Zagadnienia Filozoficzne w Nauce XXXVIII

Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych
Center for Interdysciplinary Studies
Kraków — Cracow
2006

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 w systemie LaTeX:

Robert Janusz

Opracowanie graficzne:

Wydawnictwo *Biblos*

Dystrybucja:

Wydawnictwo *Biblos*
Plac Katedralny 6, 33–100 Tarnów
tel. (0 prefix 14) 621–27–77
fax (0 prefix 14) 622–40–40
e–mail: biblos@wsd.tarnow.pl
http://www.biblos.pl/

ISSN 0867–8286

Wydawnictwo *Biblos* Tarnów 2006
Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce

XXXVIII

SPIS TREŚCI

ARTYKUŁY

RECENZJE

LEKTURY OBI

ARTYKUŁY

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 3–34

Jacek Rodzeń
Wydział Humanistyczny
Akademia Świętokrzyska, Kielce

CO TO JEST „ARGUMENT Z CUDU”? PRÓBA OBRONY REALIZMU NAUKOWEGO OPARTA NA FAKCIE SUKCESU NAUKI

1. WPROWADZENIE

Spośród wielu argumentów na rzecz stanowiska filozoficznego zwanego realizmem naukowym przypuszczalnie najbardziej znanym i najczęściej przywoływanym jest tzw. „argument z cudu”, albo inaczej argument z sukcesu nauki[1]. Po raz pierwszy został on sformułowany i szerzej rozwinięty przez Hilarego Putnama w połowie lat 70. XX w. Od tamtego czasu po dzień dzisiejszy jego zróżnicowane wersje przewijają się w debacie wokół realizmu naukowego, której trzonem jest, nawiązujący do wielowiekowej tradycji filozoficznej, spór realizmu z antyrealizmem.

[1] Alison Wylie oprócz „argumentu z cudu”, któremu zresztą poświęca najwięcej uwagi, wymienia także tzw. „argumentację z braku” (jest to argumentacja negatywna podkreślająca słabości i „braki” pozytywistycznych interpretacji nauki) i argument z niezbędności (nawiązujący do pierwotnej wersji argumentu Putnama z niezbędności matematyki w naukach przyrodniczych) [Wylie 1986]. Do tych argumentów za realizmem naukowym dzisiaj dodaje się także tzw. argument „eksperymentalny” Iana Hackinga.

Nawiązując do pierwotnego Putnamowskiego sformułowania „argumentu z cudu" można powiedzieć, że składa się on niejako z dwóch składowych — sloganowej i ściśle argumentacyjnej. Zgodnie z pierwszą składową, sukcesy nauki pozostawałyby czymś „cudownym", gdybyśmy ich nie wyjaśnili przez odwołanie się do tezy realizmu naukowego, to znaczy stanowiska filozoficznego przypisującego kwalifikację prawdziwości teoriom naukowym oraz niepuste odniesienie przedmiotowe postulowanym w tych teoriach terminom teoretycznym. Z kolei składowa ściśle argumentacyjna wyraża się w stwierdzeniu, iż tak sformułowana teza realizmu naukowego jest najlepszym, jeśli nie jedynym filozoficznym wyjaśnieniem faktu sukcesu nauki.

Aby uprzedzić możliwe nieporozumienia związane z występującym w nazwie argumentu słowem „cud", należy od razu wyjaśnić, że nie posiada ono jakichkolwiek konotacji teologicznych. „Argument z cudu" pojawił się w kontekście debaty filozoficznej wokół realizmu naukowego, jaka zrodziła się w okresie schyłku empiryzmu logicznego w połowie XX w.[2] Argument z sukcesu nauki miał od tego czasu służyć jako rodzaj obrony stanowiska realizmu naukowego, zwłaszcza wobec wciąż żywych neopozytywistycznych i instrumentalistycznych interpretacji nauki. Według zwolenników realizmu, odwołujących się do pojęcia prawdziwości teorii oraz istnienia postulowanych przez nie bytów, tylko taka interpretacja lub wyjaśnienie sukcesów nauki sprawia, że nie jawią się one nam jako coś cudownego, czyli zasadniczo niewyjaśnialnego. Natomiast wyjaśnienia typu pozytywistycznego lub instrumentalistycznego, choć również usiłują zmierzyć się z faktem sukcesu nauki, to jednak pozostawiają z nim jakieś zasadnicze *irrationale*.

---

[2]Schyłek empiryzmu logicznego i szersze otwarcie się filozofów na problematykę metafizyczną w nauce jest rodzajem inspiracji typu filozoficznego. Można również mówić o inspiracji płynącej z samego faktu dynamicznie rozwijającej się nauki wraz z techniką w okresie powojennym w latach 50. i 60., który stanowił najbardziej „namacalny" przejaw sukcesu nauki (por. także [Fine 1998]).

Choć Putnam w swojej argumentacji na rzecz realizmu naukowego posługiwał się terminem „cud”, nazwa „argument z cudu” (*miracle argument*) po raz pierwszy została ukuta przez Jamesa Roberta Browna w roku 1982 [Brown 1982, 232]. Z czasem, wydaje się, że głównie za przyczyną jednego z czołowych obecnych obrońców realizmu naukowego Stathisa Psillosa, pojawiła się również nieco inna nazwa argumentu z sukcesu nauki — argument „z braku cudu” (*no miracle argument* i związany z tym, obecnie bardzo popularny skrót NMA, por. [Psillos 1999]). Nawet filozofowie niemieckojęzyczni zdążyli już ukuć własną kalkę dla angielskiej nazwy — „Wunderargument” (zob. np. [Carrier 2001, 28]). W aktualnej debacie wokół realizmu naukowego argument z sukcesu nauki pojawia się także pod jeszcze inną nazwą, ukutą z kolei przez Basa van Fraassena — „ostatecznego argumentu za realizmem naukowym” (*ultimate argument for scientific realism*) [van Fraassen 1980, 39].

Niniejszy artykuł ma na celu przede wszystkim przybliżyć filozofię argumentacji z sukcesu nauki na rzecz realizmu, zwaną „argumentem z cudu”, jaka zarysowała się zwłaszcza w jego pierwotnych wersjach, jak również w opiniach jej krytyków. Nie ma on natomiast ambicji wszechstronnej prezentacji „kondycji” tego argumentu w wielowątkowym i już dość skomplikowanym aktualnym kontekście debaty wokół realizmu naukowego.

Jak się okazuje „argument z cudu” ma także swoje historyczne antycypacje, sięgające czasów powstania nowożytnych nauk przyrodniczych. Dlatego w drugim paragrafie w skrócie zostaną przytoczone wybrane przykłady takiej argumentacji. Z kolei w trzecim paragrafie zostaną przedstawione trzy klasyczne współczesne wersje „argumentu z cudu”: proto–argument J.J.C. Smarta, „kanoniczny” argument wczesnego H. Putnama i argument wyrafinowany R.N. Boyda. W czwartym zostaną omówione „głosy krytyczne” wobec tego rodzaju argumentacji ze strony trzech antyrealistycznie zorientowanych „mistrzów podejrzeń”: B.C. van

Fraassena, L. Laudana i A. Fine'a[3]. W ostatnim, piątym paragrafie, zostanie m.in. poddana pod rozwagę propozycja szerszego uwzględnienia w „argumentacji z cudu" form lub przejawów sukcesu nauki, zarówno tych lepiej poznanych, jak sukces nowych predykcji i sukces unifikacyjny oraz tych mniej znanych, jak sukces metody matematyczno–empirycznej i sukces technologii wykorzystywanych w praktyce badawczej.

2. KRÓTKA PREHISTORIA ARGUMENTU

Ściśle rzecz biorąc nie można mówić wprost o jakiejś powszechnie przyjmowanej prehistorii „argumentu z cudu" czy argumentu z sukcesu nauki na rzecz stanowiska realistycznego. Niemniej jednak można doszukiwać się pewnych antycypacji idei tej argumentacji, co oczywiście z jednej strony jest niezwykle interesujące, z drugiej zaś nader ryzykowne, gdyż mamy tutaj do czynienia z argumentem mocno osadzonym we współczesnych realiach zarówno filozofii, jak i historii nauki. Myśl o przynajmniej szkicowym prześledzeniu „prehistorii" idei tej argumentacji została natomiast sprowokowana niektórymi pracami Alana Musgrave'a i Johna Worralla.

Pierwszy z wymienionych Autorów, odnosząc się głównie do sloganowej składowej „argumentu z cudu", twierdzi, że na długo przed Smartem, Putnamem i Boydem do tak czy inaczej pojętego sukcesu nauki odwoływali się w swojej refleksji metodologicznej i filozoficznej tacy naukowcy jak Christoph Clavius czy William Whewell. Zdaniem Musgrave'a uważali oni sukcesy teorii naukowych jako swoiste kryterium ich prawdziwości [Musgrave 1988, 229][4]. Dla przykładu Clavius starał się argumentować, jakoby suk-

[3] Należy w tym miejscu dodać uwagę, że uczestnictwo wymienionych autorów w debacie wokół realizmu naukowego bynajmniej nie ogranicza się jedynie do sporu o „argument z cudu".

[4] Kwestię związku sukcesu eksplanacyjnego hipotez naukowych z ich prawdziwością Ernan McMullin dostrzega już w Arystotelesowskiej koncepcji do-

ces predykcyjny astronomii Ptolemeusza miał świadczyć o prawdziwości jego teorii, a także o istnieniu zakładanych przez nią bytów teoretycznych, takich jak epicykle czy ekscentryki. W swoim komentarzu do dzieła *De Sphaera* Johannesa de Sacrobosco Clavius pisze: „(...) dzięki ekscentrykom i epicyklom ratuje się nie tylko zjawiska dostrzeżone w określonym czasie, ale także przewiduje przyszłe, których czas pojawiania się nie jest znany. (...) Lecz byłoby czymś nierozsądnym, gdybyśmy zakładali, że zmuszamy niebiosa [tzn. ruchy ciał niebieskich — J.R.], by były posłuszne wytworom naszych myśli i poruszały się tak, jak tego sobie życzymy (...). A jednak jeśli ekscentryki i epicykle są naszymi wymysłami, jak chcieliby tego nasi adwersarze, to wówczas będzie się wydawać, że faktycznie je [ciała niebieskie — JR] tak zmuszamy” (cyt. za [Jardine 1979, 155]).

Nie wchodząc tutaj w niewątpliwie niezbędne dla pełniejszego zrozumienia powyższego cytatu (zaczerpniętego z dzieła pochodzącego z roku 1570) jego umiejscowienie historyczne i naukowe, warto tylko zwrócić uwagę na sposób argumentacji Claviusa, znanego w swoim czasie jezuickiego matematyka i astronoma, jednego z twórców reformy kalendarza gregoriańskiego. Zdaje się on przyjmować jakąś formę realności postulowanych przez astronomię Ptolemejską epicykli i ekscentryków. Gdybyśmy bowiem potraktowali je jako nasze wymysły, wówczas sukces predykcyjny tej teorii astronomicznej pozostałby czymś zagadkowym i niewyjaśnionym („cudownym” w sensie Putnamowskim), a zakładane przez nią (wyimaginowane) byty teoretyczne byłyby odpowiedzialne za ruch ciał niebieskich.

Komentując rozważania Claviusa Musgrave oczywiście ma rację kiedy twierdzi, że z dzisiejszego punktu widzenia nie będzie czymś właściwym odwoływanie się do realności struktur teoretycznych zakładanych przez astronomię Ptolemeusza. Poza tym, słuszna jest ogólniejsza uwaga Musgave’a, że z faktu predykcyj-

---

wodu naukowego, jaką można spotkać na kartach „Analityk drugich” [McMullin 1985, 206–213].

nego sukcesu teorii nie wynika, że jest ona prawdziwa, a zakładane przez nią byty teoretyczne istnieją. Clavius faktycznie popełnia logiczny błąd afirmacji następnika, czego zresztą jest sam świadomy, jak świadczy o tym dalsza część jego rozważań. Jest jednak także świadomy tego, że jeśli odmówi się istnienia jakimkolwiek bytom postulowanym w teoriach i hipotezach naukowych, wówczas nie tylko pozostawia się jako niewyjaśnione ich sukcesy empiryczne, ale i burzy się podstawy ówczesnej filozofii przyrody (por. [Musgrave 1988, 230]).

Nie ma tutaj miejsca na szczegółowe rozważenie kontekstu myślowego stwierdzeń Claviusa. Wystarczy tylko wspomnieć, że zostały one spisane w czasie, w którym o miano „prawdziwego" rywalizowały ze sobą co najmniej cztery „systemy świata": Eudoksosa, Ptolemeusza, Kopernika i Tychona de Brache, a kością niezgody między tymi systemami był głównie problem możliwie najlepszego uzgodnienia ich predykcji z obserwacjami astronomicznymi [Heller 1995, 126n]. Jeszcze raz widać więc, że nawet w okresie bezpośrednio poprzedzającym powstanie nowożytnej nauki żywe pozostawały kwestie dzisiaj obejmowane hasłem „sporu o realizm naukowy", w tym zagadnienia sukcesu predykcyjnego teorii, odniesienia przedmiotowego bytów teoretycznych i prawdziwości.

