprzedzonemu badaniu tych poglądów. Uczeni rosyjscy wypowiadali dość oryginalne hipotezy o budowie i pochodzeniu Wszechświata; w prasie periodycznie ukazywały się informacje o ciekawych faktach i obserwacjach; świadomość społeczna kształtowała określone kosmologiczne, stereotypowe poglądy, istniejące po dziś dzień. Wszystko to sprawia, że badanie historii kosmologii jest nadal aktualne.

tłum. Teresa Obolevitch

**SPRAWOZDANIE Z XIII KRAKOWSKIEJ KONFERENCJI
METODOLOGICZNEJ „EWOLUCJA WSZECHŚWIATA
I EWOLUCJA ŻYCIA”**

W dniach 18–19 maja 2009 roku, zgodnie z wieloletnią tradycją, odbyła się w Krakowie kolejna, trzynasta już Krakowska Konferencja Metodologiczna zorganizowana przez Polską Akademię Umiejętności, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Warszawski oraz Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych. Tegoroczna konferencja była w pewien sposób szczególna, ponieważ po raz pierwszy współorganizatorem konferencji było Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie, powołane do życia z inicjatywy Ks. Prof. Michała Hellera, przejmując niejako obowiązki organizacyjne spoczywające wcześniej na Ośrodku Badań Interdyscyplinarnych. Tematem tegorocznego spotkania była szeroko pojęta ewolucja wszechświata i ewolucja życia. Taki wybór tematu nie był chyba dla nikogo zaskoczeniem, biorąc pod uwagę przypadające na ten rok okrągłe rocznice: 200 rocznicę urodzin Karola Darwina i 150 rocznicę opublikowania jego dzieła „*O powstawaniu gatunków*” oraz 400 rocznicę przeprowadzenia przez Galileusza pierwszych obserwacji nieba przy pomocy własnoręcznie skonstruowanego teleskopu.

Konferencja trwała wprawdzie tylko dwa dni, ale obfitowała w ciekawe i inspirujące referaty oraz gorące dyskusje i polemiki. W pierwszym dniu, po krótkim przywitaniu i otwarciu konferencji przez Ks. Prof. Michała Hellera, oraz przedstawicieli władz PAU, UJ oraz UW, część naukowa rozpoczęła się referatem pt. „Przyczynowość strukturalna i konwergencja biologiczna w ewolucji kosmicznej” wygłoszonym przez Abp. Ks. Prof. Józefa Życińskiego, w którym Ks. Arcybiskup przedstawił swoje przemyślenia dotyczące przyczynowości strukturalnej (ang. upward causality) związanej ze zjawiskami emer-

gentnymi, charakterystycznymi dla procesów biologicznych leżących u podstaw życia.

W kolejnym referacie „Relikty kosmologiczne” Dr hab. Andrzej Woszczyzna przybliżył słuchaczom problem eksperymentalnych dowodów dotyczących dynamiki Wszechświata, wskazując na pewien zasadniczy problem związany z badaniami kosmosu — brak astronomicznych dowodów dynamiki kosmosu i konieczność oparcia się na dowodach reliktowych i teoretycznych modelach kosmologicznych, co zilustrował wybranymi przykładami badań astronomicznych dotyczących pozostałości obserwacyjnych początków Wszechświata (m.in. *redshift* — przesunięcie ku czerwieni widm, wyniki analiz satelity COBE — Cosmic Background Radiation oraz jego następcy, satelity WMAP — Wilkinson Microwave Anisotropy Probe).

Po krótkiej przerwie, rozpoczęła się druga sesja przedpołudniowa, złożona z trzech referatów. Jako pierwszy głos zabrał Prof. Jacek Szymura, przedstawiając referat p.t. „O powstawaniu gatunków: zagadka odrębności”, w którym postawił tezę, iż nasz świat jest znacznie bardziej złożony niż ten wynikający z klasycznego obrazu Darwina. Prof. Szymura zwrócił uwagę słuchaczy na problem bioróżnorodności oraz pokazał, że organizmy żywe nie występują w formach czystych, sam gatunek natomiast jest pojęciem umownym, trudnym do precyzyjnego i jednoznacznego zdefiniowania, również ze względu na swoją wieloznaczność.

W kolejnym referacie „O pochodzeniu człowieka: sześć milionów lat ewolucji”, Dr Katarzyna Kaszycka omówiła historię odkryć kopalnych przodków człowieka i poszukiwań „brakującego ogniwa” pomiędzy małpą, a człowiekiem (zgodnie z aktualnym stanem wiedzy, historia człowieka rozpoczęła się 6 milionów lat temu, kiedy to najprawdopodobniej żył w Afryce wspólny przodek, od którego pochodzą dwie linie ewolucyjne — jedna prowadząca do *Homo sapiens*, a druga do szympansa, najbliższego żyjącego krewnego człowieka) oraz przedstawiła przegląd kopalnych form hominidów — paleontologicznych dowodów ewolucji (od najwcześniejszego — późnomiocenckiego orrorina, poprzez plio-plejstocenijskie australopiteki i wcze-

snych przedstawicieli rodzaju Homo, do najpóźniejszego reprezentanta archaicznego człowieka — neandertalczyka).

Trzeci referat zatytułowany „Ewolucja w zapisie kopalnym”, wygłoszony przez Prof. Jerzego Dzika, stanowił swoiste domknięcie tematyczne tej sesji. Prof. Dzik zaprezentował najważniejsze cele i metody badawcze związane z badaniem skamieniałości, jako jedynego jego zdaniem sposobu wprowadzenia obiektywnego wymiaru czasowego do rozważań o przebiegu ewolucji. Pokazując, rodzaj informacji możliwych do uzyskania na podstawie badań skamieniałości oraz problemy związane z jakością i trwałością skamieniałości, stwierdził, że w sprzyjających okolicznościach zapis kopalny umożliwia bezpośrednie odtwarzanie rzeczywistego przebiegu ewolucji i testowanie różnorodnych hipotez przodek-potomek, dzięki czemu paleontologia używa skuteczne narzędzie falsyfikacji hipotez o przebiegu ewolucji.

W części popołudniowej pierwszego dnia konferencji, w Auditorium Maximum Uniwersytetu Jagiellońskiego miało miejsce najważniejsze chyba wydarzenie tej konferencji — dwugłos i dyskusja dwóch światowej sławy uczonych, Ks. Prof. Michała Hellera oraz Prof. Francisco Ayali, na temat „Evolution of the Universe — Evolution of Life”. Dyskusja prowadzona była przez Ks. dra Zbigniewa Lianę, i składała się z krótkich referatów obu uczonych oraz ich wspólnej dyskusji i odpowiedzi na pytania słuchaczy. Jako pierwszy zabrał głos Ks. Prof. Michał Heller przedstawiając w referacie p.t. „Necessity of cosmic evolution for life emergence and evolution” podstawowe fakty związane z ewolucją kosmosu, niezbędną do stworzenia warunków koniecznych do powstania rozumnego życia (m.in. powstawanie pierwiastków w procesie nukleosyntezy, w tym przede wszystkim węgla) oraz postawił tezę, że wszechświat musi być nieliniowym układem dynamicznym, aby mógł „wyprodukować” życie, które samo jest układem nieliniowym (jego zdaniem wszechświat faktycznie jest takim ewoluującym systemem dynamicznym). Prof. Ayala wygłosił referat „Evolution of life”, w którym przedstawił problem ewolucji gatunków oraz pokazał jak na podstawie analiz statystycznych ilości różnic w cytochromie C można stworzyć drzewo genealogiczne gatunków i do-

konać ich klasyfikacji oraz wymienić fundamentalne problemy, jakie wciąż stoją nierozwiązane przed naukowcami (*matter to life* — przejście od materii nieożywionej do żywych organizmów, *egg to adult* — problemy ontogenezy, *brain to mind* — samoświadomość oraz *ape to human* — pojawienie się *Homo sapiens*). Po zakończeniu referatów odbyła się dyskusja, która wykazała dużą zgodność poglądów obu dyskutantów na związek ewolucji kosmosu i ewolucji życia oraz fundamentalne, wciąż nierozwiązane problemy dotyczące ewolucji życia.

Drugi dzień obrad składał się z dwóch sesji przedpołudniowych, jednej popołudniowej oraz dyskusji panelowej podsumowującej konferencję. W sesji porannej, jako pierwszy głos zabrał Prof. Roman Duda, który w referacie „Kilka myśli o ewolucji matematyki”, opowiedział o ewolucji dotyczącej stylu uprawiania matematyki, wyróżniając trzy główne okresy (babiloński — pojawienie się pierwszych ogólnych pojęć matematycznych, grecki — aksjomatyzacja geometrii, ideał wiedzy pewnej oraz nowożytny — pośredni, posługiwanie się, obok aksjomatyzacji, użytecznymi pojęciami ogólnymi, bez precyzyjnej definicji, np. nieskończoność, pojęcie funkcji, wielkość urojona) oraz pokazał przykłady par przeciwstawnych pojęć (ciągły — dyskretny, skończony — nieskończony, ścisłość — przybliżenie, globalny — lokalny, czy liniowość — nieliniowość) i ich roli w matematyce.