Jak się również okaże w dalszej części tego artykułu, w rozważaniach Claviusa były już obecne w formie zalążkowej problemy kilka wieków później podjęte przez Smarta, Putnama czy Laudana. I tak, w proto–argumentacji „z cudu" za realizmem tego pierwszego autora przewija się kwestia możliwej realności zakładanych przez teorię struktur i mechanizmów, które w przypadku uznania je jedynie za wymysły uczonych (jak tego chcą instrumentaliści), pozostaje niewyjaśniony fakt pomyślnego ujmowania przez te teorie prawidłowości przyrodniczych. Z kolei w antyrealistycznej i sceptyckiej argumentacji Laudana pobrzmiewa podkreślana przez Musgrave'a (i Claviusa) teza o możliwości braku związku między sukcesem empirycznym teorii a jej prawdziwością i istnieniem zakładanych przez nią struktur teoretycznych.

Innym wymienionym przez Musgrave’a autorem, antycypującym według niego idee związane z „argumentem z cudu” jest William Whewell. Ten wszechstronny dziewiętnastowieczny uczony, przyrodnik, filozof i historyk w swoim dziele *Novum Organon Renovatum* rozróżnił dwa rodzaje sukcesu predykcyjnego. Pierwszy rodzaj dotyczy predykcji znanych zjawisk, natomiast drugi odnosi się do zupełnie nowych fenomenów przyrodniczych. W opinii Whewella szczególnym zaufaniem darzone są te teorie naukowe, które odznaczają się sukcesem tzw. nowych predykcji. Można nawet sądzić, że uważał on ten rodzaj sukcesu za decydujące świadectwo prawdziwości tych teorii: „Taki nadzwyczajny zbieg okoliczności nie może być dziełem przypadku. Nie może być bowiem tak, żeby fałszywe założenie, po tym jak zostało dostosowane do jednej klasy zjawisk, mogło ściśle reprezentować inna klasę, z którą zgodność nie została przewidziana i zamierzona” (cyt. za [Musgrave 1988, 232]).

Aby znowu, jak w przypadku stwierdzenia Claviusa, nie popełnić tego samego błędu afirmacji następnika, Musgrave sugeruje złagodzenie stanowiska Whewella. Tak zmodyfikowane głosiłoby, że jeśli dana teoria odznacza się sukcesem nowych predykcji, wówczas można racjonalnie, aczkolwiek jedynie hipotetycznie przyjąć, iż jest ona prawdziwa. Problemem pozostaje, jak sprecyzować raczej jeszcze intuicyjne Whewellowskie rozróżnienie między zwykłymi predykcjami teorii a nowymi predykcjami[5]. Jak się okazuje historia tego podziału znalazła swoje przedłużenie we współczesnych dyskusjach metodologicznych, do czego jeszcze powrócimy w ostatnim paragrafie tego artykułu. W tym miejscu wystarczy dodać tylko, że pojęcie sukcesu nowych predykcji zaadopto-

[5]Whewell łączył kryterium nowości predykcji z procedurą metodologiczną zwaną „zgodnością indukcji” (*consilience of inductions*), polegającą na łączeniu dwóch lub większej liczby praw fizycznych jako generalizacji faktów do obszerniejszej zakresowo teorii (por. np. [Losee 2001, 146n]).

wane przez uwspółcześnione wersje „argumentu z cudu" odgrywa istotną rolę w debacie wokół realizmu naukowego.

Kolejnym autorem, antycypującym ideę współczesnej argumentacji z sukcesu nauki, a wspominanym w tym kontekście nie tylko przez Musgrave'a, ale i Johna Worralla, jest Pierre Duhem. Przy czym Musgrave od razu zwraca uwagę na trwającą wciąż dyskusję wokół filozofii nauki francuskiego uczonego, balansującej między realistyczną a instrumentalistyczną interpretacją teorii naukowych. Zauważa to również Worrall, który sugeruje bardziej psychologiczne niż metodologiczne znaczenie Duhemowskiej wersji argumentu z sukcesu nauki [Worrall 1989, 102][6]. Autor *La Theorie Physique. Son Objet — Sa Structure*, w paragrafie tej pracy zatytułowanym „Teoria wyprzedzająca doświadczenie", pisze o nowych predykcjach w postaci praw empirycznych, nieznanych uprzednio nauce. Jeśli teoria jest traktowana jako „system całkowicie sztuczny", wówczas, argumentuje Duhem, nie możemy od niej oczekiwać pomyślnych predykcji wcześniej nieodkrytych prawidłowości w przyrodzie. Gdyby takie predykcje się zdarzyły, byłyby one „cudownym trafem" (*merveilleux hasard*). Jeśli jednak teoria (uznana jako tzw. „klasyfikacja naturalna") ujmuje „głębokie i prawdziwe związki istniejące między rzeczami, nie będziemy zdziwieni widząc, jak jej konsekwencje wyprzedzają doświadczenie i prowokują odkrycie nowych praw" (cyt. za [Szlachcic 1991, 43]).

Dla Duhema predykcje nieznanych uprzednio zjawisk, które przeszły pomyślne testy empiryczne byłyby czymś w rodzaju „cudownego trafu", gdyby sugerująca je teoria była „systemem całkowicie sztucznym". Z miejsca nasuwają się tu skojarzenia z Putnamowską wersją „argumentu z cudu": jeśli przyjmiemy antyrealistyczną interpretację teorii, wówczas predykcje nowych zjawisk będą nam się jawiły jako coś zaskakującego. Ale francuski fizyk

[6] Pewnych elementów takiej argumentacji Worrall dopatruje się także w treści *Nauki i hipotezy* Henri Poincarégo. Na temat kontrowersji wokół stanowiska epistemologicznego Duhema zob. np. [McMullin 1990], [Szlachcic 1992].

i filozof dalej rozwija swoją argumentację: „Kiedy doświadczenie potwierdza przewidywania naszej teorii, czujemy jak umacnia się w nas to przekonanie, że relacje ustalone przez nasz umysł między abstrakcyjnymi pojęciami odpowiadają związkom między rzeczami" (cyt. za [Szlachcic, tamże]).

Wydawałoby się, że mamy tutaj do czynienia z na wskroś realistyczną interpretacją teorii naukowych. Jednak Musgrave zwraca uwagę na to, że Duhem nie posługuje się pojęciem prawdy lub fałszu, lecz dzieli się spostrzeżeniem, że jedne teorie są „systemami całkowicie sztucznymi", a inne „klasyfikacjami naturalnymi". Nie jest przy tym rzeczą łatwą wyjaśnić, na czym mogłaby polegać ewentualna różnica między tymi ostatnimi a teoriami prawdziwymi, zwłaszcza w obliczu stwierdzenia, że w klasyfikacji naturalnej „relacje (...) między abstrakcyjnymi pojęciami odpowiadają związkom między rzeczami". Dlatego tymczasowo Musgrave przyjmuje, że dana teoria może być klasyfikacją naturalną nie będąc prawdziwą oraz że „Duhem oferuje nam jedynie zapach (*a whiff*) realizmu, a nie sam realizm" [Musgrave 1988, 233].

Po tym zaledwie szkicowym, a co za tym idzie niedoskonałym prześledzeniu wybranych przykładów antycypacji idei „argumentu z cudu", co najmniej dwie kwestie zdają się zasługiwać na szczególną uwagę. Pierwsza dotyczy znaczenia przykładanego przez wymienionych autorów do metanaukowego fenomenu tzw. nowych predykcji, a w przypadku ich pomyślnego przetestowania, także i sukcesu nowych predykcji. Cały czas, jak już o tym wspomniano, pozostaje jednak otwarty problem rozumienia tego typu predykcji w porównaniu z tzw. predykcjami zwykłymi, odnoszącymi się do zjawisk znanych w czasie tworzenia danej teorii.

Druga kwestia związana jest z samą argumentacją opartą na tym rodzaju sukcesu nauki. Wszyscy omawiani autorzy w mniejszym lub większym stopniu odwoływali się do stwierdzenia, że gdyby nie traktować badanych teorii jako w pewien sposób odnoszących się do realnych struktur przyrody, wówczas ich empiryczne sukcesy predykcyjne przedstawiałyby się jako coś zupełnie zagadkowego, niezrozumiałego, a może i „cudownego”. Z takim minimalnym bagażem refleksji nad historią argumentu z sukcesu nauki spójrzmy obecnie na jego współczesne klasyczne formy.

3. KLASYCZNE WERSJE „ARGUMENTU Z CUDU”...

Za pierwszego dwudziestowiecznego filozofa nauki, który wyraźnie, choć jeszcze nie w sposób w pełni rozwinięty, sformułował argument z sukcesu nauki uważa się Jacka J.C. Smarta (por. [Dowe 1996, 27], [Trout 1998, 36]). Nazwisko tego autora kojarzone jest z argumentem, który w literaturze filozoficznej zwykło się nazywać argumentem z „kosmicznego zbiegu okoliczności”. Jest on w istocie krytyką instrumentalistycznej interpretacji teorii naukowych, dla której jedyną dostępną sferą rzeczywistości są zjawiska fizyczne (fenomenalizm), natomiast postulowane przez teorie byty teoretyczne stanowią wyłącznie użyteczną fikcję[7]. Smart pisze: „Jeśli stanowisko fenomenalisty wobec bytów teoretycznych jest trafne, wówczas musimy uwierzyć w *kosmiczny zbieg okoliczności*. To znaczy, jeśli tak jest, wówczas twierdzenia dotyczące elektronów, etc., posiadają jedynie wartość instrumentalną; po prostu umożliwiają nam przewidywanie zjawisk na poziomie galwanometrów i komór mgłowych. Nie pozwalają jednak na wyzbycie się *zaskakującego charakteru* tych zjawisk” ([Smart 1963, 39], kursywa autora). Stanowisko takie zakłada „kosmiczny zbieg okoliczności”, ponieważ uchyla się przed wyjaśnieniem ujmowanych z sukcesem przez teorie naukowe prawidłowości rejestrowane wśród zjawisk.

[7] Ten rodzaj instrumentalizmu Psillos [1999, 72] nazywa instrumentalizmem eliminacyjnym. Pogląd taki traktuje teorie naukowe jako matematyczno–syntaktyczne konstrukty, tworzone dla organizowania faktów empirycznych oraz grupowania ze sobą praw empirycznych i obserwacji, które inaczej byłyby traktowane jako niezwiązane ze sobą.

W opinii Smarta realistyczna interpretacja teorii jest prostsza, a tym samym bardziej wiarygodna od interpretacji instrumentalistycznej. Występujące u niego pojęcie prostoty nie jest jednak typu Machowskiego, a więc zalecające eliminację bytów teoretycznych z wyjaśnień naukowych. W ujęciu tego autora prostota odnosi się raczej do postulowanych w teoriach struktur i mechanizmów przyrody, które upraszczają sposób patrzenia na sprawiającą wrażenie chaotycznej wielość zjawisk. Smart wzbrania się jednak przed mocną ontologiczną interpretacją czy też usprawiedliwieniem tak pojętej prostoty, widząc w niej raczej (a także w dążeniu do jedności ujęć teoretycznych) pewien rodzaj dyrektywy metodologicznej lub przedzałożenia metody naukowej. Uważa, że naukowcy w swojej praktyce badawczej postępują tak, jakby przyroda nosiła pewne znamiona prostoty [Smart 1982, 366].

Zwykle w pracach Smarta dostrzega się jedynie argument z „kosmicznego zbiegu okoliczności”. Tymczasem można sądzić, że są w nich zawarte *implicite* także dwie inne formy argumentacji, które można nazwać odpowiednio — pierwszy, argumentem „ze szczęśliwych przypadków” i drugi, argumentem „z użyteczności instrumentalnej”. Obydwa są w pewnym sensie próbą racjonalnej interpretacji praktyki badawczej. W pierwszym z nich przypadkowy i niewyjaśniony dla instrumentalisty sukces empiryczny pewnych teorii fizycznych typu fenomenologicznego znajduje realistyczne wyjaśnienie na gruncie innych teorii, postulujących istnienie określonej struktury badanego aspektu przyrody [Smart 1968, 150][8]. Argument „z użyteczności instrumentalnej” jest podobny do argumentu „ze szczęśliwych przypadków”. Zgodnie z tym pierwszym użyteczność instrumentalna (jako rodzaj sukcesu empirycznego) każdej teorii, nawet ostatecznie fałszywej, domaga się pewnego wyjaśnienia. Wyjaśnienia takiego do-

---

[8]Przykładem takiego wyjaśnienia może być ciąg wydarzeń historycznych z przełomu XIX i XX r., kiedy to sukces empiryczny termodynamiki fenomenologicznej znalazł swoje wyjaśnienie (choć nie bez sprzeciwu części nastawionych anty–atomistycznie fizyków) przy pomocy założenia, że postulowane w ramach termodynamiki statystycznej drobiny są realne.

starczają zwykle inne teorie, konkurencyjne lub pojawiające się później w historii danej dyscypliny naukowej, które uważa się za prawdziwe ze względu na ich trafne lub trafniejsze ujęcie struktur rzeczywistości. Smart daje hipotetyczny przykład takiej sytuacji, w której założenie prawdziwości hipotezy Kopernikańskiej wyjaśnia użyteczność instrumentalną hipotezy Ptolemejskiej. „Takie wyjaśnienie instrumentalnej użyteczności pewnych teorii byłoby niemożliwe, gdyby wszystkie teorie traktowało się jedynie instrumentalnie" [tamże, 151]. Uznana za prawdziwą teoria wyjaśniająca sukces empiryczny innej teorii sprawia, że sukcesy tej ostatniej stają się zrozumiałe, a nie pozostają czymś tajemniczym.