W kolejnym referacie („Trzy znaczenia słowa ‘ewolucja’”) Prof. Michał Tempczyk postawił tezę, iż możemy wyróżnić trzy, niezależne od siebie, charakteryzujące się odmiennymi własnościami rodzaje ewolucji: kosmiczną związaną z ewolucją materii nieożywionej (głównie z wynikającym z II zasady termodynamiki wzrostem entropii), biologiczną — związaną z powstawaniem i ewolucją różnorodnych organizmów żywych, złożonych struktur i charakterystycznymi dla niej dynamicznymi procesami nieliniowymi oraz ontologiczną — prowadzącą do powstawania ontologicznie trwałych, niezmiennych struktur złożonych (ta ostatnia wersja ewolucji zaproponowana przez Prof. Tempczyka wzbudziła liczne kontrowersje wśród słuchaczy).

Ostatnim prelegentem w sesji porannej był Prof. Jan Kozłowski, który starał się udzielić odpowiedzi na postawione przez siebie pytanie

„Czy teorię ewolucji można zmatematyzować?”. W swoim referacie pokazał drogę, jaką od pierwotnych sformułowań teorii doboru naturalnego przez Darwina i Wallace’a w języku opisowym, poprzez genetykę populacyjną, posługującą się prostymi równaniami różnicowymi, a następnie w latach 50-tych metodami stochastycznymi do opisu dryftu genetycznego, aż do teorii gier w latach 70-tych, której użycie pozwoliło nam zrozumieć utrzymywanie się w populacjach altruizmu odwzajemnionego i ograniczonej agresji, czy podejście optymalizacyjne stosowane dla wyjaśniania adaptacji. Odpowiadając na postawione w tytule swojego referatu pytanie, Prof. Kozłowski stwierdził, że darwinowska teoria ewolucji jest wprawdzie niemal od samego początku matematyzowana, są to jednakże próby cząstkowe i wciąż brak jest jednego, uniwersalnego języka matematycznego do opisu ewolucji. Równocześnie, ze względu na ogromny stopień skomplikowania układów biologicznych, nie można wykluczyć, że teoria ewolucji nie będzie nigdy w sposób jednorodny zmatematyzowana, ale podobnie jak w chwili obecnej, będzie posługiwać się „modelikami”, tworzonymi *ad hoc* dla rozwiązywania konkretnych zagadnień.

W drugiej sesji przedpołudniowej wygłoszone zostały dwa referaty. W pierwszym, zatytułowanym „Ewolucyjne przyczyny i skutki rozrodu płciowego”, Prof. Jacek Radwan przedstawił współczesne hipotezy tłumaczące powszechność rozrodu płciowego (pomimo tego, iż wiąże się on z poważnymi kosztami i nie wiadomo, dlaczego wyewoluował i jaką przewagę daje w porównaniu do partenogenezy) oraz jego ewolucyjne konsekwencje (np. dobór płciowy, wynikający z konkurencji produkujących wiele małych gamet samców o dostęp do znacznie mniej licznych gamet żeńskich, tłumaczący ewolucję cech samców o charakterze oręża i rozmaitych ozdób, zmniejszających szanse na przeżycie osobników, pozornie zatem wydający się stanowić problem dla teorii doboru naturalnego).

Dr hab. Bernard Korzeniewski wygłosił referat p.t. „Powstanie życia i powstanie (samo)świadomości — rysy wspólne”, w którym postawił tezę, że życie mogło powstać spontanicznie, ponieważ powstawało etapami oraz pokazał swoją własną propozycję zgodnie, z którą

powstanie życia (wyłonienie się biologicznego poziomu rzeczywistości z poziomu fizycznego) oraz powstanie samoświadomości (wyłonienie się poziomu psychicznego z poziomu biologicznego) wiążą się z trzema kluczowymi cechami: powstanie sieci „znaczących” przez konotację elementów (mechanizmów regulacyjnych, neuronów), stanowiących pewne odwzorowanie świata zewnętrznego, która ulega nakierowaniu na samą siebie (relacja samostoso-walności). Dr Korzeniewski przedstawił również własną „cybernetyczną” definicję życia, jako sieci ujemnych sprzężeń zwrotnych (zapewniających trwałość struktur, np. procesy autokatalityczne) podporządkowanych nadrzędnemu, dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu (propagacji własnej tożsamości — rozmnażaniu). Propozycja ta, mimo że spójna i bardzo ciekawa, wydaje się być mocnym uproszczeniem — próbą redukcyjnego podejścia do fenomenu, który ze swej natury jest procesem emergentnym.

W ostatniej, popołudniowej sesji, zaprezentowane zostały trzy referaty. Prof. Elżbieta Kałuszyńska („Godność człowieka”) omówiła najważniejsze aspekty problemów, z jakimi boryka się nauka i etyka, związane z godnością osoby ludzkiej. Ks. Prof. Michał Heller oraz Dr Paweł Polak wygłosili wspólnie referat pt. „Reakcja Kościoła Katolickiego na teorię ewolucji — Watykan i filozofia”. Ks. Prof. Heller pokazał sześć jego zdaniem najważniejszych historycznych sporów dotyczących teorii ewolucji oraz stopniową, związaną z upływem czasu, zmianę stanowiska Kościoła Katolickiego w sprawie teorii ewolucji, a Dr Polak mówił o recepcji teorii ewolucji w Polsce — pokazując na konkretnym przykładzie historycznym, jak ta reakcja Kościoła wyglądała na ziemiach polskich, podkreślając przy tym polską specyfikę sporu — traktowanie teorii ewolucji, jako oręża materialistów w walce z Kościołem Katolickim.

W ostatnim referacie sesji popołudniowej, Prof. Jarosław Włodarczyk („Galileusz i Kepler a mieszkańcy innych światów”) przybliżył postaci Galileusza i Keplera, którzy przed naukową wyobraźnią człowieka otwarli pozaziemskie światy, pokazując je, jako spokrewnione z ziemią obiekty fizyczne, co pociągnęło za sobą refleksję nad możliwością istnienia w tych obcych światach życia oraz pokazał, w jaki

sposób i z jakimi skutkami z problemem tym próbowali się zmierzyć w swoich pismach obaj wymienieni uczeni (Kepler jawi się tu, jako uczony, który pozwalał sobie na dużą swobodę wyobraźni, podczas gdy Galileusz w swoich rozważaniach dotyczących możliwości istnienia życia na innych planetach przyjmował postawę znacznie bardziej zachowawczą).

Ostatnim punktem konferencji była dyskusja panelowa „Wokół ewolucji” prowadzona przez Dra Jacka Urbańca, w której uczestniczyli Ks. Prof. Michał Heller, Prof. Jan Kozłowski, Prof. Paweł Koteja oraz Dr hab. Bernard Korzeniewski. Cała dyskusja, dosyć burzliwa, skupiła się głównie na próbie odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu teorię ewolucji można uznać za teorię naukową, matematyzowalną i umożliwiającą obok wyjaśniania znanych faktów również predykcję nowych, jeszcze nieznanych. Obok pojawiających się wcześniej m.in. w referacie Prof. Kozłowskiego problemów z matematyzowalnością teorii ewolucji, mamy tu dodatkowy problem polegający na tym, że trudno jest znaleźć takie predykcje, których zaprzeczenie powodowałoby jej odrzucenie (klasyczne zagadnienie falsyfikowalności zaproponowane przez Poppera).

Zgodnie z długoletnim zwyczajem Krakowskich Konferencji Metodologicznych, na zakończenie konferencji, podsumowania obrad i dyskusji panelowych dokonał Ks. Prof. Michał Heller. Swoje wystąpienie, jak zwykle pełne humoru i celnych uwag, Ks. Heller rozpoczął od zwrócenia uwagi na znaczenie przyczynowości typu *upward* i *downward causality*, gdzie ta druga (top-down, od ogółu, struktury, do szczegółu, pojedynczych oddziaływań między obiektami tworzącymi strukturę) jest szczególnie wyraźnie widoczna w biologii, np. w kształtowaniu się struktury DNA w oparciu o procesy ewolucyjne, umożliwiające organizmom adaptację do warunków otoczenia. Następnie zwrócił uwagę słuchaczy na problem matematyczności teorii ewolucji i związany z nim problem predykcji oraz wymienił najważniejsze jego zdaniem problemy filozoficzne, jakie wyłaniają się w kontekście teorii ewolucji: trzy wielkie przejścia (i) zagadnienie istnienia, tzn. jak przejść od równań do istnienia, (ii) przejście świat nieożywiony →

ożywiony oraz (iii) przejście życie nieświadome → świadome, problem redukcjonizmu (w jakim zakresie można redukować wyjaśnianie ewolucyjne do praw fizycznych), problem kompleksyfikacji (emergencji, tworzenia struktur), problem czasu, problem ewolucji kultury jako potencjalnego, kolejnego kroku ewolucji świadomego życia oraz zagadnienie samej historii teorii ewolucji, istotne z punktu widzenia historii i filozofii nauki. Swoje wystąpienie Ks. Heller zakończył podziękowaniami skierowanymi do wszystkich uczestników i słuchaczy konferencji i zaproszeniem na kolejną, czternastą już konferencję planowaną na maj 2010 roku.