Hilary Putnam jest pierwszym filozofem, który w bardziej systematyczny sposób rozwinął argument z sukcesu nauki na rzecz realizmu, nazwany później „argumentem z cudu"[9]. Argument ten był skierowany głównie przeciwko pozytywistycznym i idealistycznym interpretacjom teorii naukowych, którym Putnam zarzucał brak wyjaśnienia empirycznych sukcesów nauki. Przyrównywał on niewyjaśniony fakt sukcesów teorii do cudu. Jego zdaniem sukcesy te znajdują swoje najlepsze wyjaśnienie, kiedy się odwoła do przybliżonej prawdziwości teorii i niepustego odniesienia przedmiotowego związanych z nimi terminów teoretycznych. Dlatego: „pozytywny argument na rzecz realizmu głosi, że jest on jedyną filozofią, na gruncie której sukces nauki nie przedstawia się jako cud" [Putnam 1975, 73]. Jednocześnie w związku z tym argumentem sam termin „sukces nauki" stał się terminem technicznym w trwającej do dziś debacie filozoficznej nad realizmem naukowym.

Jak się jednak okazuje, struktura argumentacji Putnama nie jest jednolita, o czym nie często wspominają powołujący się na nią autorzy. Składa się ona z trzech argumentów cząstkowych,

[9]Wkrótce po jego sformułowaniu Putnam praktycznie zrezygnował z obrony realizmu naukowego (wraz z zakładanymi przez to stanowisko pewnymi aspektami realizmu metafizycznego) i przeszedł na pozycję tzw. realizmu wewnętrznego, noszącego znamiona antyrealizmu.

w których zostały wykorzystane różniące się od siebie pojęcia sukcesu nauki (zob. [Ghins 2002]). Pierwszym użytym przez Putnama jest pojęcie sukcesu predykcyjnego, drugim — pojęcie tzw. sukcesu progresywnego, dotyczącego następujących po sobie teorii tej samej dziedziny przedmiotowej, natomiast trzecie pojęcie odnosi się do sukcesu metodologicznego. To ostatnie dotyczy przede wszystkim tzw. taktyki przypadków granicznych, będącej metodą tworzenia nowych teorii w zmatematyzowanych naukach empirycznych (na temat tej taktyki por. także [Heller 1994, 21]). Realistyczne wyjaśnienie tego ostatniego przejawu sukcesu nauki odwołuje się do zachowania (retencji) przynajmniej niektórych struktur teoretycznych następujących po sobie i korespondujących ze sobą teorii. Zgodnie z argumentacją Putnama struktury te (byty, mechanizmy) mają także niepuste odniesienie przedmiotowe [Putnam 1991 (1978), 61–62].

Z pojęciem sukcesu metodologicznego nauki wiąże się pewne stanowisko metanaukowe zwane tezą o konwergencji wiedzy naukowej. Ponieważ dotyczy ona związków między następującymi po sobie teoriami, a także realistyczną interpretacją zachowywanych przy tych przejściach struktur teoretycznych, Putnam rozważa ewentualne antyrealistyczne próby podważenia tej tezy. Zasadniczo skupia swoją uwagę na zarzutach płynących ze strony zwolenników tezy o niewspółmierności teorii (zwłaszcza Paula Feyerabenda i Thomasa Kuhna), próbując je odeprzeć m.in. przez wypracowanie, alternatywnej wobec tzw. deskryptywnej koncepcji znaczenia i odniesienia przedmiotowego, innej teorii, tzw. przyczynowej[10]. Na koniec warto poruszyć jeszcze jedno zagadnienie, które tylko pozornie oddala nas od głównego tematu tego arty-

[10]Nie ma tutaj miejsca na szersze potraktowanie zmagań wczesnego Putnama, zmierzających do obrony tezy o konwergencji wiedzy naukowej. Można tylko wspomnieć, iż swoje wysiłki autor ten kończy raczej sceptycznymi wnioskami co do możliwości utrzymania realistycznych koncepcji prawdziwości i odniesienia przedmiotowego odwołujących się do klasycznego rozumienia prawdy [Putnam 1991, 67n] (por. także [Zeidler 1991, 55]). Tym samym przechodzi on na wspomnianą już pozycję tzw. realizmu wewnętrznego.

kułu. Putnam jest jednym z pierwszych autorów (nie licząc wcześniej np. H. Poincarégo), rozważajacym możliwość takiego scenariusza przyszłego rozwoju nauki, który później został nazwany pesymistyczną metaindukcją[11]. „A cóż jeśli *wszystkie* przedmioty teoretyczne postulowane przez jedną generację (cząsteczki, geny itd., tak jak elektrony) bez wyjątku nie istnieją z punktu widzenia późniejszej nauki?” — pyta Putnam. I dodaje: „w rezultacie następująca metaindukcja staje się nie do odparcia: *tak jak każdy termin użyty w nauce więcej niż pięćdziesiąt (lub więcej) lat temu do niczego się nie odnosił, tak samo okaże się, iż każdy obecnie używany termin do niczego się nie odnosi* (...)” [Putnam 1991, 66–67] (kursywa Putnama).

Podobnie jak w przypadku tezy o konwergencji wiedzy naukowej i tym razem Putnam nie wypracował z pozycji realizmu argumentów, pozwalających względnie skutecznie przeciwstawić się scenariuszowi pesymistycznej metaindukcji. Niemniej jednak problem, który postawił bynajmniej nie jest do zbagatelizowania, gdyż nie tylko sięga on istoty, w końcu poznawczych aspiracji nauki, ale również godzi w możliwości uzyskiwania wszelkiej wiedzy o rzeczywistości. W obliczu możliwości realizowania się scenariusza nakreślonego przez Putnama nawet sukcesy empiryczne teorii naukowych i metod naukowych byłyby bowiem czymś tymczasowym, a nawet pozornym w sytuacji niemożliwości osiągnięcia jakiegokolwiek postępu (i sukcesu!) poznawczego[12]. Te skądinąd interesujące kwestie nie będą jednak przedmiotem dalszych rozważań tego artykułu.

---

[11] Pewne aspekty tego scenariusza zostały następnie w latach 80. „spopularyzowane” głównie przez prace L. Laudana i zwykle z jego nazwiskiem wiąże się „pesymistyczną metaindukcję” jako jeden z głównych argumentów przeciwko realizmowi naukowemu. Jednak nie jest słuszne przypisywanie Laudanowi jego autorstwa (na ten temat zob. [Lyons 2002, 64n]).

[12] Z aktualnej praktyki badawczej zdają się jednak płynąć o wiele bardziej optymistyczne wnioski. Zwłaszcza na często branej przez filozofów nauki płaszczyźnie fizyki można bronić całkowicie przeciwnego scenariusza w stosunku do pesymistycznej metaindukcji (zob. [Heller 1992, 54–58]).

We współczesnej literaturze filozoficznej „argument z cudu" często określa się mianem argumentu lub tezy Boyda–Putnama (por. np. [McMullin 1991, 105], [Grobler 1993, 201]). Chociaż istnieje wiele podobieństw w strukturze wersji tego argumentu zaproponowanej przez Putnama i wersji podanej przez Richarda N. Boyda, to jednak dzielą je od siebie pewne istotne różnice[13]. Dlatego niektórzy z filozofów nauki nazywają ten pierwszy argumentem prostym, natomiast drugi wyrafinowanym (np. [Douven 1995, 90]). Zasadnicza różnica między tymi wersjami argumentacji na rzecz realizmu ma polegać na tym, że Putnam za podstawę i kryterium realizmu naukowego przyjął fenomen sukcesu teorii naukowych, z kolei Boyd odwołuje się do sukcesu, albo, jak sam powiada, rzetelności (*reliability*) metodologii naukowej[14]. Dla Boyda fenomenem, który domaga się wyjaśnienia jest zdolność metodologii naukowej do uzyskiwania nowej wiedzy o przyrodzie i ujmowania jej przez kolejne teorie, które z kolei są zazwyczaj owocne pod względem predykcyjnym. Według tego autora fenomen szczególnej rzetelności instrumentalnej (ale nie rozumianej w sposób instrumentalistyczny) uteoretyzowanych metod naukowych domaga się wyjaśnienia, jeśli nie ma być traktowany jako „cud" [Boyd 1984, 49]. Zdaniem Boyda stanowisko empirystyczne nie jest w stanie tego fenomenu adekwatnie wyjaśnić, pozostawiając go z jakimś istotnym *irrationale*. Dlatego najlepszym jego wyjaśnieniem jest realizm, który odwołuje się do przybliżonej prawdziwości podstawowych w danym czasie teorii naukowych (*background theories*), wchodzących w rodzaj, jak mówi Boyd, „dialektycznego związku" z metodami naukowymi, zwłaszcza dotyczącymi praktyki eksperymentalnej [tamże, 59].

---

[13] Wczesny wariant Boydowskiej argumentacji na rzecz realizmu naukowego pojawia się już na poczatku lat 70. (por. [Boyd 1973]). Putnam zresztą nie krył inspirującej roli swojego byłego studenta Boyda w sformułowaniu własnej wersji „argumentu z cudu" (por. np. [Putnam 1975, 73]).

[14] Nie jest to jednak opinia nienasuwająca jakichkolwiek wątpliwości, chociażby dlatego, że jak już widzieliśmy Putnam posługuje się także pojęciem sukcesu metodologicznego.

Za głównego konkurenta dla realizmu w adekwatnym wyjaśnieniu rzetelności instrumentalnej metodologii naukowej Boyd uważa stanowisko empirystyczne. Szczególne miejsce w Boydowskim wyjaśnieniu tego fenomenu zajmuje problem wyboru teorii w ramach praktyki badawczej nauki. Zdaniem amerykańskiego filozofa nauki empiryzm w szczególności nie wyjaśnia roli pełnionej w tym wyborze przez pewne pozaempiryczne kryteria, niesprowadzalne jedynie do empirycznej zgodności teorii z danymi obserwacyjnymi. „Czymkolwiek te kryteria by nie były, są one aktywne w tym procesie. W ten sposób w ciągu dłuższego (ale nie bardzo długiego) czasu otrzymujemy zupełnie dobre od strony predykcyjnej teorie. Dlaczego jednak te kryteria w ogóle działają (*work*)?" [Boyd 1981, 618]. Jakie to więc są kryteria i dlaczego ich stosowanie jest tak skuteczne, tzn. dlaczego w następstwie ich stosowania otrzymujemy odnoszące sukcesy empiryczne teorie naukowe?

Nie wchodząc w szczegóły dość zawiłej konstrukcji Boydowskiej argumentacji można z pewnym uproszczeniem powiedzieć, iż owo pozaempiryczne kryterium wyraża się w swoistej dyrektywie metodologicznej, skłaniającej naukowców do wyszukiwania i wyboru tylko takich nowych teorii, które zachowuję możliwie najwięcej z elementów teoretycznych i postulowanych mechanizmów teorii wcześniejszych[15]. Z kolei swoistym poświadczeniem skuteczności tego kryterium są faktyczne sukcesy predykcyjne nowych teorii. Według Boyda tylko realistyczna interpretacja teorii naukowych wyjaśnia w pełni (nie pozostawiając miejsca na „cud") te sukcesy. Jest to interpretacja wyrażająca się w uznaniu przynajmniej przybliżonej prawdziwości udanych teorii i niepustego odniesienia przedmiotowego postulowanych przez nie struktur teoretycznych[16].

---

[15] Boyd nazywa to kryterium „strategią ocen uwiarygodniających" (*plausibility judgments*), albo, posługując się terminologią zapożyczoną od Nelsona Goodmana, zasadą „projektowalności" (*projectable–judgments*) [Boyd 1989, 10] (por. też krytykę tego ujęcia: [Worrall 1988, 373], [Douven 1995, 91]).

[16] Poza tym, co w argumentacji Boyda spełnia niepoślednią rolę, uznanie przez niego obecności w metodologii naukowej pozaempirycznych kryteriów

4. ... I JEGO KRYTYCY

Tak jak w latach 60. i 70. XX w. trzej wymienieni wyżej autorzy jako pierwsi usiłowali ugruntować filozoficzne stanowisko realizmu naukowego przez odwołanie się do argumentu z sukcesu nauki, tak już na początku lat 80. pojawiły się prace trzech innych filozofów, kierujących w stronę tego argumentu swoje krytyczne i sceptyczne podejrzenia. Pierwszy z nich — Bas C. van Fraassen w swojej znanej i klasycznej już książce *The Scientific Image*, podważył wiarygodność „argumentu z cudu", kierując się przesłankami empirystycznymi. Z kolei inny „mistrz podejrzeń" — Larry Laudan w swojej krytyce odwołał się do licznych przykładów z historii nauki. W końcu trzeci autor — Arthur Fine zakwestionował realistyczną argumentację z sukcesu nauki z pozycji swojej własnej oryginalnej koncepcji filozoficznej, tzw. naturalnego nastawienia ontologicznego.

Dlaczego akurat zostali tutaj wybrani van Fraassen, Laudan i Fine? Po pierwsze, ponieważ są to filozofowie, którzy, podważając zasadność realistycznej argumentacji z sukcesu nauki, jako pierwsi rozpętali debatę wokół stanowiska realizmu naukowego. I po drugie, ich krytyka wypływa z zasadniczo różnych przesłanek, co może się wydawać interesujące. Można do tego także dodać, że praktycznie każdy z obecnych uczestników sporu realizm naukowy — antyrealizm w jakiejś mierze ustosunkowuje się do propozycji sugerowanych przez tych trzech autorów[17].

---

wyboru teorii ma m.in. na celu odparcie tezy o równoważności empirycznej teorii naukowych, która uznawana jest za jeden z najmocniejszych empirystycznych kontrargumentów przeciwko realizmowi naukowemu (por. np. [Ladyman 2002, 162n]).

[17] Oczywiście, wybór akurat tych a nie innych autorów podyktowany jest także względami, mającymi na celu uprościć, jak wydaje się, dość zagmatwaną panoramę stanowisk pojawiających się w tym sporze. Wszelako można na przykład próbować, przynajmniej u jego początków umieszczać również prace takich filozofów jak Ian Hacking czy Nancy Cartwright (por. np. [Zeidler 2003, 105]).

Pierwszy z wymienionych filozofów — Bas van Fraassen, z pozycji swojego stanowiska, tzw. empiryzmu konstruktywnego, poddaje krytyce wszystkie trzy wersje „argumentu z cudu" zaproponowane przez Smarta, Putnama i Boyda. Temu pierwszemu zarzuca nieuzasadnione odwoływanie się do „nieograniczonego żądania wyjaśniania" prawidłowości rejestrowanych na zjawiskowej płaszczyźnie przyrody. Według van Fraassena nauki empiryczne dostatecznie poprawnie funkcjonują nie wyjaśniając tych prawidłowości przez odnoszenie się do jakichkolwiek nieobserwowalnych struktur i procesów. Natomiast zupełnie wystarcza nauce opis tych prawidłowości w kategoriach zgodności lub niezgodności hipotez i teorii ze zjawiskami. Z kolei na płaszczyźnie metanaukowej realiści tacy jak Smart powinni unikać określania tych opisów jako prawdziwych. Dla autora *The Scientific Image* wystarcza ich określenie jako adekwatnych empirycznie, a obserwowane w przyrodzie prawidłowości są niczym więcej jak „suchymi faktami" (*merely brute facts*) [van Fraassen 1980, 24][18].

Odnosząc się z kolei do „argumentu cudu" Putnama van Fraassen stwierdza, że w sukcesie empirycznym teorii naukowych nie należy się dopatrywać jakiegokolwiek „cudu". Fenomen sukcesu nauki jest, jego zdaniem, faktem naturalnym, a selekcją teorii rządzą analogiczne mechanizmy jak ewolucją biologiczną: „Jest tak ponieważ każda teoria naukowa rodzi się do życia w gwałtownej walce; dżungli splamionej krwią od kłów i pazurów. Przeżywają jedynie teorie odnoszące sukces — te, które *faktycznie* dopasowały się (*latched*) do rzeczywistych prawidłowości przyrody"

[18] Vanfraassenowska teza o zbędności postulatu wyjaśniania zarówno w nauce jak i w filozofii spotkała się z dogłębną krytyką ze strony autorów o orientacji realistycznej (por. np. [Musgrave 1991], [Grobler 1993, rozdz. III]). Nie wchodząc tutaj w jej szczegóły można jedynie zauważyć, że jeśli już mówimy o jakichkolwiek procedurach eksplanacyjnych w nauce, to dla van Fraassena dotyczą one nie tylko relacji między hipotezą a danymi empirycznymi, ale także kontekstu (celów i zainteresowań) prowadzonych badań. Tym sposobem wyjaśnianie jest kategorią pragmatyczną i nie ma nic wspólnego z prawdziwością, która jest kategorią semantyczną (zob. [Grobler 1993, 166]).

[tamże, 40]. Analogia procedur testowania teorii naukowych z biologicznymi mechanizmami selekcji ma dłuższą historię we współczesnej filozofii nauki, żeby tutaj tylko wspomnieć Karla Poppera, który swoją koncepcję rozwoju wiedzy określił mianem „ewolucjonistycznej”. Jednak w porównaniu z zarówno z tym ostatnim autorem, jak i innymi realistami naukowymi, van Fraassen w „naturalnym środowisku” dla procesów selekcji (wyboru) teorii wyróżnia jedynie kryterium adekwatności empirycznej, traktując inne ich zalety jako pozapoznawcze, pragmatyczne (w tym obok mocy wyjaśniającej także moc unifikującą czy prostotę).

Kwestia programowego pomijania przez van Fraassena zalet lub wartości poznawczych teorii naukowych pojawia się także w kontekście krytyki, prowadzonej przez niego wobec strategii obrony realizmu naukowego podanej przez Boyda. Odwołując się do zalet teorii (które sam nazywa „kryteriami pozaempirycznymi”) ten ostatni autor usiłował uchylić sceptyczne wnioski płynące z antyrealistycznej argumentacji opartej na tzw. tezie o niedookreśloności teorii przez dostępne świadectwo empiryczne. W przypadku interpretacji realistycznej, jeśli mamy do czynienia z dwoma lub większą liczbą hipotez naukowych, odznaczających się tymi samymi sukcesami empirycznymi[19]. wówczas o wyborze jednej z nich, jako najbliższej prawdzie, mogą decydować także inne, niż jedynie adekwatność empiryczna (jak chce tego van Fraassen), ich zalety poznawcze (por. [tamże, 78n]). Takiej myśli nie dopuszcza jednak autor *The Scientific Image*, uznając adekwatność empiryczną jako jedyne kryterium sukcesu teorii.

W odróżnieniu od van Fraassena Larry Laudan dokonał krytycznej oceny argumentu z sukcesu nauki na rzecz realizmu, opierając się na przykładach rozwoju pewnych teorii, o których mówi historia nauki. Zdaniem Laudana nie jest uzasadnione podtrzy-

[19]Chodzi tutaj o co najmniej hipotetyczny przypadek teorii równoważnych pod względem empirycznym, nierównoważnych jednak np. pod względem zakładanych przez nie różnych bytów i struktur teoretycznych (na temat możliwych aspektów dyskusji z tezą o niedookreśleniu teorii przez dane empiryczne zob. np. [Ladyman 2002, rozdz. 6]).

mywane przez realistów naukowych stwierdzenie, jakoby istniał rodzaj koniecznego związku między sukcesem teorii naukowych a ich prawdziwością (nawet przybliżoną) i odniesieniem przedmiotowym ich głównych terminów teoretycznych. Na poparcie swojej tezy Laudan przytoczył liczne historyczne przykłady teorii, które odnosiły sukces empiryczny, lecz ich terminy teoretyczne (jak się z czasem okazało) nie miały odniesienia przedmiotowego oraz teorii, o których można powiedzieć, że dysponowały takimi terminami, ale, przynajmniej w określonym okresie czasu, nie odnosiły sukcesów[20].

Poddając tego rodzaju krytyce stanowisko realizmu naukowego Laudan głównie skoncentrował się na jego aspekcie semantycznym (kwestia odniesienia przedmiotowego i prawdziwości), a także epistemologicznym (faktyczność sukcesu nauki jako warunek jego realistycznego wyjaśnienia). Przy czym autor *Science and Values* bynajmniej nie twierdzi, iż realizm naukowy jest stanowiskiem błędnym. Stara się natomiast dowieść, że jest jednak stanowiskiem niewiarygodnym i przytacza po temu racje natury historycznej. Laudan zwraca także uwagę na częsty brak precyzji w określeniu tego, co realiści naukowi rozumieją przez sukces teorii naukowych i ich przybliżoną prawdziwość (zob. np. [Laudan 1984, 119]). Dlatego, wydaje się, że krytyka ta powinna być przyjęta przez zwolenników realizmu jako krytyka konstruktywna, przyczyniająca się zarazem do wypracowania bardziej uściślonych pojęć i argumentów. Z kolei na charakter realizmu naukowego jako niedogmatycznej, wymagającej pewnych modyfikacji i złożonej tezy filozoficznej, wskazuje także, rozwinięta przez Laudana, perspektywa rozpatrywania nauki nie jako takiej, ale jej konkret-

[20] Do pierwszej grupy takich teorii Laudan zaliczył m.in. flogistonową teorię spalania i kaloryczną teorię ciepła., do drugiej natomiast: teorie atomistyczne XVIII r., tzw. hipotezę Prouta, pierwotną geologiczną koncepcję dryftu kontynentów A.L. Wegenera (zob. [Laudan 1984, 111–121]).

nych teorii w ich wymiarze historycznym (tzw. *historical case studies*)[21].

W swojej polemice z realizmem naukowym, w szczególności zaś z różnymi wersjami „argumentu z cudu” (przede wszystkim w wydaniu Putnama i Boyda), Laudan skupia się nie tylko na aspekcie semantyczno–epistemologicznym teorii naukowych, lecz także stawia pytanie o sukces nauki pojętej jako rodzaj metody uzyskiwania wiedzy o świecie. Co więcej, chcąc odpowiedzieć na nietrywialne pytanie: „dlaczego nauka jest tak udana (*successful*)”, nie musimy się, jego zdaniem, odwoływać do podatnych na krytycyzm sformułowań kategorii semantycznych, takich jak prawdziwość przybliżona czy odniesienie przedmiotowe [Laudan 1984a, 92]. Nie musimy się także angażować w jakiś rodzaj „wysokiej epistemologii” (*high epistemology*). Według autora *Progress and Its Problems*, aby odpowiedzieć na to pytanie wystarczy przyjrzeć się metodom testowania teorii naukowych. Stąd dla niego sukcesy nauki są jedynie następstwem długotrwałego specjalizowania i udoskonalania procedur kontroli i testowania [tamże, 100]. Laudan nie stawia jednak dalszego pytania, dlaczego to właśnie nauka okazała się tak skuteczna w porównaniu z innymi formami aktywności człowieka[22].

Trzeci i ostatni już z trójki autorów, których sprzeciw wobec „argumentu z cudu” jest szkicowo prezentowany w niniejszym artykule — Arthur Fine nie jest, przynajmniej w warstwie krytycznej, filozofem zbyt oryginalnym. Z jednej strony odwołuje się do sugestii van Fraassena, postulujących zbędność jakiegokolwiek wyjaśnienia faktu instrumentalnego sukcesu nauki. Z drugiej z kolei strony, idąc po linii wytyczonej przez Laudana, poddaje w wątpliwość historyczny wymiar rzekomych sukcesów

[21] Kwestie te zostały już częściowo podjęte w kilku ważnych pracach z zakresu badań nad realizmem naukowym, m.in.: [Kitcher 1993], [Grobler 1993], [Psillos 1999].

[22] Niektórzy autorzy dostrzegają nawet podobieństwo próby takiego wyjaśnienia przez Laudana sukcesu nauki do „ewolucjonistycznego” wyjaśnienia podanego przez van Fraassena (zob.: [Leplin 1997, 6], [Kukla 1998, 19]).

nauki ([Fine 1984, 84], [Fine 1991, 82]). Co więcej, Fine uważa wręcz, że sukcesy nauki nie są bynajmniej czymś wyróżniającym się w obliczu także licznych historycznych jej porażek: „Myślę, że rozsądny obraz historyczny powinien przedstawiać każdy sukces [nauki — J.R.] jako usytuowany na szczycie wysokiej góry niepowodzeń”. Dlatego też: „zachęcając nas do wyjaśnienia instrumentalnego sukcesu nauki realista wykonuje coś w rodzaju sztuczki kuglarskiej *(conjuring trick)* i prowadzi nasz wzrok wzdłuż szczytów sukcesu, spoczywających na górach niepowodzeń” [Fine 1986, 153]. Szkoda tylko, że swoich stwierdzeń co do wątłości sukcesu nauki Fine nie dokumentuje żadnymi konkretnymi przykładami.

Można sądzić, że bardziej interesująco przedstawia się natomiast konstruktywna część propozycji autora *The Shaky Game*. Według niego zarówno stanowisko realizmu naukowego, jak i stanowisko instrumentalistyczne praktycznie niczego nie wnoszą do naszego rozumienia nauki, tworząc jedynie „nad nią” zbyteczną „nadbudowę” charakterze inflacyjnym (rozdymającym). Naukę należy akceptować z całym jej instrumentarium badawczym, nie narzucając jej jakichkolwiek zbędnych interpretacji (np. pojęcia prawdziwości, adekwatności empirycznej, globalnego celu, itp.) [tamże, 166n]. Zdaniem Fine’a, po odrzuceniu tego zbędnego balastu pozostanie nam jedynie tzw. naturalne nastawienie ontologiczne (*natural ontological attitude*), które ma być jedynym właściwym i neutralnym filozoficznie nastawieniem wobec nauki.

Swoje naturalne nastawienie ontologiczne Fine proponuje jako dość nietypowego (bo programowo a–filozoficznego) konkurenta dla realizmu naukowego. Można jednak postawić pytanie, czy autor ten byłby mimo to w stanie (hipotetycznie, gdyż takiej próby faktycznie nie podjął) wyjaśnić sukces nauki, w szczególności zaś sukces metodologiczny w sensie Putnamowskim, dotyczący następujących po sobie teorii, ich korespondencji i retencji przynajmniej niektórych jej składników teoretycznych. Jak się okazuje, jedynie w pewnym bardzo ograniczonym zakresie stanowisko to tłumaczyłoby fakt, dlaczego konkretna teoria naukowa, rozważana w izolacji od innych, które były przed nią i pojawią się po niej (i odnoszące się do tej samej dziedziny przedmiotowej) dostarcza udanych predykcji. W ramach tego tłumaczenia nie można by się było jednak odwołać ani do pojęcia prawdziwości, ani odniesienia przedmiotowego[23].