Na zakończenie sprawozdania chciałbym się podzielić z Czytelnikami kilkoma osobistymi refleksjami, wynikającymi w znacznej mierze z zainteresowań i pracy zawodowej. Podczas całej konferencji, bardzo wyraźnie moją uwagę, jako chemika, zwracał fakt całkowitego pominięcia jakichkolwiek odniesień do chemii i generowanych przez nią pytań i odpowiedzi — chemii, która jest moim zdaniem naturalnym łącznikiem pomiędzy fizyką (globalną, w skali kosmicznej oraz lokalną ewolucją materii nieożywionej) i biologią (ewolucją materii ożywionej). Było to szczególnie widoczne w związku z brakiem jakiegokolwiek próby unifikacji tych dwóch odmiennych, ale przecież silnie ze sobą związanych (zostało to wyraźnie wyartykułowane w dyskusji między prof. Hellerem i prof. Ayalą w pierwszym dniu konferencji) rodzajów ewolucji. Moim zdaniem szukanie takiego łącznika, umożliwiającego dokonanie wspomnianej unifikacji, wydaje się zupełnie naturalne w chemii — szczególnie w teorii wiązania chemicznego. Jak wiadomo mamy różne rodzaje wiązań chemicznych. Z jednej strony silne i zorientowane przestrzennie wiązania kowalencyjne oraz słabsze, bezkierunkowe, ale wciąż wystarczająco silne wiązania jonowe, odpowiedzialne za istnienie stabilnych układów molekularnych i krystalicznych, niezbędnych do zaistnienia w miarę stałych warunków umożliwiających pojawienie się przebiegających bardzo wolno w czasie procesów ewolucyjnych. Z drugiej strony ewolucja wymaga elastyczności struktur, ich skłonności do zmian pod wpływem zewnętrznych, często bardzo słabych czynników. I tu na pomoc przychodzą wią-

zania słabe — wodorowe i van der Waalsa, występujące powszechnie w cząsteczkach związanych z organizmami żywymi (np. białka, kwasy nukleinowe). Bardzo dobrym przykładem niezbędnego współdziałania różnych typów wiązań jest DNA, gdzie atomy tworzące pojedyncze nici są połączone wiązaniami jonowo-kowalencyjnymi, co zapewnia trwałość nici i tworzących ją genów, niezbędną do przekazywania bez błędów informacji genetycznej w trakcie filogenezy, a dwie nici DNA łączą się ze sobą za pomocą słabych wiązań wodorowych, co pozwala na łatwe rozdzielanie tych nici i replikację — procesy niezbędne dla tworzenia organizmów potomnych i przekazania im materiału genetycznego w niezmienionej postaci.

Kolejnym wielkim nieobecny konferencji była emergencja — dużo mówiono o ewolucji wszechświata i ewolucji życia, ale zagadnienia związane z samoporządkowaniem, samoorganizacją i tworzeniem się złożonych struktur emergentnych były całkowicie pominięte. W tym kontekście znowu pojawia się chemia, gdzie tego rodzaju procesy występują bardzo często i można z łatwością pokazać szereg przykładów procesów emergentnych, które mogłyby posłużyć jako punkt wyjścia w próbie unifikacji ewolucji kosmicznej z ewolucją życia. Można było moim zdaniem odnieść wrażenie, że fizycy mówią o jednym rodzaju ewolucji, biolodzy o drugim i mimo, że zapewne w pełni świadomi luki, braku płynnego przejścia pomiędzy tymi ewolucjami, niemożliwej chyba do wypełnienia w ramach samej biologii i fizyki, unikający jednoznacznego wyartykułowania tego problemu i próby pokazania chociażby potencjalnych kierunków poszukiwania jego rozwiązania.

Niezależnie od tych drobnych uwag, cała konferencja była niezmiernie ciekawa i dzięki poruszonym ważkim zagadnieniom, ogromnie inspirująca do samodzielnych przemyśleń (podobnie zresztą jak poprzednie konferencje metodologiczne), dlatego z pełnym przekonaniem chciałbym w tym miejscu zachęcić gorąco wszystkich Czytelników do udziału w kolejnej, przyszłorocznej majowej konferencji metodologicznej.

Andrzej Koleżyński (WIMiC AGH, CKBI)

***ŚRODKOWOEUROPEJSKIE STOWARZYSZENIE FILOZOFII
RELIGII I JEGO NOWE PISMO "EUROPEAN JOURNAL FOR
PHILOSOPHY OF RELIGION"***

W świecie filozofii analitycznej religia od wielu już lat jest przedmiotem żywego i raczej życzliwego zainteresowania badaczy. Pierwsze wydarzenia, które doprowadziły do obecnego stanu, wcale nie zapowiadały rozkwitu filozoficznych badań nad religią, Bogiem i innymi spokrewnionymi tematami. Jak dziś dobrze wiadomo, filozoficzny „ruch analityczny” ma swoje korzenie w Europie, która na przełomie XIX i XX wieku pozostawała pod silnym wpływem pozytywizmu i neopoztywizmu. W pierwszej połowie XX wieku, a nawet jeszcze później, przekonania religijne uznawane były za niegodne zainteresowania filozofa i wraz z wszelką metafizyką były z góry odrzucane jako „bezsensowne”. Rychło jednak wyszło na jaw, że metodologiczne postulaty pozytywistów logicznych są wyrazem arbitralnych decyzji, a nie zdrowej strategii badawczej. Gdyby zastosować je rygorystycznie, nie tylko metafizyka i spekulatywna teologia, lecz także duża część nauki (np. fizyki teoretycznej) zostałyby — używając znanego powiedzenia Hume’a — skazana na pastwę płomieni. Okazało się jednak, że ideał analizy logicznej, oczyszczony z nierealnych postulatów metodologicznych, może być niezmiernie owocny w wielu dziedzinach filozofii.

W ostatnim kwartale XX wieku w anglojęzycznej filozofii zaczęto na szeroką skalę stosować metody analizy do wszystkich problemów bez wyjątku, także do metafizycznych problemów. Zagadnienia religijne, poczynawszy od kwestii istnienia Boga, a skończywszy na modlitwie, są dziś roztrząsane w duchu ścisłej analizy, odwołującej się do wielu teorii, które wcześniej znalazły swoje rozwinięcie w łonie filozofii analitycznej (np. problematyka znaczenia, uzasadnienia, wy-

jaśnienia, wiedzy, racjonalności itp.). Ten zdumiewający zwrot (jak Richard Swinburne z pewną przesadą określa tę zmianę podejścia) stał się w ostatniej dekadzie XX wieku modny — w dobrym sensie tego słowa. A jego warunkiem było wyzwolenie samej metody analizy z ciasnego gorsetu wczesnych reguł. Dzięki zmianie podejścia metoda „analizy logicznej” przybrała postać analizy praktykowanej już wcześniej przez wielkich filozofów, ze szczególnym uwzględnieniem elementu języka. Na temat wielkich problemów filozoficznych można bowiem formułować jasne i ścisłe argumenty, które biorą pod uwagę nie tylko dane empiryczne, lecz także niejasności języka, w którym argumenty te są formułowane. Tą drogą — powtórzmy — kroczyło wielu filozofów w przeszłości; nic więc dziwnego, że analityczny styl filozofowania przekroczył granice anglojęzycznego świata.

Analityczny styl uprawiana filozofii religii nie przekroczył jednak granic języka angielskiego, który stał się powszechnym narzędziem komunikacji i badań filozofów w drugiej połowie XX wieku. W związku z tym, wielkie problemy religijne są dziś roztrząsane w duchu ścisłej analizy w języku angielskim. Tak się jednak złożyło, że „na kontynencie” nie powstało jak dotąd żadne pismo poświęcone analitycznej filozofii religii, chociaż wielu filozofów z Europy twórczo uprawia tę dziedzinę na łamach pism amerykańskich i angielskich. Ten mało satysfakcjonujący stan rzeczy dostrzegł jezuita, dr Janusz Salamon, który jeszcze w trakcie swoich studiów w Oxfordzie podsunął znanemu filozofowi angielskiemu, Richardowi Swinburne’owi, myśl założenia *European Journal for Philosophy of Religion*. Pomysł padł na dobrą glebę. Jak wiadomo, pochodzący ze starej anglikańskiej rodziny Richard Swinburne jest konwertytą: w pewnym okresie swego życia wstąpił do rosyjskiego kościoła prawosławnego. Jak można się było spodziewać, angielskiemu filozofowi pomysł polskiego jezuitę przypadł do gustu i bardzo się zaangażował w misję ożywienia filozofii religii w Europie wschodniej. W rezultacie powstało pismo — pierwszy numer ukazał się na wiosnę 2009 roku — którego celem jest „bycie środkiem stymulującym rozwój filozofii religii w Europie Centralnej i Wschodniej” oraz promowanie „owocnej wymiany

między różnymi tradycjami filozofii religii” (ze wstępu Swinburne’a do pierwszego numeru). Pismo zostało wydane przez Wydawnictwo WAM w Krakowie, ale pod auspicjami międzynarodowego stowarzyszenia. *Central European Society for Philosophy of Religion* jest właścicielem pisma i w każdej chwili — jak informuje redaktor naczelny — może przenieść pismo do dowolnego wydawnictwa, zmienić redaktora naczelnego itd. Szefem stowarzyszenia jest brytyjski filozof, prof. Howard Robinson, absolwent Oksfordu, który jest dziekanem filozofii w Central European University w Budapeszcie, i dość znanym specjalistą nie tylko w zakresie filozofii religii, ale także filozofii umysłu i filozofii percepcji. Swinburne i Robinson nadzorują proces redakcyjny (raczej rygorystyczny, bo każdy tekst musi zostać zaakceptowany przez dwóch członków Advisory Board, zanim trafi do Swinburne’a i Robinsona), natomiast Salamon jako redaktor naczelny zajmuje się wszystkimi innymi rzeczami, począwszy od gromadzenia materiałów aż po dystrybucję czasopisma. Autorom przedsięwzięcia udało się zaprosić do Advisory Board wielu czołowych amerykańskich i angielskich filozofów religii, co zdaje się dobrze rokować dla poziomu i przyszłości pisma.