5. KILKA WNIOSKÓW

Po tej zaledwie szkicowej prezentacji głównej idei związanej z tzw. „argumentem z cudu” lub argumentem z sukcesu nauki na rzecz realizmu, można pokusić się o sformułowanie kilku wniosków. Należy wszakże zauważyć, że choć ten typ argumentacji jest najbardziej znany i w rozmaity sposób wykorzystywany, to forma jego przedstawienia w niniejszym artykule nie zdaje bynajmniej całej sprawy z toczących się dyskusji w ramach sporu o realizm naukowy. Niemniej jednak, zwłaszcza uwzględniając także ważne głosy krytyczne wobec „argumentu z cudu”, ukazany przegląd stanowisk do pewnego stopnia oddaje klimat intelektualny właściwy tej debacie. Zwracając również uwagę na omówienie tych stanowisk w perspektywie zbliżonej do historycznej, nasuwają się co najmniej trzy wnioski.

Po pierwsze, co nietrudno zauważyć, przedmiotem filozoficznego zdziwienia i zarazem podstawą argumentacji, najczęściej przeciwko różnym sceptycznym poglądom na naukę, jest w rozmaity sposób rozumiany jej sukces. Jest przy tym interesujące, że pierwsze znane nam próby formułowania realistycznej argumentacji, oparte na fakcie sukcesu nauki, sięgają początków nauki nowożytnej, a nawet jeszcze wcześniej (choćby *casus* C. Claviusa)[24].

---

[23] Jedną z najlepszych analiz stanowiska Fine’a wobec argumentacji z sukcesu nauki zdaje się prezentować, (niestety) nieopublikowana praca doktorska Davida Sheina [Shein 2002, 50–72]. Natomiast deflacyjne (anty–inflacyjne) aspekty stanowiska autora *The Shaky Game*, m.in. jego koncepcję prawdy, omawia obszernie Stathis Psillos [Psillos 1999, 228–255].

[24] Nicholas Jardine w swoim artykule dogłębnie omawia także antysceptyckie formy argumentacji Johannesa Keplera [Jardine 1979].

Stosunkowo wcześnie dostrzeżono również znaczenie dla takiej argumentacji predykcyjnych możliwości nauk empirycznych. Pojęcie sukcesu predykcyjnego, a zwłaszcza sukcesu tzw. nowych predykcji po dzień dzisiejszy stanowi punkt odniesienia wielu wariantów obrony realizmu naukowego[25]. Można jednak zapytać, czy jest to jedyny, godny zauważenia, przejaw sukcesu nauki, na którym warto próbować opierać argumentację za realizmem?

Na podstawie bardziej szczegółowej analizy reprezentatywnych wersji „argumentu z cudu", jakie pojawiły się w dwudziestowiecznej historii filozofii nauki można dodatkowo stwierdzić, iż częstokroć zarówno fakt sukcesu nauki, jak i związane z nim pojęcie, były, poza niezbyt licznymi wyjątkami, traktowane na zasadzie swoistej „podrzędności" czy środka niezbędnego do osiągnięcia określonego celu, jakim była obrona realizmu. Nie można tego co prawda powiedzieć o autorach, których argumenty i stanowiska zostały zaprezentowane w niniejszym szkicu, jednak patrząc na możliwie najszerszą panoramę współczesnego sporu realizm naukowy — antyrealizm, brak pogłębionej analizy fenomenu sukcesu nauki jest w niej nietrudny do zauważenia (zob. [Rodzeń 2005]). Putnam i Boyd zwrócili uwagę tylko na pewne aspekty sukcesu predykcyjnego i metodologicznego nauki. Laudan podkreślił notoryczną niejasność tych pojęć. Tymczasem wydaje się, że można dostrzec także inne interesujące przejawy sukcesu nauki. Wymieńmy kilka z nich.

Ze względu na współczesne, wzrastające coraz bardziej znaczenie tendencji unifikacyjnych w naukach empirycznych, takich jak fizyka, chemia czy nawet biologia, istnieje możliwość refleksji nad typem sukcesu nauki, który można nazwać unifikacyjnym

[25]Upraszczając nieco można powiedzieć, że sukces nowych predykcji polega na prognozowaniu przez daną teorię istnienia dotychczas nieznanych zjawisk przyrodniczych i na ich pomyślnym testowaniu empirycznym. Od strony metodologicznej kwestię tę podejmowali już tacy autorzy jak K. Popper, I. Lakatos czy J. Worrall. O znaczeniu tego rodzaju sukcesu w rozważaniach filozoficznych niech świadczy, poświęcona jemu całkowicie, znana monografia J. Leplina, *A Novel Defense of Scientific Realism* [Leplin 1997].

(zwrócił na niego uwagę już W. Whewell). Z kolei wielu wybitnych uczonych, takich jak A. Einstein, D. Hilbert czy E. Wigner niejednokrotnie podkreślało intrygujący fakt niezwykłej skuteczności metod naukowych, zwłaszcza metody matematyczno–empirycznej w uzyskiwaniu informacji o świecie. Autorzy ci nie raz dostrzegali swoistą tajemniczość tego fenomenu, a nawet określali go mianem „cudownego”. W wypowiedziach tych można zauważyć pewne zbieżności ze sformułowaniami filozofów, także dostrzegających w tym fakcie coś nietrywialnego i domagającego się wyjaśnienia. Dlatego objęcie mianem sukcesu przejawów skuteczności metody matematyczno–empirycznej powinno także zwrócić uwagę uczestników sporu o realizm naukowy. W końcu rzeczą niezwykle interesującą byłoby bliższe przyjrzenie się sukcesom rozmaitych, związanych ściśle z nauką technologii, zwłaszcza tym, które są wykorzystywane w dalekosiężnych przedsięwzięciach badawczych (np. eksploracja kosmosu, laboratoria fizyki cząstek, itd.).

Po drugie, współczesna debata wokół realizmu naukowego zrodziła szereg nieraz różniących się znacznie od siebie odmian zarówno stanowisk realistycznych, jak i antyrealistycznych. W chwili obecnej można wręcz mówić o pewnego rodzaju trudnej do ogarnięcia „gęstwinie” poglądów i środków argumentacyjnych. W tym kontekście czymś niebanalnym może być więc postawienie uzasadnionego pytania, czy po bez mała dwudziestopięcioletnim sporze o realizm naukowy (biorąc za jego początek publikację pracy van Fraassena w roku 1980) można w jego ramach mówić o jakimkolwiek postępie[26]. Na pewno takiej oceny nie utrudniają, lecz ją raczej powinny ułatwiać pewne, wydawałoby się, zasadnicze dystynkcje, jak choćby ta, z jaką filozoficzną płaszczyzną mamy do czynienia, kiedy próbujemy wyjaśniać pewien aspekt sukcesu nauki. Chodzi tutaj o zauważenie złożonego charakteru tezy realistycznej, w której można wyróżnić co najmniej trzy aspekty:

---

[26] Jeśli oczywiście w ogóle można przyjąć, że spory filozoficzne znamionuje także w określony sposób rozumiany postęp.

ontologiczny, epistemologiczny i semantyczny (por. także [Psillos 1999], [Ladyman 2002]).

Takie dystynkcje są o tyle istotne, o ile na przykład w przypadku „argumentu z cudu" sukces predykcyjny teorii naukowej „dotyka" najpierw epistemologicznego aspektu realizmu naukowego. Stwierdzony sukces teorii świadczy o jej pewnym potencjale poznawczym. Realista (np. Boyd) będzie wówczas uważał, że można mówić o istniejącym faktycznie dostępie (poznawczym) w nieobserwowalne struktury przyrody. Antyrealista (np. typowy anterealista epistemologiczny, jakim jest van Fraassen) będzie z kolei temu zaprzeczał. Można następnie rozważać charakter lub status poznawczy udanej teoretycznej reprezentacji tych struktur, a więc m.in. relacje łączące teorie i określony aspekt rzeczywistości. Pojawia się tym samym zagadnienie typu semantycznego, czy np. określonym terminom teoretycznym można przypisać niepuste odniesienie przedmiotowe, czy należy się im tylko status pojętych instrumentalnie „użytecznych fikcji". W końcu, długotrwałe sukcesy w ramach danej dyscypliny badawczej sugerują także pewne wyobrażenia co do możliwej charakterystyki ontologicznej poznawanych struktur[27].

I po trzecie, jak można to było prześledzić w niniejszym artykule, oprócz krytyki, z jaką spotkały się różne wersje „argumentu z cudu" ze strony zwolenników stanowiska antyrealistycznego, ci ostatni proponują także pewne alternatywne wyjaśnienia dla faktu sukcesu nauki. W kategoriach relacji eksplanacyjnej (odnoszącej się do płaszczyzny metanaukowej) można powiedzieć, iż podobnie jak to czynią realiści naukowi, także ich filozoficzni adwersarze przedkładają pewne eksplanansy (wyjaśnienia) dla tak czy inaczej rozumianego eksplandum, czyli sukcesu nauki. W przypadku antyrealistów zazwyczaj będą one miały wydźwięk

[27] W przypadku kwestii ontologicznych ich rozpatrywanie jest szczególnie utrudnione w tych dyscyplinach (np. fizyce, astrofizyce), w których nasza wyobraźnia załamuje się w obliczu struktur, poprawnie ujmowalnych poznawczo jedynie w kategoriach matematyki (np. tzw. kolor czy zapach kwarków, zakrzywienie czasoprzestrzeni w bliskości czarnej dziury).

sceptyczny i minimalistyczny, programowo unikający metafizyki i „wysokiej epistemologii" (np. biologizujące wyjaśnienie van Fraassena, czy, ograniczone do pojęcia konkurencyjności procedur testowania i kontroli, wyjaśnienie Laudana). W związku z tym pojawia się pytanie o ewentualny status poznawczy takich tez–eksplanansów, tzn. czy mają one charakter filozoficzny czy też kwasi–empiryczny, a następnie o możliwość ich porównania z innymi wyjaśnieniami sukcesu nauki, na przykład realistycznymi[28].

Są to oczywiście tylko niektóre z możliwych wniosków, jakie nasuwają się po prześledzeniu sposobów argumentacji, opartej na stwierdzeniu faktu sukcesu nauki, a służącej obronie stanowiska realizmu naukowego. Być może w jakimś skromnym zakresie przyczynią się one do spojrzenia z jeszcze innej perspektywy na, jak się okazuje, mającą więcej niż tylko kilkadziesiąt lat intrygującą kwestię sukcesów nauki. Być może podana w tym artykule prezentacja rozmaitych aspektów tzw. „argumentu z cudu" dostarczy pomocy w uporządkowaniu zgromadzonego w tym czasie dość już sporego bagażu refleksji filozoficznej. Sprawa nie jest trywialna, jak nie jest trywialny sam fakt istnienia nauki, budzący fascynację i określany mianem „cudownego", ale i domagający się racjonalnej refleksji i wyjaśnienia.

BIBLIOGRAFIA

Carrier, Martin [2001]: „Welt und Wissen", *Physikalische Blätter*, 57 (9), ss. 27–29.

Boyd, Richard N. [1973]: „Realism, Underdetermination and Causal Theory of Evidence", *Nous*, 8, ss. 1–12.

Boyd, R.N. [1981]: „Scientific Realism and Naturalistic Epistemology", [w:] PSA 1980: *Proceedings of the 1980*

[28] Chodzi tutaj m.in. o dookreślenie kryteriów porównania eksplanansów typu realistycznego i antyrealistycznego. Problemem jest przy tym w ogóle możliwość ponadsystemowego wskazania takich kryteriów.

Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, t. 2, P.D. Asquit i R.N. Giere (red.), East Lansing, MI: Philosophy of Science Association.

Boyd, R.N. [1984]: „On the Current State of Scientific Realism", [w:] J. Leplin (red.), *Scientific Realism*, University of California Press: Berkeley, ss. 41–82.

Boyd, R.N. [1989]: „What Realism Implies and What it Does Not", *Dialectica*, 43, nr 1–2, ss. 5–29.

Brown, James R. [1982]: „The Miracle of Science", *Philosphical Quarterly*, 32, ss. 232–244.

Douven, Igor [1995]: „Boyd's Miraculous No Miracle Argument", [w:] *The Many Problems of Realism*, P. Curtois (red.), Tilburg University Press, Tilburg, ss. 89–116.

Dowe, Phil [1996]: „Jack Smart and the Rise of Scientific Realism", [w:] *Australian Philosophers*, Pyrrho Press, Hobart, ss. 25–37.

Fine, Arthur [1984]: „The Natural Ontological Attitude", [w:] J. Leplin (red.), *Scientific Realism*, University of California Press, Berkeley., ss. 83–107.

Fine, A. [1986]: „Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science", *Mind,* 95, ss. 149–79.

Fine, A. [1998]: „Scientific realism and antirealism", [w:] E. Craig (red.), *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, London: Routledge, <http://www.rep.routledge.com/article/ Q094SECT2>.

Ghins, Michel [2002]: „Why Putnam's no–miracle argument doesn't work?", [w:] *Recent Themes in the Philosophy of Science. Scientific Realism and Commonsense*, S. Clarke, T.D. Lyons (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, ss. 121–137.

Grobler, Adam [1993]: *Prawda i racjonalność naukowa*, Inter esse, Kraków.

Heller, Michał [1992]: *Filozofia nauki*, Wydawnictwo Naukowe PAT, Kraków.

Heller, M. [1994]: *Wszechświat u schyłku stulecia*, Wydawnictwo ZNAK, Kraków.

Heller, M. [1995]: *Nauka i wyobraźnia*, Wydawnictwo ZNAK, Kraków.