Stanisław Wszolek

**METAFIZYKA Z PERSPEKTYWY
INTERDYSCYPLINARNEJ**

◇ S. Wszolek, *Elementy metafizyki*, część I, Biblos — Tarnów, OBI — Kraków, 2008, s. 202.

Pisanie podręczników do filozofii nie jest łatwym zadaniem. Trzeba zmierzyć się z bogactwem stanowisk, poglądów i koncepcji filozoficznych, którymi na przestrzeni wieków zapewniono setki opasłych tomów różnego rodzaju traktatów, rozpraw i innych dzieł literackich, decydując się zarazem na określone kryterium, pozwalające z tego bogactwa wybrać to, co najważniejsze. W przypadku metafizyki, którą z wielu powodów można traktować jako fundament całej filozofii, zadanie jest jeszcze trudniejsze. Jest to bowiem dziedzina, w której przedmiotem analiz stają się kategorie najbardziej istotne — nie tylko dla filozoficznego, ale również dla naukowego i religijnego obrazu świata — z których pierwszą i najważniejszą jest kategoria istnienia. Jeszcze nie tak dawno sądzono, że problem istnienia jest zagadnieniem tylko i wyłącznie filozoficznym, który nie jest, i nigdy nie będzie, przedmiotem analiz nauk empirycznych, takich jak fizyka, chemia czy kosmologia. Na

przekonaniu tym w znacznym stopniu zaważył pozytywizm, postulujący możliwość (i zarazem konieczność) wyraźnego rozgraniczenia tego, co można badać przy pomocy metody empirycznej i tego, co tej metodzie się nie poddaje. Nie trzeba dodawać, że wszystkie zagadnienia z tej drugiej kategorii, w której znalazła również i filozofia, uznano nie tylko za nienaukowe, ale również pozbawione sensu.

Rozwój nauki nie potwierdził przewidywań i oczekiwań pozytywistów. Problem istnienia nie tylko nie został wyeliminowany z zakresu zagadnień, którymi interesują się przedstawiciele nauk ścisłych, ale jeszcze bardziej zyskał na intensywności. W niektórych przypadkach — przykładem może być tu mechanika kwantowa — problem ten stał się jednym z centralnych zagadnień, wokół których od wielu lat toczą się zażarte spory interpretacyjne. Paradoksalnie, to właśnie z tego powodu metafizyka — wbrew wszelkim zakazom pozytywistów — wydaje się obecnie pozostawać dziedzina filozoficzną najbliższą naukom empirycznym. Nie ulega wątpliwości, że jest to dodatkowa trudność, z którą musi się zmierzyć każdy autor współczesnego podręcznika do metafizyki. Co prawda, wielu

autorów wychodzi z założenia, że sięgające starożytności tradycje metafizyki oraz jej status jako fundamentalnej nauki filozoficznej stanowią wystarczającą rację za tym, by w uprawianiu tej dziedziny poprzestawać tylko i wyłącznie na analizie argumentów i pojęć klasycznej filozofii, bez poszukiwania jakichkolwiek odniesień do współczesnej nauki. Bardzo często tego typu opinia połączona jest z przyjmowanym *implicitie* założeniem o samowystarczalności poznania filozoficznego i jego wyższości nad poznaniem empirycznym — co prowadzi do ignorowania, a nawet lekceważenia, jakichkolwiek argumentów, które co prawda bezpośrednio dotyczą zagadnień analizowanych w ramach klasycznej filozofii (np. problemu istnienia), ale nie wynikają bezpośrednio z koncepcji filozoficznych, lecz z określonych teorii o charakterze ściśle naukowym. Uprawiana w taki sposób metafizyka staje się jednakże nauką martwą: hermetyczne zamknięcie na wyniki nauk empirycznych oznacza bowiem skazanie tej dziedziny tylko i wyłącznie na analizie o charakterze pojęciowym bez jakiegokolwiek możliwości weryfikacji tego, czy stosowanej terminologii odpowiada — i w jakim stopniu odpowiada — jakakolwiek fizyczna rzeczywistość.

Chociaż bowiem tradycja filozoficzna nigdy nie dostrzegła (i najczęściej nadal nie dostrzega) żadnej potrzeby empirycznego weryfikowa-

nia lub przynajmniej uprawdopodobniania tez metafizyki, to jednak nie widać żadnej racji, która *a priori* zabraniałaby korzystania z możliwości takiej weryfikacji. Argument, odwołujący się do dwóch różnych i nie przecinających się płaszczyzn poznania — rozumowego, będącego domeną filozofii i empirycznego, charakteryzującego nauki ściśle — nie jest specjalnie przekonujący: nic nie wskazuje na to, by fizyczna rzeczywistość miała się stosować do tego typu dychotomicznego podziału. Nauka jest w pewnym sensie skazana na filozofię, a filozofia na naukę, dlatego interdyscyplinarność jest w tym przypadku jedynym rozsądnym rozwiązaniem, które dodatkowo przynosi wymierne korzyści. Wzajemne zainteresowanie jest bowiem ubogacające dla każdej ze stron — to znaczy zarówno dla metafizyki, która może odkrywać własne idee w obszarze zarezerwowanym dotąd dla poznania empirycznego, jak i nauka, której pojęcia i koncepcje zostają wzbogacone o nowe i niebanalne interpretacje.

Książka autorstwa Stanisława Wszołka *Elementy metafizyki* jest przykładem tego typu nowoczesnego podręcznika (jest to pierwsza z dwóch części), w którym problemy i zagadnienia klasycznej metafizyki zaprezentowane zostają z perspektywy interdyscyplinarnej. „Nie jest to — zaznacza autor w przedmowie — wykład metafizyki Arystotelesa czy św. Tomasza z Akwinu,

choć obaj myśliciele zajmują wyróżnione miejsce w podręczniku. Nie jest to także wykład metafizyki z perspektywy filozofii analitycznej [...] [lub] wyznaczonej przez filozofię nauki [...]. Jest to próba ujęcia głównych zagadnień metafizycznych z wykorzystaniem różnych podejść i metod, jakie pojawiły się zarówno we wcześniejszej historii, jak i w wieku XX” (s. 8).

Elementy metafizyki składają się z trzech obszernych rozdziałów. Pomijając definicyjne rozróżnienia i odkładając dyskusję nad statusem metafizyki jako nauki do drugiej części podręcznika, autor w pierwszym rozdziale rozpoczyna swoje analizy od problemu wzajemnych oddziaływań pomiędzy metafizyką i nauką. Rozdział ten ma charakter wprowadzenia w tematykę całego podręcznika i jest skonstruowany z najważniejszych epizodów historii wzajemnych relacji pomiędzy tymi dziedzinami. Autor śledzi losy metafizyki począwszy od wczesnej starożytności, gdy „nauka i metafizyka stanowią jedność”; charakteryzuje średniowieczne stanowiska w najważniejszych kwestiach metafizycznych; opisuje okoliczności oddzielenia się metafizyki od nauki na progu czasów nowożytnych, i wyjaśnia, dlaczego nie powiódł się pozytywistyczny projekt „wyrugowania metafizyki z kultury”.

Rozdział drugi poświęcony jest najważniejszej kategorii metafizycz-

nej, to znaczy istnieniu. Wychodząc od leibnizańskiego pytania: „dlaczego istnieje raczej coś niż nic?”, autor stara się w swoich analizach uwzględnić tradycyjne filozoficzne dylematy, związane z problemem istnienia; chce również pokazać, że zagadnienie to nie jest obce współczesnym naukom przyrodniczym — pomimo tego, że żadna z nich nie dowodzi istnienia obiektów, które są przedmiotem jej badań. Charakteryzując poglądy Arystotelesa, św. Tomasza, Carnapa, Quine’a i innych filozofów, autor nie ukrywa również swoich własnych preferencji, opowiadając się „za metafizyką realistyczną i przeciwko metafizyce nominalistycznej” (s. 9). Stanowisko to widoczne jest zwłaszcza w trzecim rozdziale podręcznika, w którym autor podejmuje problem „tego, co istnieje”, poświęcając najwięcej swojej uwagi zagadnieniu powszechników. Interesującym i niecodziennym — jak na podręcznik metafizyki — zagadnieniem, które omawia autor w tym rozdziale, jest problem istnienia obiektów matematycznych i ontologii, jakie niosą ze sobą różne koncepcje matematyki.