Jardine, Nicholas [1979]: „The Forging of Modern Realism: Clavius and Kepler against the Sceptics”*, Studies in History and Philosophy of Science*, 10, nr 2, ss. 141–173.

Kitcher, Philip [1993]: *The Advancement of Science*, Oxford University Press, Oxford.

Kukla, Andre [1998]: *Studies in Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford.

Ladyman, James [2002]: *Understanding Philosophy of Science*, Routledge, London/New York.

Laudan, Larry [1984]: *Science and Values*, University of California Press, Berkeley.

Laudan, L. [1984a]: „Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism”, [w:] *Science and Reality: Recent Work in the Philosophy of Science*, [red.] J.T. Cushing, C.E. Delaney, IN: University of Notre Dame Press, Notre Dame, ss. 83–105.

Leplin, Jarrett [1997]: *A Novel Defense of Scientific Realism*, Oxford University Press, New York, Oxford.

Losee, John [2001]: *Wprowadzenie do filozofii nauki*, Prószyński i S–ka, Warszawa.

Lyons, Timothy D. [2002]: „Scientific Realism and the Pessimistic Meta–Modus Tollens”, [w:] *Recent Themes in the Philosophy of Science. Scientific Realism and*

Commonsense, S. Clarke, T.D. Lyons (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht et al., ss. 63–90.

McMullin, Ernan [1985]: „Truth and Explanatory Success", [w:] D. Dahlstrom (red.), *Proceedings of the Catholic Philosophical Association*, 59, ss. 206–231.

McMullin, E. [1990]: „Comment: Duhem's Middle Way", *Synthese*, 83, ss. 421–430.

McMullin, E. [1991]: „Comment: Selective Anti–Realism", *Philosophical Studies*, 61, ss. 97–108.

Musgrave, Alan [1988]: „The Ultimate Argument for Scientific Realism", [w:] R. Nola (red.), *Relativism and Realism in Science*, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, ss. 229–252.

Musgrave, A. [1991(1985)]: „Realizm a konstruktywny empiryzm", *Colloquia Communia*, 1–3, 54–56, ss. 19–42[29].

Psillos, Stathis [1999]: *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Routledge, London/New York.

Putnam, Hilary [1975]: *Mind, Language, and Reality* (Philosophical Papers t. 2), Cambridge, Cambridge University Press.

Putnam, H. [1991(1978)]: „Czym jest realizm?", *Colloquia Communia*, 1–3, 54–56, ss. 61–73.

Rodzeń, Jacek [2005]: *Czy sukcesy nauki są cudem?*, seria: Rozprawy OBI, OBI Kraków/Biblos Tarnów.

Shein, David [2002]: *Realism, Anti–Realism, and the Success of Science*, nieopublikowana praca doktorska, City University of New York.

Smart, Jack J.C. [1963]: *Philosophy and Scientific Realism*, New York: Humanities Press.

Smart, J.J.C. [1968]: *Between Science and Philosophy*, Random House, New York.

[29] Data w nawiasie okrągłym dotyczy publikacji oryginału.

Smart, J.J.C. [1982]: „Difficulties for Realism in the Philosophy of Science”, [w:] *Logic, Methodology and Philosophy of Science VI*, Proceedings of the 6^{th} International Congress of LMPS, Hannover, ss. 363–375.

Szlachcic, Krzysztof [1991]: *Pierre Duhema filozofia nauki. Wybór pism*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.

Szlachcic, K. [1992]: *Filozofia nauki francuskiego konwencjonalizmu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.

Trout, J.D. [1998]: *Measuring the Intentional World*, Oxford University Press, Oxford.

Van Fraassen, Bas C. [1980]: *Scientific Image*, Clarendon, Oxford.

Worrall, John [1988]: rec. J. Leplin (red.), *Scientific Realism*, University of California Press: Berkeley, *Philosophical Quarterly*, 38, ss. 370–376.

Worrall, J. [1989]: „Structural Realism: The Best of Both Worlds?”, *Dialectica*, 43, ss. 99–124.

Wylie, Alison [1986]: „Arguments for Scientific Realism: The Ascending Spiral”, *American Philosophical Quarterly*, 23, ss. 287–297.

Zeidler, P. [2003]: „*Homo experimentator* a spór o realizm laboratoryjny“, [w:] *Homo experimentator*, D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), UAM, Poznań, ss. 105–137.

SUMMARY

WHAT IS A "MIRACLE ARGUMENT"? A DEFENSE ATTEMPT OF SCIENTIFIC REALISM BASED ON THE FACT OF THE SCIENTIFIC SUCCESS

The so–called "miracle argument", or the argument from the success of science, is probably one of the best well–known arguments in favor of scientific realism. We first present a short history of philosophical anticipations of the main idea, which can be found in the works of C. Clavius, W. Whewell and P. Duhem. Then we consider three "classical" versions of the "miracle argument" proposed by J.J.C. Smart, H. Putnam and R.N. Boyd. The views of tree other authors (B. van Fraassen, L. Laudan and A. Fine), critical with respect to the argument, are also briefly presented. We suggest a possible development of the "miracle argument" by taking into account other aspects of the success in science, such as: success in the road to unification, effectiveness of mathematics in the natural sciences, success of laboratory technologies.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 35–46

Teresa Obolevitch
Wydział Filozoficzny PAT
Kraków

FIZYKA I METAFIZYKA W UJĘCIU MIKOŁAJA ŁOSSKIEGO

Stosunki między fizyką a metafizyką — zanim doszło (w XIX i XX r.) do radykalnego przeciwstawienia tych dziedzin — układały się rozmaicie. W niniejszym artykule najpierw rozważymy kilka sposobów relacji nauki („fizyki") do metafizyki, jakie funkcjonowały w dziejach ludzkiej myśli, a następnie skupimy się na analizie propozycji rosyjskiego filozofa Mikołaja Łosskiego (1870–1965), działającego w czasach rozkwitu i początku upadku neopozytywizmu.

1. NIEKTÓRE TYPY RELACJI MIĘDZY NAUKĄ A METAFIZYKĄ

Niniejsze rozważania nie mają pretensji ani do przedstawienia wyczerpującej typologii układu stosunków między metafizyką a nauką, ani do ich dokładnego opisu, bowiem to zadanie wymagałoby osobnego studium. Na użytek naszego opracowania możemy przyjąć, że historycznie ukształtowały się trzy zasadnicze typy relacji między poznaniem naukowym a dociekaniem metafizycznym.

(1) Pierwszy z nich, chronologicznie wcześniejszy, charakteryzuje się istnieniem ścisłego związku i równouprawnieniem tych dwóch dziedzin. W myśli starożytnej zarówno metafizyka, jak i nauka (czyli ówczesna filozofia przyrody) posiadały wspólny obszar badań. Dociekania na temat *arche*, które zapoczątkowały całą filozofię w ogóle, miały zarówno naturalistyczny, jak i metafizyczny wydźwięk. Poszukiwania „zasada" miała wyjaśnić, z jednej strony, z czego są zbudowane poszczególne przedmioty empirycznego świata, z drugiej zaś — co leży u podłoża całej rzeczywistości jako takiej. O pokrewieństwie antycznej filozofii przyrody i metafizyki świadczy również ten fakt, że filozofowie jońscy, a za nimi Arystoteles posługiwali się takim aparatem językowym, który posiadał jednocześnie naturalistyczne i meta–empiryczne konotacje. Zapożyczone z języka potocznego pojęcia *arche* („początek", „zasada"), *aitia* („przyczyna", dosł. „wina", „sprawstwo"), *physis* („natura") stanowiły zarazem kategorie fizyczne i metafizyczne. Nieprzypadkowo Arystoteles, który już wyraźnie wyodrębnił metafizykę jako osobną dyscyplinę (nazywaną przezeń teologią, filozofią pierwszą lub po prostu mądrością) na licznych miejscach swych pism nawiązywał do koncepcji swych poprzedników. Krytykując niewystarczalność ich podejścia, które ograniczało się do badania jedynie „materialnego" aspektu bytu, zarazem poświadczał, iż poszukiwana przez „fizjologów" zasada wykraczała — w mniejszym lub większym stopniu — poza obecne „tu i teraz" dane obserwacji, transcendowała empiryczny świat przyrody. Ponadto „rzeczowe" treści Arystotelesowej filozofii pierwszej, zawarte w *Metafizyce*, które dotyczą czterech konstytuujących substancję przyczyn, aktu i możności, a także Nieruchomego Poruszyciela, są w takim stopniu „fizyczne", w jakim „metafizyczne" są spekulacje o Pierwszym Nieruchomym Poruszycielu w ósmej księdze *Fizyki* czy o umyśle czynnym w trzeciej księdze *O duszy*, czyli w pismach, o których sam Arystoteles powiada, że miał świadomość, iż nie są całkowicie „fizyczne". Przekroczenie fizyki dokonuje się więc u Arystotelesa jakby bez porzucania jej samej[1]. Między porządkiem „fizycznym" a „metafizycznym" istniała ciągłość, i choć „wiedza prawdziwa" — jak nazywał metafizykę Sta-

[1] J. Domański, *Metafizyka Arystotelesa i fizyka pierwszych filozofów (Uwagi o nazwie, pojęciu i przedmiocie metafizyki)*, „Archiwum Historii Filozofii i Myśli Społecznej", t. 36 (1991), s. 23.

giryta — górowała nad pozostałymi naukami, to jednak została wyodrębniona (przez samego Arystotelesa) i zdefiniowana (przez Andronikosa z Rodos) w bezpośrednim odniesieniu do „fizyki", bez której nie miałaby racji bytu. W myśli starożytnej nie tylko fizyka była zależna od metafizyki, ale istniała także relacja odwrotna.

(2) Doniosłość metafizyki jako „nauki o pierwszych zasadach i przyczynach", zajmującej się „ostatecznym" wyjaśnieniem rzeczywistości, została doceniona w tradycji tomistycznej. Jednak podczas gdy u presokratyków i Arystotelesa można dopatrzyć się związku — choćby genetycznego — fizyki i meta–fizyki, w myśli tomistycznej zostaje podkreślony dystans między naukami przyrodniczymi (których przedmiot jest określony przez pierwszy stopień abstrakcji) i metafizyką (dyscypliną najbardziej abstrakcyjną i uniwersalną). Drogi nauki i metafizyki, które w starożytności przeplatały się, zaczynają się rozchodzić. Stosunek metafizyki do fizyki można określić przez pojęcie nadrzędności. To właśnie metafizyka umożliwia poznanie „istoty" bytu, w odróżnieniu od nauk, skupionych na badaniu zmiennych zjawisk. Także dziś takie przekonanie podziela wielu filozofów. Wystarczy przeglądnąć podręczniki metafizyki, napisane z perspektywy neotomistycznej.

Jednak już w średniowieczu sytuacja nadrzędności metafizyki w stosunku do nauki, aczkolwiek ciesząca się wielką popularnością, nie była jedyną. Dawała o sobie znać również starożytna tendencja do wzajemnego przenikania się obszarów fizyki i metafizyki. Kosmologia (badanie przyrody) spotyka się z ontologią (metafizyczną interpretacją przyrody) oraz z teologią w szkole z Chartres, zaś w czasach późniejszych — u Leibniza czy Kartezjusza, a poniekąd nawet u jednego z pionierów nauki nowożytnej, I. Newtona, który traktował czas i przestrzeń w kategoriach metafizycznych czy wręcz religijnych. Nie dochodzi tu do utożsamienia nauki i metafizyki, ale te dwa porządki nie są też radykalnie oddzielone od siebie. Zostaje zachowana możliwość „przekładu" pojęć naukowych na bardziej ogólny (i z konieczności nieostry) język metafizyki.

(3) Oprócz dwóch wymienionych sposobów relacji fizyki do metafizyki — nadrzędności i wzajemnego oddziaływania, można wyróżnić także relację „podrzędności", a nawet próby „zastąpienia" metafizyki przez naukę. Zaufanie do metody empirycznej, umożliwiającej „pewne" zdobycie informacji o poznawanym przedmiocie, podważało „jałowe" spekulatywne dociekania. Kant, kwestionujący możliwość metafizyki jako nauki na gruncie wypracowanej przez siebie teorii poznania, pozytywiści na czele z A. Comte'em, tzw. empiriokrytycy i wreszcie neopozytywiści, skupieni w Kole Wiedeńskim, zadawali kolejne ciosy „królowej nauk", za jaką uchodziła niegdyś metafizyka. Nie będziemy rozważać ani strategii antymetafizycznych ataków, ani ich wyników, gdyż ta pouczająca historia jest dobrze znana. Jest znamienne, że już w XIX–wieczni pozytywiści drugiej generacji dostrzegli konieczność zwrócenia się w kierunku metafizyki. Nie godząc się na metafizykę, która byłaby *a priori* wobec nauki, zaproponowali w zamian tzw. metafizykę indukcyjną, która, wychodząc od danych nauki, dąży do ich uogólnienia i stworzenia uniwersalnej ontologicznej koncepcji rzeczywistości. Na przełomie XIX i XX r. powstaje także tzw. metafizyka aksjomatyczna, która „zajmuje się analizą podstawowych dla wszelkich nauk, najogólniejszych pojęć, takich jak przedmiot, istnienie, własność, stosunek i inne"[2]. Obydwie odmiany metafizyki, zachowując swój samodzielny charakter, zakładają oddziaływanie z nauką. Przypomina to pierwszy typ relacji między fizyką a metafizyką, ale odznaczający się zdecydowanie większym krytycyzmem. W ubiegłym stuleciu pojawiło się niemało prób zbudowania metafizycznych systemów, które bezpośrednio nawiązywały do danych nauki. Bardzo charakterystyczna w tym względzie jest chociażby koncepcja A.N. Whi-

[2]T. Czeżowski, *O metafizyce, jej kierunkach i zagadnieniach*, Kęty: Antyk 2004.

teheada. Wydaje się, że do tego typu metafizyki należy zaliczyć także rozważania M. Łosskiego.