Elementy metafizyki można bez żadnej przesady określić jako podręcznik nowatorski. Spojrzenie na tradycyjne problemy metafizyki z perspektywy interdyscyplinarnej z całą pewnością niesie w sobie element pewnej nowości, która w przypadku tej dziedziny ludzkiej myśli,

jaką jest filozofia, wydaje się — zwłaszcza obecnie — cechą wysoce pożądaną. Nie bez znaczenia jest również nowy układ podręcznika: przejrzyste, tytułowane akapity, diagramy, krótkie podsumowania większych całości, literatura uzupełniająca, repetytoria (pytania kontrolne, tematy do dyskusji, ćwiczenia) — to wszystko sprawia, że podręcznik dobrze spełnia swoje zadanie. Pewnym mankamentem — jak na tego typu opracowanie, które z założenia przeznaczone jest dla studentów i laików, zainteresowanych filozofią — jest to, że niektóre passusy charakteryzuje styl, oparty na pewnych skrótach myślowych, przy których czytelnik musi domyślać się intencji autora lub tego, czy określony fragment tekstu jest argumentem, czy kontrargumentem, za danym stanowiskiem. Wymaga to od czytelnika nie tylko intelektualnego wysiłku i skupienia, ale również sięgania do innych źródeł, nie tyle w celu poszerzenia, ile raczej zrozumienia, zamieszczonych w tekście informacji. Co prawda, dla pewnego typu publikacji taki a nie inny charakter tekstu można byłoby uznać za jego atrybut, ale wydaje się, do tej grupy książek nie powinien należeć akademicki podręcznik do filozofii.

Nowatorskie rozwiązania nie zawsze spotykają się z powszechną akceptacją — zwłaszcza u tych, którzy z wielu różnych względów preferują tradycję i to wszystko, co zostało przez nią uświęcone. Należy mieć na

dzieję, że *Elementy metafizyki* będą wyjątkiem od tej reguły — czyli że spotkają się z życzliwym przyjęciem również w gronie zwolenników ‘starej’, to znaczy uprawianej i wykładanej w tradycyjny sposób, metafizyki. A jeśli nawet ta ostatnia grupa nie będzie zainteresowana lekturą tej książki, to na pewno ze spokojnym sumieniem można ją polecić wszystkim studentom i tym, którzy w obecnej epoce komputerów, Internetu i łączności satelitarnej, nie boją się stawiać poważnych pytań, dotyczących tego, co istnieje, w jaki sposób istnieje, i dlaczego istnieje.

Tadeusz Pabjan

NOWA INTERPRETACJA PROCESU GALIELUSZA

◇ Jules Speller, *Galileo's Inquisition Trial Revisited*, Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH — Europäischer Verlag der Wissenschaften 2008, ss. 432.

Omawiana monografia — znaczący od razu: znakomicie udokumentowana i oparta na analitycznej, drobiazgowej wręcz analizie dostępnych dokumentów — proponuje nowe spojrzenie na proces Galileusza [monografię tę będą dalej cytował jako: Speller 2008]. Jules Speller nie prezentuje żadnych nowych dokumentów wyszperanych w archiwach

watykańskich, jak miało to miejsce w przypadku głośnej książki Pietro Redondiego (*Galileo eretico* [*Galileusz heretyk*], Turyn 1983). Jednakże wiele łączy monografię Redondiego z monografią Spellera. Obaj bowiem twierdzą, że Galileuszowi wytoczono w roku 1633 proces z powodu podejrzenia o herezję. Redondi twierdzi, że chodziło tu o atomizm Galileusza (wyłożony m.in. w *Wadze probierczej* z 1623 roku) godzący w dogmat o transubstancjacji. I choć w tajnym archiwum watykańskim odnaleziono donosy na Galileusza w tej sprawie, to jednak uczeni raczej krytycznie odnieśli się do tej hipotezy, bowiem w oskarżeniach z 1633 roku, temat ten nie jest *explicite* sygnalizowany.

W ujęciu Spellera herezja Galileusza sprowadza się zasadniczo do tego, że w *Dialogu o dwu najważniejszych układach świata* miał on przedstawić teorię Kopernika jako teorię opisującą fizyczną strukturę świata. Do takiego przekonania doszedł papież Urban VIII przekonany, że uznanie teorii Kopernika za teorię świata rzeczywistego, a nie za hipotezę zdatną li tylko do matematycznego opisu ruchów ciał niebieskich oznacza zanegowanie wszechwiedzy i/albo wszechmocy Boga. To zaś oznacza herezję. W literaturze przedmiotu powyższe rozumowanie znane jest jako argument Urbana VIII. Stąd by łatwiej zrozumieć tezę Spellera należy choć pokrótce przedstawić sam argument. Dodać trzeba,

że już sama prezentacja i krytyczna analiza argumentu Urbana VIII sprawia, że monografia, o której tutaj mowa zasługuje na uwagę.

Jak wiadomo pod koniec *Dialogu o dwóch najważniejszych układach*, w kontekście rozważań na temat przyptywów morza, Galileusz włożył w usta Simplicia następujące słowa: „Bóg swoją nieskończoną wszechmocą i mądrością mógł przyznać elementowi wody owe ruchy zmienne, które w nim dostrzegamy, i to innym sposobem aniżeli uprawiając w ruch zawierające ją zbiorniki [...], jestem tego pewien, że mógłby, i umiałby tego dokonać wieloma sposobami, dla naszego umysłu nawet niewyobrażalnymi. Na mocy tego wysnuwam bezpośredni wniosek, że byłoby zbytnią śmiałością chcieć ograniczyć i zacieśniać potęgę i mądrość boską do poziomu ludzkich urojeń” (Galileo Galilei, *Dialog o dwóch najważniejszych układach*, Warszawa: PWN 1953, 497).

Argument ten, tak jak rozumiał go Urban VIII, odwoływał się do wszechmocy bożej, ograniczanej jedynie zasadą sprzeczności. W konsekwencji człowiek nie może wprowadzić żadnego, arbitralnego ograniczenia bożej wszechmocy. Stwierdzenie, że taka czy inna wizja świata (np. system Kopernika) określa w sposób definitywny prawdziwą strukturę rzeczywistości stanowiłoby — w ramach tej interpretacji argumentu — takie właśnie ograniczenie nieskoń-

czonej wszechmocy Boga, bowiem Bóg mógł uporządkować świat inaczej niż to się obecnie obserwuje i na tej podstawie utrzymuje. Oznacza to, że aktualnie uznawane teorie dotyczące obserwowanej, zjawiskowej warstwy świata mogą nie odpowiadać jego rzeczywistej strukturze. Ta ostatnia zaś znana jest tylko Bogu. Jest to zatem argument sceptyczny jeśli chodzi o możliwości poznawcze ludzkiego umysłu, jednakże zważywszy kontekst historyczny i kulturalny nie bez racji niektórzy badacze uważają, iż bardziej niż wyrazem sceptycyzmu, argument ten był próbą teologicznej refleksji na temat znaczenia i granic poznawczych rodzących się nauk doświadczalnych.

Teoretykiem argumentu był w czasach Urbana VIII nadworny teolog papieski Agostino Oreggi. Oreggi sformułował argument Urbana VIII w traktacie *De Deo uno Tractatus primus* (Roma 1629). W późniejszych jego działach argument powraca w niemal niezminionej formie. Oreggi formułuje argument powołując się na rozmowę Urbana VIII, kiedy był jeszcze kardynałem, z Galileuszem. Kiedy dyskusja zeszała na ewentualną zgodność tezy o ruchu Ziemi z Biblią, kardynał wysłuchał racji Galileusza, po czym zapytał:

„czy Bóg posiadał moc i wiedzę niezbędną do tego, aby spowodować inny układ i inne ruchy orbit oraz ciał [niebieskich] tak, by

odpowiadały one zjawiskom obserwowanym na sferze niebieskiej, jak też i innym wynikom obserwacji dotyczących ruchu, porządku, położenia, odległości i układu gwiazd. Jeśli temu przeczysz, powiedziała Jego Świątobliwość, to wówczas musisz dowieść, iż inny bieg rzeczy niż ten, który przedstawiasz, jest sprzeczny. Albowiem Bóg, w swej nieskończonej mocy może uczynić wszystko, co nie jest sprzecznością. A ponieważ wiedza Boga nie jest mniejsza od jego potęgi, to musimy stwierdzić, że jeśli może coś uczynić, to i posiada stosowną wiedzę na ten temat. Tak więc jeśli Bóg posiadając konieczną do tego wiedzę może spowodować, iżby rzeczy były ułożone inaczej, niż nam się to wydaje, zachowując przy tym wszystko to, co jest obserwowane, itp., to wówczas nie możemy ograniczać bożej mocy i wiedzy do pomyślanego przez nas układu rzeczy” (cytuję za: Speller 2008: 376).

Jules Speller (Speller 2008: 386-387) tak oto rekonstruuje argument Urbana VIII. Niech symbole $T_1 - T_7$ oznaczają następujące tezy:

T_1 — Jeśli ktoś uważa teorię Kopernika za „prawdę absolutną”, tym samym uznaje system nie-kopernikański za niemożliwy.

T_2 — Uznanie T_1 oznacza, że system niekopernikański jest logicznie sprzeczny, albo że Bóg nie potrafił go stworzyć.

T_3 — Jednakże system niekopernikański nie może być uznany za logicznie sprzeczny.

T_4 — Jeśli ktoś myśli, że Bóg nie potrafi stworzyć świata niekopernikańskiego twierdzi jednocześnie, albo że Bóg nie ma mocy do stworzenia go, albo że nie wie (brakuje mu wiedzy na temat tego świata) jak to zrobić.

T_5 — Pierwsza alternatywa oznacza zaprzeczenie wszechmocy Boga.