2. O METAFIZYCE ŁOSSKIEGO

Jeden z najwybitniejszych filozofów rosyjskich Mikołaj Łosski otrzymał gruntowne wykształcenie nie tylko w dziedzinie humanistyki, ale i nauk ścisłych. Absolwent Historyczno–Filologicznego i Fizyczno–Matematycznego Wydziału Uniwersytetu w Sankt–Petersburgu (gdzie studiował w latach 1891–1898), Łosski resztę życia całkowicie poświęcił filozofii. Był profesorem swej *alma mater* — Uniwersytetu Petersburgskiego, a po wydaleniu z Rosji, od 1922 r. wykładał na uniwersytetach w Pradze, Brnie, Bratysławie oraz prawosławnej Akademii Duchownej św. Włodzimierza w Nowym Yorku. W latach młodzieńczych Łosski wyznawał poglądy materialistyczne i ateistyczne. We swych wspomnieniach pisał: „Byłem przekonany, że studiowanie fizyki, chemii i fizjologii oznacza zdobycie wiedzy o fundamentalnej budowie świata”[3]. Aczkolwiek w wieku dojrzałym zbliżył się do idealizmu, do końca życia zachował jednak zaufanie do metody empirycznej, próbując przy tym pogodzić empiryzm z podejściem idealistycznym.

W swej twórczości niejednokrotnie podejmował zagadnienia z pogranicza filozofii i przyrodoznawstwa. Warto wymienić kilka charakterystycznych w tym względzie prac Łosskiego. Na XI Międzynarodowym Kongresie Filozoficznym w Brukseli w 1953 r. wygłosił odczyt *Space, Time and Einstein's Theories*. W 1959–1960 r. na łamach paryskiego emigracyjnego tygodnika „Russkaja mysl” ukazał się jego artykuł, wprost zatytułowany *Fizyka i metafizyka*. 15 stycznia 1960 r. w Paryskim Towarzystwie Naukowo–Filozoficznym Łosski zaprezentował referat *Pojęcie substancji jako warunek konieczny wiedzy naukowej*. Już w tytule swego odczytu rosyjski myśliciel daje do zrozumienia, że nauka nie

[3] *Wospominanija. Żizń i fiłosofskij put'*, „Woprosy fiłosofii” 10 (1991), 178.

może się obejść bez dociekań metafizycznych. Podobną myśl wypowiedział we wcześniejszym referacie *Warunki możliwości ewolucji*, wygłoszonym na II Polskim Zjeździe Filozoficznym w Warszawie w 1927 r. Na czym, zdaniem Łosskiego, polega związek nauki i metafizyki?

Najpierw zobaczmy, w jaki sposób myśliciel opisuje specyficzne zadanie metafizyki. Łosski nawiązuje do klasycznej Arystotelesowskiej tezy (podzielanej przez wielu filozofów rosyjskich na czele z Włodzimierzem Sołowjowem), iż metafizyka, jako najbardziej uniwersalna i abstrakcyjna dyscyplina, sięga „pierwszych zasad" rzeczywistości:

Badając elementy bytu, metafizyka odnajduje w wielości różnorodnych przedmiotów ich *identyczny* rdzeń. Lecz także nauki szczegółowe wykonują to zadanie, np. fizyka odkrywa identyczny aspekt procesów świetlnych i elektromagnetycznych. Różnica polega jedynie na tym, iż nauki szczegółowe w swej analizie bytu nie sięgają zbyt głęboko, podczas gdy celem metafizyki jest rozłożenie bytu na ostatnie, *wyróżnione przez myśl*, elementy, a co za tym idzie — ustalenie najbardziej powszechnych identycznych elementów. Następnie, obserwując zmiany zachodzące w świecie, metafizyka dąży do odnalezienia w zmienności tego, co niezmienne. Lecz i fizyka ma ten sam cel, ustalając, np., że w wyniku przemiany energii jej ilość zostaje zachowana. Różnica dotyczy tylko tego, że metafizyk, doprowadzając swą analizę do ostatecznej głębi, dochodzi do takiej niezmienności, jaką jest np. substancja. Wreszcie każda nauka usiłuje dojść od tego, co pochodne, do dziedziny *podstawowej* i ustalić zależność tego, co pochodne, od jego podstawy. Lecz metafizyk, mając za przedmiot swego badania całość świata, a nie jakąś jego część, nie zatrzymuje się na *względnej* podstawie. Poszukując podstawy absolutnej, wkracza on w dziedzinę Ponadświatowej Zasady, w sferę Absolutu[4]. W sposób szczególny temat relacji między nauką a metafizyką Łosski podejmuje

[4] *Tipy mirowozzrienij* w: N.O. Łosskij, *Czuwstwiennaja, intielektualnaja i misticzeskaja intuicija*, Moskwa: Riespublika 1995, s. 8.

we wspomnianej wyżej pracy *Fizyka i metafizyka*, która stanowi odpowiedź rosyjskiego myśliciela na książkę *Physics and Microphysics* Loisa de Broglie'a. Podzielając ideę francuskiego uczonego, iż odkrycia współczesnej fizyki domagają się nowej filozoficznej interpretacji, Łosski proponuje swoje własne rozwiązanie, które miałoby harmonijnie połączyć naukę i metafizykę. Realizację tego projektu filozof zaczyna od poszukiwania odpowiedniej metafizyki, która, nawet jeśli nie „uzasadniałaby" danych ówczesnej nauki (fizyki i biologii), to przynajmniej nie ignorowałaby owych wyników. Koncepcja metafizyczna ma być na tyle uniwersalna i elastyczna zarazem, by mogła „pasować" do teorii naukowych i je „uzupełniać".

Swą metafizyczną doktrynę Łosski przedstawił w licznych wcześniejszych pracach. Kluczowym w jego systemie jest pojęcie czynnika substancjalnego (*substancialnyj diejatiel*). W opinii Łosskiego, czynniki substancjalne leżą u podstaw każdego bytu (z wyjątkiem Boga), począwszy od elektronu (lub jeszcze bardziej prostych istot, „które z czasem zostaną odkryte przez fizykę"[5]) aż po ludzką jaźń, złożone organiczne struktury i tzw. Najwyższą Substancję. Czynniki substancjalne można porównać z monadami Leibniza z tym zastrzeżeniem, iż one oddziałują na siebie, co wyraża się w ich przyciąganiu lub odpychaniu (właśnie dlatego Łosski określa substancje jako „czynniki"; dosł. „działacze", „agensy"). Odpowiadają one za wszelkie znane procesy, zachodzące w świecie, takie jak: szeroko pojęty ruch (badany przez fizykę), rozwój organizmów (opisywany przez biologię), procesy percepcji i myślenia (ustalane przez psychologię) itp. By dopełnić charakterystyki czynników substancjalnych Łosskiego, dodajmy, że mają one aprzestrzenną a atemporalną naturę, są niedyskretne. Pisze Łosski:

> Tworząc zdarzenia, posiadające czasową i przestrzenną formę, same [czynniki substancjalne] są uwolnione od tych

[5] *Bog i mirowoje zło*, Moskwa: TERRA — Kniżnyj kłub, izd. „Riespublika" 1999, s. 334.

> form; są nieczasowe i nieprzestrzenne. Mało tego, rozporządzają tymi formami; w istocie rzeczy, tworząc takie zdarzenia, jak ruch, dźwięki, dążenia, uczucia itp., nie umieszczają ich w niezależnie istniejącym już czasie i przestrzeni, lecz same nadają swym przejawom czasową lub przestrzenno–czasową formę[6].

Stąd to nie świat znajduje się w czasie i przestrzeni, ale przestrzeń i czas — jako formy bytów empirycznych — znajdują się w świecie[7]. Czynników substancjalnych nie należy rozumieć jako najmniejszych niepodzielnych cząstek („atomów"), konstytuujących bardziej złożone struktury, ale raczej jako „nośniki" bytu na wzór Platońskich idei[8]. Mają one indywidualny, „osobowy", quasi–psychiczny charakter. Stąd swą koncepcję Łosski określa mianem personalizmu. Czynniki substancjalne tworzą hierarchiczną drabinę, przy czym na wyższym stopniu rozwoju (jak w przypadku człowieka) quasi–psychiczne właściwości czynników substancjalnych przejawiają się w postaci świadomości. I znów dostrzegamy podobieństwo między nauką Łosskiego a doktryną Leibniza o apercepcji i percepcji monad.

Jedne i te same elementy kształtują wiele zdarzeń, co pozwala stwierdzić, iż cała rzeczywistość w swej najgłębszej, metafizycznej osnowie charakteryzuje się wewnętrzną jednością, a nawet „współistotowością". W ten sposób „*wszystko jest immanentne wszystkiemu*"[9]. Wszystkie czynniki substancjalne zostały stwo-

---

[6] *Ideał doskonałości absolutnej. Bóg i deifikacja stworzenia* (fragm. pracy *Usłowija absolutnogo dobra*), tłum. R. Sapeńko w: L. Kiejzik (red.), *Niemarksistowska filozofia rosyjska. Antologia tekstów filozoficznych XIX i pierwszej połowy XX wieku*, cz. II, Łódź: Ibidem 2002, s. 95–96.

[7] *Space, time and Einstein's theories* w: *Actes du XI–ème Congrès International de philosophie*, vol. VI: *Philosophie et méthodologie des sciences de la nature*, Amsterdam: North–Holland Publishing Company, Louvain: Éditions E. Nauwelaerts, s. 176.

[8] Por. *Obszczedostupnoje wwiedienije w filosofiju*, Frankfurt am Main: Posiew 1956, s. 34–35.

[9] *Ideał doskonałości absolutnej*, op. cit., s. 97.

rzone przez ponadświatową zasadę — Boga i 'nadzielone' przez Niego „twórczą siłą" do dalszego rozwoju. Nie są one zdeterminowane; przeciwnie, odznaczają się maksymalną wolnością. Rosyjski filozof twierdzi:

> Bóg tworzy twórców i daje im możliwość samodzielnej realizacji swego życia w czasie, a nawet wypracowania samoistnych form życia, np. formy tlenu, azotu, krystaliczności soli kuchennej, formy konwalii, orła, ludzkości itp. (...) Bóg stworzył w sposób ponadczasowy jedynie ponadczasowy system czynników substancjalnych, nie nadając im żadnego empirycznego charakteru, który w przyrodoznawstwie wyraża się postaci rodzajów, gatunków, rodzin itp. Wszystkie wydarzenia, wszystkie procesy, które składają się na życie świata i które wyrażają właściwości rodzajów istot, ich gatunków itp., jak również abstrakcyjne idee odpowiednich form życia, nie są stworzone przez Boga, ale wypracowane przez same czynniki substancjalne[10].

Takie rozwiązanie pozwala pogodzić chrześcijański dogmat o stworzeniu świata z doktryną Darwina. Odpowiednia metafizyczna koncepcja jawi się nie jako alternatywa dla teorii nauk biologicznych, ale jej uzupełnienie.

W podobny sposób układają się stosunki między metafizyką a fizyką *sensu stricte*. Tak np. indeterminizm świata „mikro", badanego przez mechanikę kwantową, Łosski tłumaczy wolnością czynników substancjalnych, które leżą u podstaw wszystkich bytów. Jednocześnie, polemizując z L. de Brogliem, rosyjski myśliciel

[10] *O tworienii mira Bogom* w: S.L. Frank (red.), *Iz istorii russkoj fiłofskoj mysli konca 19–go i naczała 20–go wieka. Antołogija*, Washington — New York: Inter–Language Literary Associates 1965, s. 231, 234. Por. M. Łosski, *Warunki możliwości ewolucji* w: *Księga Pamiątkowa II Polskiego Zjazdu Filozoficznego, Warszawa 1927*, „Przegląd Filozoficzny" XXXI (1928), 115–117; T. Obolevitch, *O recepcji teorii ewolucji w filozofii rosyjskiej (W. Sołowjow, M. Łosski)*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce" XXXIII (2003), 112–124.

twierdzi, że nie ma potrzeby „reformować” pojęcia czasu i przestrzeni: „Jedność czasu i przestrzeni jest zupełnie zrozumiała, ponieważ są one wytwarzane przez czynniki substancjalne”[11]. Zatem Łosski nie zadowala się odgórnym stwierdzeniem, że metafizyka docieka bardziej fundamentalnego poziomu rzeczywistości niż to czynią przyrodoznawstwo i humanistyka. W przekonaniu rosyjskiego filozofa, jego metafizyka jest otwarta na naukę. Swe rozważania Łosski próbuje wkomponować w konkretne teorie naukowe i pokazać, w jaki sposób metafizyka przyczynia się do „zgłębienia” problemów fizycznych.

3. PODSUMOWANIE

Nie wgłębiając się w kolejne niuanse systemu Łosskiego, rozważmy pytanie: jakie znaczenie ma tego typu metafizyka?