T_6 — Druga alternatywa oznacza zaprzeczenie wszechwiedzy Boga.

T_7 — Tezy T_5 i T_6 są herezjami.

Rozumowanie rozwija według następującego schematu:

$$T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_4 \rightarrow \left\{ \begin{array}{c} T_5 \\ T_6 \end{array} \right\} \rightarrow T_7$$

$$\downarrow$$

$$T_3 \rightarrow \emptyset$$

Argumentacja zdaje się mieć schemat łańcuszka z dwoma alternatywami, zaś jej zasadnicza konkluzja jest następująca: uznanie teorii Kopernika za absolutną prawdę oznacza herezję ($T_1 \rightarrow T_7$).

Powyższa rekonstrukcja argumentu Urbana VIII pozwala też na wyraźne dostrzeżenie jego kruchości. Otóż argument ten jest zdumiewająco — wszak głosił go pa-

pież — niekompletny z teologicznego punktu widzenia. Speller słusznie zauważa, iż w tezie T_4 brakuje oczywistej możliwości: „Bóg nie stworzył systemu niekopernikańskiego, bo nie chciał takiego systemu”. Możliwość ta umknęła uwadze Urbana VIII, a przecież — jak podkreśla Speller (2008: 393) — w *Summa Theologica* św. Tomasza z Akwinu, we fragmentach traktujących o atrybutach Boga, „wola” jest rozważana przed „wszechmocą”. Jednakże teza T_4 poszerzona o tę trzecią możliwość sprawia, że argument traci swą moc, nie prowadzi bowiem do konkluzji T_7 .

Nadto, kontynuuje swój komentarz Speller, poszerzona wersja tezy T_4 lepiej odpowiada chrześcijańskiej tradycji, niż wizja Boga, który stworzył niekopernikański świat jawiący się jako kopernikański. W tej ostatniej sytuacji bowiem — pomijając już kartezjańskie medytacje o Bogu, który nie chce człowieka mamicić — niezrozumiałe są przyczyny, dla których Bóg obdarzył człowieka zdolnościami pozwalającymi mu (człowiekowi) na zgłębianie tajemnic przyrody. Na marginesie tych rozważań Spellera warto dodać, że teza T_4 mogłaby także być uzupełniona stwierdzeniem — nie tak znowu odległym od uzupełnienia komentowanego przez Spellera — że Bóg zechciał stworzyć świat, tak zjawiskowo, jak i w rzeczywistości, kopernikański. W tej sytuacji badacze

rozwijający teorię Kopernika podjęli właściwy kierunek badań, zaś sam argument Urbana VIII, także i w tym przypadku, traci swą moc. Myślę, że takie właśnie było stanowisko Galileusza.

Argument Urbana VIII można też zrekonstruować w innej formie, używając klasycznej symboliki nawiasowej. Speller (2008: 158) proponuje dwie, równoważne wersje, konstruktywną i destruktywną:

$$(p \Rightarrow (q \vee r)) \wedge p \Rightarrow (q \vee r)$$

$$(p \Rightarrow (q \vee r)) \wedge (\neg q \wedge \neg r) \Rightarrow \neg p$$

Ażeby łatwiej pojąć „funkcjonowanie” argumentu według powyższego ujęcia należy przyjąć, że wypowiedzenie p odpowiada stwierdzeniu: „teoria Kopernika jest teorią absolutnie prawdziwą”; q — „Bóg nie jest wszechmocny”; r — „Bóg nie jest wszechwiedzący”.

Dodać tu trzeba, że punktem wyjścia powyższego rozumowania nie koniecznie musi być teoria Kopernika. Można wszak rozszerzyć wnioskowanie na każdą teorię dotyczącą świata przyrodniczego uznawaną za prawdę absolutną. Cóż jednak znaczy określenie „prawda absolutna” w tym kontekście? Kardynał Bellarmin w liście do Foscariniego napisał takie oto zdania: „Sądzę, że Wasza Wielebność i Szanowny Pan Galileusz dobrze czynicie, mówiąc *ex suppositione*, a nie w sposób absolutny, tak jak to według mnie zawsze

czynił Kopernik. Albowiem utrzymywanie, iż Ziemia się porusza, zaś Słońce stoi w miejscu, i że takie hipotezy, lepiej niż ekscentryki i epicykle wyjaśniają obserwowane zjawiska, wydaje się być bardzo dobrą teorią, nie pociągającą żadnych niebezpieczeństw, i to winno wystarczyć matematykom”. Następnie wyrażając wątpliwości co do możliwości udowodnienia ruchu Ziemi i formułując swe myśli na temat interpretacji Pisma Świętego w przypadku znalezienia takiego dowodu pisał:

„sądzę, iż gdyby nawet zostało udowodnione, że Słońce znajduje się w środku świata, zaś Ziemia w trzecim okręgu, i że Słońce nie krąży wokół Ziemi, lecz Ziemia wokół Słońca, to wówczas wykładnia fragmentów Pisma Świętego zdających się przeczyć tej tezie winna być bardzo ostrożna i raczej należałoby twierdzić, że się go nie rozumie, niż utrzymywać, iż jest błędem to, co się udowodniło. Ja jednak nie uwierzę w istnienie takiego dowodu, aż nie zostanie on mi przedstawiony. *Nie jest bowiem tą samą rzeczą udowodnić, że udaje się wyjaśnić zjawiska, o ile Słońce znajduje się w centrum świata, zaś Ziemia na niebie, oraz udowodnić, że w istocie rzeczy [in verità] Słońce znajduje się w centrum świata, zaś Ziemia na niebie.* Dowód pierwszej z tych hipotez, jak sądzę, może istnieć, lecz jeśli chodzi o dowód drugiej, to mam poważne wątpliwości” (Galileo Gali-

lei, *Fragmety Kopernikańskie*, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 2005: 127; podkreślenie moje).

Prawda w sensie absolutnym znaczy zatem tyle co prawda w sensie nie-hipotetycznym. Mówiąc inaczej, stwierdzenie, że system astronomiczny jest absolutnie prawdziwy oznacza, że nie jest on tylko wygodnym narzędziem matematycznym zdającym sprawę z obserwowanych ruchów ciał niebieskich i służącym do przewidywania ich położenia na sferze niebieskiej, lecz że opisuje także rzeczywistość taką, jaką ona jest.

Zważywszy powyższe precyzacje można teraz sformułować zasadniczą tezę omawianej tutaj monografii Julesa Spellera. Autor ten uważa, iż główną sprężyną postępowania papieża Urbana VIII, które doprowadziło do procesu i skazania Galileusza w 1633 roku było przeświadczenie papieża, iż Galileusz uznawał w rzeczywistości system kopernikański za absolutnie prawdziwy, a zatem, że był heretykiem.

Istotnie, przyjmując argument Urbana VIII za słuszny trudno nie zgodzić się z następującym sylogizmem: „wszyscy uznający teorię Kopernika za absolutną (*M*) są heretykami (*P*) / Galileusz (*S*) uznaje teorię Kopernika za absolutną (*M*) / Galileusz (*S*) jest heretykiem (*P*)”. Chodzi tu o rozumowanie w trybie *Darii* pierwszej figury:

MP
SM
SP

Jules Speller tak oto formułuje tę tezę: „papież Urban VIII, najwyższy autorytet Kościoła, posiadający, można tak to ująć, absolutną władzę, doszedł do przekonania, iż Galileusz, uznając kopernikanizm za ‘absolutny’, zanegował co najmniej jeden z podstawowych dogmatów wiary. Naddo, Galileusz złamawszy obietnicę [złożoną w 1616 roku] uznawania kopernikanizmu tylko za ‘hipotezę’, świadomie przeciwstawił się autorytetowi w tak ważnej kwestii dotyczącej wiary. To zaś oznaczało, w mniemaniu Urbana VIII, że Galileusz był winnym przestępstwa określonego mianem ‘formalnej herezji’, albowiem spełnione były wszystkie warunki takiej kwalifikacji postępku Galileusza: ‘error intellectus contra aliquam fidei veritatem’, plus ‘voluntarius’, plus ‘cum pertinacia assertus’ (Speller 2008: 159).

W tej sytuacji — a sytuacja ta stała się dla papieża jasna po opublikowaniu *Dialogu o dwóch najważniejszych układach* (1632) — bieg wydarzeń był przesądzony. Papież i jego współpracownicy musieli podjąć wobec Galileusza postępowanie prawne wynikające z podejrzania o herezję, starając się wykazać, iż Galileusz istotnie uważał teorię Kopernika za absolutną. Z drugiej zaś strony zwolennicy Galileusza podjęli działania obronne w odwrotnym kie-

runku, zmierzając — kiedy już nie było innego wyjścia — do osiągnięcia jak najłagodniejszego wyroku. Speller dokonuje przeglądu całej dokumentacji procesu i opisuje związane z nim wydarzenia pokazując, jak powyższa hipoteza co do procesu Galileusza pozwala na ich spójną wizję. Także i fakt usytuowania argumentu Urbana VIII w *Dialogu* potwierdza tezę Spellera — istotnie bowiem, argument ten odnosi się do galileuszowej teorii przyptywów morza, jednakże ta ostatnia była uważana przez papieża za decydujący argument na rzecz kopernikańskiej wizji wszechświata (Speller 2008: 385). Oczywiście, trudno byłoby bronić tezy, iż argument Urbana VIII to jedyny motyw procesu Galileusza — ale teza Spellera, że był jego zasadniczym wątkiem nie jest może daleka od prawdy.

Monografię Spellera przenika pragnienie „całkowicie racjonalnego” zrekonstruowania wydarzeń, których bohaterem byli Urban VIII i Galileusz w 1633 roku (Speller 2008: 16). I - jak sądzę — znakomicie ten plan zrealizował dając Czytelnikom oryginalne studium poświęcone „sprawie Galileusza”. Nie z wszystkimi tezami Autora można się zgodzić — np. z interpretacją argumentów Galileusza w *Dialogu* jako argumentów retorycznych — były one raczej argumentami dialektycznymi (Speller 2008: 391 i nast.). Samej zaś prezentacji argumentu Urbana

VIII brakuje perspektywy historycznej. Wszak analogiczne rozumowanie proponował już Awerroes. Są to jednak niewielkie niedociągnięcia, które w niczym nie pomniejszają wartości monografii Julesa Spellera.

Tadeusz Sierotowicz

KANT I REHABILITACJA GALILEUSZA

◇ Ed Dellian, *Die Rehabilitierung des Galileo Galilei oder Kritik der Kantischen Vernunft*, Sankt Augustin: Academia Verlag 2007, ss. 406.

Z punktu widzenia historii idei, by nie mówić już o historii filozofii, wizje świata/systemy filozoficzne przyjmujące istnienie Boga oraz wizje świata/systemy filozoficzne uznające jego nie istnienie są trwałym elementem intelektualnego i duchowego pejzażu człowieka. Jednakże od czasów powstania współczesnych nauk przyrodniczych, a zatem — w pewnym uproszczeniu — od czasów Galileusza, kwestia ta uległa pewnemu radykalizowaniu. Istotnie bowiem w historii myśli ostatnich czterech stuleci daje się dostrzec coraz silniejszy „prąd” intelektualny, który w oparciu o niektóre osiągnięcia nauki i – przynajmniej na początku — o jej materialistyczną interpretację, w sposób decydujący przy-

czynił się do okrzepnięcia tej wizji świata, w której nie ma miejsca dla Boga. Tego rodzaju wizja świata bez Boga zdaje się zatem mieć w nauce swego zasadniczego sprzymierzeńca. Głosi ona wiele, zdumiewających swą „prostotą” tez, jak dla przykładu ta, że „miłość żywiona wobec małżonka i pełna miłości troska o dzieci są możliwe dzięki chemicznym procesom zachodzącym w naszym mózgu, które są takie, jakie są, z powodu trwającego wiele milionów lat procesu selekcyjnego”, jak nie tak dawno napisał Steven Weinberg (Steven Weinberg, “Without God”, *The New York Review of Books*, vol. 55, nr 14, 25 września/2008; opieram się na włoskim tłumaczeniu tego tekstu w: *La Rivista dei Libri*, gennaio/2009, 26–30: tu 29). Weinberg uznaje, że świat bez Boga co prawda mrozi krew w żyłach, jednakże nie musi oznaczać metafizycznej rozpacz i nie prowadzi do moralnego załamania ludzkości. Trudno żyć bez Boga, powiada Weinberg, ale jest to życie odznaczające się godnością, honorem, „i może nawet gorzkim zadowoleniem wynikającym z istnienia, w którym nie ma ani *wishful thinking*, ani też desperacji. Jest to życie, które należy przeżywać bez Boga, ale za to z poczuciem humoru” (*tamże*, 30).

Tego rodzaju przekonania leżą u podstaw teoretyzowanego przez filozofów i metodologów poglądu, że wszystko daje się (albo uda się) wy-

jaśnić w oparciu o naukę. Jest to doktryna naturalizmu, o której głośno było ostatnio m.in. dzięki rozprawie Jürgena Habermasa (*Zwischen Naturalismus und Religion*, Frankfurt am Main: Suhrkamp 2005).

Taka interpretacja świata jest systematycznie kwestionowana przez chrześcijańską doktrynę, uznającą rozum i wiarę za dwie drogi prowadzące do kontemplacji prawdy. W ostatnim okresie elementy tej doktryny zostały z mocą przypomniane przez papieża Jana Pawła II (np. encyklika *Fides et Ratio*) i Benedykta XVI (zob. np. jego przemówienia wygłoszone w Regensburgu w dniu 12 września 2006 roku).

Konstatacja opisanej wyżej polaryzacji widzenia świata nie jest niczym nowym w literaturze przedmiotu, jednakże śledzenie procesów, które od czasu powstania współczesnych nauk przyrodniczych doprowadziły do tak wyraźnej polaryzacji nie jest zadaniem ani łatwym, ani banalnym.

Monografia Eda Delliana może być uważana za tak właśnie pojmovany, obszernie udokumentowany komentarz do encykliki papieża Jana Pawła II *Fides et Ratio* oraz do niektórych wypowiedzi papieża Benedykta XVI, zwłaszcza zaś do wspomnianego już przemówienia wygłoszonego w Regensburgu (książka zawiera w dodatku tekst tego wystąpienia). Centralnym tematem książki Delliana jest zatem kwestia drama-

tycznej separacji wiary i rozumu (zob. *Fides et ratio*, n. 45–48), zaś Autora interesują te momenty i aspekty owego procesu separacji, które wiążą się z powstaniem i rozwojem współczesnych, zmatematyzowanych nauk przyrodniczych.

Dellian śledzi różne przemiany w rozumieniu świata przyrodniczego, analizując w sposób szczegółowy zmiany dotyczące rozumienia takich pojęć, jak np. przestrzeń i czas, determinizm i wolność u Galileusza, Newtona i Kanta, pokazując jak stopniowo wyłania się wyżej wspomniana wizja świata bez Boga. (Dellian ostro krytykuje tę wizję i taki właśnie jest sens tytułowej krytyki kantowskiego rozumu). Autor nie ogranicza się tylko do opisu samego procesu, lecz także — przekonany o bezpodstawności takiego ujęcia — nawołuje do re-chryścianizacji przyrodoznawstwa. W tym celu przypomina list Galileusza do Benedetto Castellego z 21 grudnia 1613, w którym ten pierwszy m.in. twierdził, że rozum i wiara nie mogą sobie przeczyć, albowiem tak Pismo Święte, jak i przyroda pochodzą od jednego, i tego samego Boga (zob. np. *Fides et Ratio*, przypis do nr 34). Podobne idee Dellian wskazuje też w dziełach Newtona, których jest wybitnym znawcą.

Uznanie myśli Galileusza za możliwe źródło odnowienia, chrześcijańskiego odnowienia, przyrodoznawstwa i filozofii przyrody wydaje mi się szczególnie ważne (taki wła-

śnie jest sens tytułowej rehabilitacji Galileusza). Istotnie, w moim przekonaniu systematyczna analiza galileuszowych idei dotyczących relacji nauka-wiara zawartych w różnych jego dziełach byłaby wartościowym punktem wyjścia do tego rodzaju analiz. Książka Delliana wskazując na taką możliwość, proponuje wstępne analizy idące w tym kierunku. Analizy te nie są kompletne, ale zasługują na uwagę badaczy. W moim pojęciu jest to jeden z najwartościowszych aspektów książki Delliana.

Na zakończenie zauważyć trzeba, że drobny i niewyraźny druk oraz nienajlepiej zorganizowana bibliografia utrudniają nieco lekturę książki. Zdarzają się też drobne błędy drukarskie. Kompensuje te wady znakomicie opracowany indeks rzeczowy. W ogólności Ed Dellian proponuje ciekawą i bogatą w treści książkę. Wiele w niej interesujących sugestii, wiele materiału historycznego zorganizowanego wokół jasno formułowanej myśli Autora. Książkę poleciłbym wszystkim tym, którzy interesują się dialogiem nauka-wiara oraz intelektualnymi korzeniami czasów nam współczesnych.

Tadeusz Sierotowicz

GALILEUSZ I SZTUKA UKŁADANIA HOROSKOPÓW

◇ Andrea Albini, *Oroscopi e cannocchiali. Galileo, gli astrologi e la nuova scienza*, Grottaferrata (Rm): Avverbi Edizioni 2008, ss. 256.

Postać Galileusza-astrologa niewiele miejsca zajmuje w standardowych opracowaniach dotyczących życia i dzieła Galileusza. Myślę, że są dwie przyczyny tego stanu rzeczy. Po pierwsze, jak słusznie zauważa Albini w recenzowanej książce, edytor monumentalnego, krytycznego wydania dzieł Galileusza, Antonio Favaro, jakby pominął fragmenty dotyczące tej sfery aktywności Galileusza (*Oroscopi...*, 54–55). Po drugie zaś sam Galileusz, jak o tym świadczą liczne jego listy, był sceptycznie nastawiony do astrologii, zaś w jego bibliotece liczącej ponad 500 tomów znajdowało się tylko 14 pozycji dotyczących astrologii (*Oroscopi...*, 50–53). Były to dzieła, które dzisiaj zaliczylibyśmy do podstawowej bibliografii przedmiotu, dotyczące raczej samej techniki obliczania i konstrukcji horoskopu, niż jego interpretacji.

W moim pojęciu stanowisko Galileusza wobec astrologii najlepiej oddaje fragment listu arcybiskupa Sieny Ascanio Piccolomini, z dnia 22 września 1633 roku, adresowanego do jego brata Ottavia znajdującego się wówczas w Pradze.

Był to okres, w którym Galileusz po skazującym wyroku Inkwizycji i po wyrzeczeniu się swoich poglądów, był gościem w domu arcybiskupa Sieny (choć może słowo „gość” jest tu nie na miejscu zważywszy, że chodziło tu o coś na kształt więzienia domowego). Otóż arcybiskup tak oto odpowiada swemu bratu na prośbę tego ostatniego o horoskop (dokładniej — o obliczenie położenia planet w dniu urodzin): „postaram się pomóc Waszej Dostojności jeśli chodzi o horoskop, pomimo tego, że ostatnio wyszło wiele dekretów potępiających Astrologów. A ponieważ w Sienie jest kilku Inkwizytorów, niewiele osób chce się zajmować tego rodzaju kwestiami, nadto ja sam straciłem zaufanie do tego zawodu, zwłaszcza od kiedy poznałem Signora Galileusza, Astrologa wielkiej sławy. Przebywa on u mnie od dwóch miesięcy i ciągle wyśmiewa się z astrologii oraz żartuje sobie z niej utrzymując, że jest to zawód oparty na niepewnych, by nie powiedzieć fałszywych podstawach. Losy bowiem człowieka zależą od tego, czy dobrze żyje i od tego, czy boi się Boga, jeśli bowiem Bóg chroni człowieka, to nic złego nie może mu się przytrafić” (*Oroscopi...*, 221–222).

Andrea Albini w swej pasjonującej książce przybliży Czytelnikowi mniej znany i mniej badany wątek życia i działalności Galileusza, to jest jego związku z astrologią. Pomimo tego, że w ostatnich latach aspekt

ten jest coraz częściej podejmowany przez badaczy, to jednak — jak już wspominałem — nie jest on szeroko omawiany w opracowaniach dotyczących życia i dzieła Galileusza. Albini proponuje całościowe spojrzenie na tę kwestię, śledząc życie Galileusza w kontekście jego aktywności jako astrologa.

Dwa elementy wysuwają się tutaj na pierwszy plan. Galileusz, jak prawie wszyscy astronomowie i matematycy tego okresu, zajmował się astrologią. Jednakże jego postawa wobec astrologii, rozumianej jako sztuka przepowiadania losów człowieka czy biegu historii na podstawie położenia gwiazd i planet była w najwyższym stopniu sceptyczna. Albini dokumentuje tę tezę na podstawie licznych wypowiedzi Galileusza zanotowanych tak w listach, jak i w niektórych dziełach. To po pierwsze, po drugie zaś, jak się zdaje, Galileusz zajmował się astrologią dla celów całkowicie przyziemnych, to jest dla pieniędzy. Jak wiadomo przez całe życie miał on spore kłopoty finansowe, dlatego też nie gardził tym źródłem dochodów wcale wysokich. Starczy powiedzieć, że w okresie padewskim jeden horoskop przynosił mu około 60 lir weneckich, podczas gdy dzieńka robotnika wynosiła jedną lirę. Galileuszowi, znakomitemu “rachmistrzowi”, obliczenie położenia planet i gwiazd nie zajmowało zapewne zbyt wiele czasu, stąd w jego księgach rachunkowych z tego

okresu nie brak jest wpisów rejestrujących przychody z tego tytułu. Zauważyć trzeba, że działalność Galileusza jako astrologa dotyczyła raczej obliczania położeń ciał niebieskich, w mniejszym zaś stopniu interpretacji horoskopów.

Jako się rzekło Albini, w oparciu o korespondencję i dzieła Galileusza oraz liczne studia badaczy na ten temat, przedstawia obecność astrologii w życiu i działalności Galileusza. A ponieważ astrologia zawsze mu towarzyszyła, trudno tutaj relacjonować w całości te aspekty biografii autora *Dialogu o dwu najważniejszych układach świata*. Dlatego też chciałbym wskazać na dwa tylko epizody, szczególnie — przynajmniej dla mnie — interesujące.

Otóż Albini przypomina, że Galileusz miał do czynienia z Inkwizycją nie tylko dwa razy (w 1616 i 1633 roku), lecz trzy razy. Oto bowiem w 1604 roku Inkwizytor padewski wszczął postępowanie wobec Galileusza w związku z oskarżeniem o to, że „głosi tezę, jakoby gwiazdy i planety określały jednoznacznie życie ludzkie, że żyje na sposób heretycki oraz, że jest rozpustnikiem” (*Oroscopei...*, 78). Oskarżenie wniósł niejaki Silvestro Pagnoni, jak się zdaje były służący Galileusza. Z przesłuchania wynikało, że Galileusz przygotował horoskopy wielu osobom, że przez osiemnaście miesięcy nie był w kościele i, że — jak o tym Pagnoni słyszał z różnych źródeł — żył

w pozamałżeńskim związku z pewną Marią Gambą.

Oskarżenie było poważne, bo jak wiadomo doktryna Kościoła od wieków zabraniała zajmowania się astrologią, zaś sobór trydencki postanowił, że wierzący winni przynajmniej raz w tygodniu uczestniczyć we mszy świętej. Na szczęście dla Galileusza jego wpływowi przyjaciele i rząd Republiki Weneckiej sprawili, że postępowanie zostało umozżone, zaś cała procedura nie wyszła poza granice Republiki i nie dotarła do Rzymu (*Oroscopti...*, 78–99).

Drugii epizod miał nieco inny charakter i nie jest wykluczone, że miał poważny wpływ na jesień życia Galileusza. Otóż około roku 1630 w Rzymie rozeszła się plotka o bliskiej śmierci papieża Urbana VIII. Miało to wynikać z horoskopów. Pogłoska ta zainicjowała skomplikowane gry polityczne pomiędzy stronnictwem hiszpańskim i francuskim, których przedmiotem było wskazanie następcy papieża Urbana VIII. Jak się zdaje kwestia horoskopu papieskiego była narzędziem za pośrednictwem, którego pewne grupy nacisku starały się wyrzucić wpływ na kierunek polityki w Rzymie, wykorzystując przesady i praktyki o charakterze astrologicznym rozpowszechnione w rzymskich elitach kościelnych. Urban VIII postanowił podjąć zdecydowane działania w tej sprawie. Jedną z ofiar stał się Orazio Morandi, przeor benedyktyń-

skiego klasztoru przy kościele św. Prassedy w Rzymie. W klasztorze znaleziono wiele horoskopów, m.in. kardynałów, którzy mogli zostać wybrani podczas konklawe po śmierci Urbana VIII. Morandi nie doczekał się procesu — zmarł wkrótce po aresztowaniu, 7 listopada 1630 roku. Cała ta sprawa dotyczyła Galileusza w tym sensie, że utrzymywał on w tym okresie kontakty z Morandim, o czym Urban VIII wiedział, nadto w Rzymie rozeszła się plotka potwierdzająca udział Galileusza w przygotowaniu horoskopu przewidującego bliską śmierć papieża.

W 1631 roku papież Urban VIII, idąc w ślady swoich poprzedników Sykstusa V i Pawła V, ogłosił bullę *Inscrutabilis*, w której powtarzał zakazy sformułowane przez w/w papieży, nadto zakazywał *explicite* przygotowywania horoskopów dotyczących papieży i członków jego rodziny, aż do trzeciego stopnia. Mówiąc krótko — zakazywał politycznego wykorzystywania astrologii. Stanowisko to motywował tym, że boska mądrość nie dopuszczała tego, aby umysł ludzki podejmował próby wzniesienia się ponad gwiazdy, by w ten sposób badać rzeczy ukryte i potem je rozpowszechniać.

Ten rzymski incydent astrologiczny wydarzył się tuż przed procesem Galileusza. Trudno powiedzieć, czy miał on jakiś wpływ na jego wszczęcie, przebieg i zakończenie.

Jednakże niektórzy badacze, m.in. Artur Wołyński, aktywny około sto lat temu, polski badacz kwestii galileuszowych, utrzymują, że zachowanie Urbana VIII podczas tego procesu (z przyjaciela zamienił się on w oskarżyciela) należy wyjaśniać właśnie związkami Galileusza z Morandim i jego otoczeniem oraz z domniemanym uczestnictwem Galileusza w przygotowaniu horoskopów dotyczących Urbana VIII. Więcej — to właśnie ta okoliczność miała się stać przysłowiową kroplą przepełniającą kielich (*Oroscopi...*, 199–227). Trudno powiedzieć, czy tak istotnie się rzeczy miały — ale nie jest to całkowicie do wykluczenia.

Andrea Albini relacjonuje wiele tego rodzaju epizodów. Czyni to

z wielką pasją i kompetencją. Mankamentem książki jest redakcyjny wybór umieszczenia przypisów po każdym rozdziale, co nie ułatwia lektury. Nadto Autor powołuje się w tekście eseju na źródła, których potem nie cytuje w bibliografii. Pożytecznym uzupełnieniem książki są krótkie informacje biograficzne osób cytowanych w książce oraz słownik podstawowych pojęć astrologicznych. W ogólności jest to książka bardzo interesująca i ukazująca mniej znane oblicze Galileusza. Polecałbym ją nie tylko znawcom kwestii galileuszowych, lecz także tym, którzy interesują się relacjami nauka-magia-astrologia nie tylko w siedemnastym stuleciu.

Tadeusz Sierotowicz