Zaznaczyliśmy już, że propozycję Łosskiego można umieścić wśród tych koncepcji, które dążą do dokonania swoistego „przekładu” danych poszczególnych nauk na bardziej uniwersalny język metafizyki. W tym wypadku dochodzi do „skrzyżowania” rozważań metafizycznych z teoriami biologicznymi i fizycznymi. Doktryna Łosskiego jest narażona na wiele trudności, właściwych dla wszelkich prób reinterpretacji wyników nauki w kategoriach metafizycznych (w tym miejscu nie będziemy ich omawiać), niemniej jednak nie jest pozbawiona atrakcyjności. Jego koncepcja w wielu punktach zbliża się do „spekulatywnego systemu przyrody” A.N. Whiteheada (dostrzegał to sam Łosski). Obydwaj filozofowie głoszą pogląd o złożonej, hierarchicznej strukturze świata, ukształtowanej odpowiednio przez czynniki substancjalne (Łosski) lub aktualne zaistnienia (Whitehead); obydwaj rozpatrują

[11] *Poniatije substancii kak nieobchodimoje usłowije naucznogo znanija* <http://ihtik.lib.ru/ ph_articles/ ihtik–pharticle_1187.htm>. Por. *Intuitywizm i spółczesny realizm anglo–amerykański*, streścił T. Parczewski, „Kwartalnik Filozoficzny” t. III (1925), 398: „wskutek działalności [czynników substancjalnych] realizuje się jedyny czas i przestrzeń”.

rzeczywistość jako proces, w wyniku którego pojawiają się coraz to nowe formy bytu[12]. Metafizyka Łosskiego potrafi dobrze „wpisać” się w zastane teorie naukowe, a jednocześnie — uwzględniając „niedookreślony” charakter sugerowanych przezeń kategorii ontologicznych (czynników substancjalnych) — jest pozbawiona roszczeń do „absolutnego”, definitywnego „rozszyfrowania” rzeczywistości. Powstaje jednak pytanie: jaką rolę ma spełniać taka metafizyka? Czy wyjaśnienie świata w kategoriach naukowych nie wystarcza? Czy zatem nauka i metafizyka stanowią dwa języki, opisujące rzeczywistość, zaś wybór między nimi zostaje w gestii osobistych preferencji? Niewątpliwie, po usamodzielnieniu się i intensywnym rozwoju nauki, nie istnieje możliwość powrotu do takich relacji, jakie zachodziły między fizyką a metafizyką w starożytnej Grecji. Zawsze będzie istnieć napięcie pomiędzy nimi. Niemniej w historii filozofii nie brakowało wysiłków znalezienia wspólnej płaszczyzny, śmiałych prób wykroczenia poza granice — już nie tylko samych zjawisk (co niegdyś było przedmiotem krytyki wszelkich odmian pozytywizmu), ale teorii naukowych i postawienia pytań, dotyczących natury wszechświata i możliwości jego poznania. Kwestia relacji dyscyplin naukowych i metafizyki pozostaje otwarta.

SUMMARY

PHYSICS AND METAPHYSICS IN M. ŁOSSKI'S VIEWS

Generally speaking, one can distinguish the following approaches to the question of the mutual relationship between physics and metaphysics: (1) both these domains are on equal footing, (2) physics is subordinated to metaphysics, (3) metaphysics is subordinated to physics. In the second half of the 19^{th} century the fourth approach appears, namely an attempt to create a metaphysical system based on scientific results.

[12]Niewątpliwie, źródeł podobieństwa między koncepcją Łosskiego a Whiteheada należy upatrywać w inspiracji platońskiej.

The system created by the Russian philosopher N. Łosski belongs to the latter category. In his view, the so–called *substantial agents* are fundamental building–blocks of the entire reality: from elementary particles to living organisms. Łosski believed that his system could help solving some scientific problems. His ideas are similar to those of Leibniz and Whitehead.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 47–60

Robert Janusz
WSF–P „Ignatianum"
Kraków

ROLA MATEMATYKI W POWSTAWANIU TEORII POLA J.C. MAXWELLA

James Clerk Maxwell (1831–1879) był twórcą jednej z podstawowych teorii fizycznych, jaką jest klasyczny elektromagnetyzm. Pracując nad tą teorią, wielki fizyk opierał się początkowo na mechanicystycznych wzorcach. Co prawda, zdawał sobie później sprawę z nowości zawartej w swojej teorii pola, ale czy do końca pozbył się wszystkich mechanicystycznych poglądów, trudno jest osądzić, zwłaszcza jeśli chodzi o jego koncepcję eteru. Mimo tego, udało mu się stworzyć spójną teorię, której status epistemologiczny został ustalony już wtedy, gdy przybrała ona matematyczną postać. Zmieniło się przy tym znaczenie fenomenologicznych pojęć, które Maxwell przejął od swoich poprzedników. Na początku naszego artykułu opiszemy pokrótce stylizowaną nieco ewolucję pojęć, które weszły do teorii pola elektromagnetycznego, podkreślając niektóre ważne wątki, które wpływały na tworzący się nowy, polowy paradygmat fizyki. Odniesiemy się także do indukcjonizmu w filozofii, panującej za czasów Maxwella. W końcu, zastanawiając się nad tym, co znaczy rozumieć w fizyce, skupimy się zarówno na roli matematyki w procesie powstawania teorii fizycznej, jak i jej późniejszym rozwoju.

1. EWOLUCJA POJĘĆ PROWADZĄCA DO TEORII POLA

W fizyce ważne pojęcia często związane są z odkrywczymi doświadczeniami, ale także z dominującą tradycją. Mechanika klasyczna wprowadziła paradygmat mechanicystyczny, w którym punkty materialne poruszały się pod wpływem działających na nie sił. Podobnie próbowano podchodzić do zjawisk elektrycznych i magnetycznych, znanych już od starożytności. Już wtedy zaciekawienie Talesa z Miletu (VI r. przed Chr.) wzbudzał potarty tkaniną bursztyn (gr. elektron), gdyż przyciągał kawałki trawy czy pergaminu, ale dopiero systematyczne badania W. Gilberta, zwieńczone w 1600 r., i późniejsze eksperymenty z 1752 r. B. Franklina (1706–1790) pokazały, że różne ciała wykazują podobne do bursztynu zachowanie. Gilbert nazwał opisywane przez siebie oddziaływanie siłami elektrycznymi. W roku 1734 Ch.F. du Fay wykazał istnienie dwóch typów ładunków elektrycznych, a Franklin je sklasyfikował na dodatnie (gromadzące się na szkle) i ujemne (na ebonicie). Ładunki różnoimienne się przyciągają, a równoimienne odpychają. W r. 1729 S. Gray wprowadził podział substancji na izolatory i przewodniki, po których mogą przemieszczać się ładunki elektryczne[1]. Siły magnetyczne także znano już w starożytności. Pochodzące z Magnezji w Azji Mniejszej rudy (magnetyt, piryt magnetyczny) mają tę właściwość, że przyciągają żelazo i siebie nawzajem. W średniowieczu znano już zjawisko magnesowania stali, która stawała się, w wyniku tego procesu, magnesem stałym. Od III r. w Chinach i od ok. XIII r. w Europie używano igły magnetycznej do wyznaczania kierunków geograficznych na morzu. Wiedziano także, że pod wieloma względami (dwutypowość ładunków i biegunów, przyciąganie i odpychanie)

[1] Oznaczenie ładunków było czystą konwencją, bez jakiejś fizycznej treści, gdyż ładunek dodatni uważać by trzeba za niedomiar ładunków ujemnych. Por.: Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, cz. III: *Elektryczność i magnetyzm*, s. 11n.; R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, PWN, Warszawa 1996, s. 211; D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka*, PWN, Warszawa 1974, t. 2, s. 13n.

siły magnetyczne i elektryczne są do siebie podobne[2]. Najprawdopodobniej Franklin był pierwszym, który zauważył (1755), że wewnątrz metalowego, izolowanego naczynia nie ma ładunków elektrycznych. W r. 1767 J. Priestley (1733–1804) potwierdził obserwacje swego przyjaciela, Franklina, i przewidział, że siła elektrostatyczna jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości — podobnie jak to ma miejsce dla sił grawitacyjnych. Właściwe prawo, opisujące siłę przyciągania elektrostatycznego, zostało odkryte w 1785 r. przez Ch.A. de Coulomba (1736–1806) i miało ono rzeczywiście postać analogiczną do centralnej siły grawitacji (z wyjątkiem co do znaku, ładunków — w miejscu grawitacyjnych mas i stałej proporcjonalności). Jeśli zaś idzie o wykładnik przy odległości między oddziałującymi ładunkami, to H. Cavendish (1731–1810) wyznaczył go empirycznie na 2 ± 0.02, jednak nie opublikował swych badań. Podobnie do elektrostatycznej zachowuje się statyczna siła magnetyczna, znana także już Coulombowi, z tym, że w miejsce ładunków wchodzą do wzoru tzw. „masy magnetyczne"[3]. W ten sposób sklasyfikowane i przebadane doświadczalnie statyczne oddziaływania elektryczne i magnetyczne bardzo dobrze pasowały do paradygmatu mechanicystycznego: punktowe obiekty (masy, ładunki, masy magnetyczne) oddziałują z siłą zależną tylko od odległości (tzw. siła centralna), a mianowicie odwrotnie proporcjonalną do kwadratu odległości.

Jednakże pojawiły się nowe typy doświadczeń, które zaczęły mącić mechanicystyczny obraz. H.Ch. Oersted (1777–1851) zauważył, że płynący prąd elektryczny odchyla igłę busoli (1820), a A.M. Ampère (1775–1836) odkrył zjawisko magnetycznego przyciągania się płynących prądów. Przed Maxwellem największy wkład w badania odrębnych — jak się dotąd uważało — zjawisk elektrycznych i magnetycznych pochodził od Michaela Faradaya (1791–1867). To jego zasługą było wprowadzenie koncepcji pola

[2] Por.: Sz. Szczeniowski, dz. cyt., s. 101n.

[3] Por.: D. Halliday, R. Resnick, dz. cyt., s. 16, 66; Sz. Szczeniowski, dz. cyt., s. 133n.

po to, by wyrazić przy jego pomocy odkryte w 1831 r. prawo indukcji polegające na tym, że zmienne w czasie pole magnetyczne wzbudza zamknięte linie sił pola elektrycznego. Otwierała się w ten sposób możliwość unifikacji obu oddziaływań. Geniusz Faradaya w odniesieniu do intuicyjnych koncepcji pól sprawił, że w opisie zjawisk elektrycznych i magnetycznych zaczęto później odchodzić od mechanicystycznego podejścia. Dotychczasowy obraz oddziaływań punktowych mas i ładunków, przyciągających się lub odpychających „na odległość", został przez Faradaya całkowicie zastąpiony przez inny, fenomenologiczny obraz: oddziaływanie jest lokalne, oparte na działaniu pól elektrycznego i magnetycznego na ładunek i prąd elektryczny. Mimo tego, że Faradayowi nie udało się sformułować teorii w języku matematycznym, jego koncepcja fizycznych pól i oddziaływań lokalnych stanowiła przełom w dziewiętnastowiecznym, mechanicystycznym podejściu do zjawisk fizycznych. Model Faradaya okazał się bardzo plastyczny, zwłaszcza w późniejszym opisie swobodnych, zmiennych pól elektrycznych i magnetycznych[4]. Przed Faradayem uważano, że istotne znaczenie dla zjawisk elektrycznych mają jedynie ładunki elektryczne. Jednak Faraday wykazał, że ważne jest także to, co dzieje się „wewnątrz" substancji, że także izolator — dielektryk — „decyduje" o tym, że w jego wnętrzu może istnieć pole elektryczne. Co do przewodników, to Faraday przeprowadził interesujące doświadczenie, wchodząc do skrzyni, która była pokryta metalem, stała na izolatorach i była naładowana za pomocą generatora elektrostatycznego; wielki eksperymentator siedzący wewnątrz nie odczuwał żadnego naładowania, które wyraźnie dawało o sobie znać na zewnątrz skrzyni[5]. Dielektryki i przewodniki domagały się nowych uzasadnień. Koncepcja punktowych ładunków

[4]Por.: J. Werle, *Czym jest fizyka?*, [w:] *Encyklopedia fizyki współczesnej*, [red.:] A.K. Wróblewski i inni, PWN, Warszawa 1983, s. 28n.

[5]Por.: Sz. Szczeniowski, dz. cyt., s. 13; D. Halliday, R. Resnick, dz. cyt., s. 66.

działających na siebie na odległość musiała ustąpić fenomenologicznemu opisowi polowemu.

2. MAXWELLA TEORIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Zasługą Maxwella było m.in. stworzenie matematycznej teorii zjawisk elektromagnetycznych. Warto wspomnieć w tym miejscu, że Maxwell miał także inne, ważne osiągnięcia dotyczące np. kinetycznej teorii gazów. To właśnie on jako pierwszy podał prawo rozkładu prędkości molekuł w jednorodnym gazie o stałej temperaturze, co pozwoliło uściślić rodzącą się teorię kinetyczną, która oparta została na zjawiskach mikroskopowych i matematycznych teoriach dotyczących zachowania się układów o wielkiej liczbie cząstek. Także Maxwell opisał teoretycznie takie fenomenologiczne zjawiska jak: przewodnictwo cieplne, lepkość i dyfuzja gazów[6]. Maxwell był człowiekiem swej epoki, w której paradygmatem był mechanicyzm, do którego pasowało odkryte przez Coulomba prawo. W tym duchu Maxwell przeprowadził dokładne eksperymenty w badaniu prawa Coulomba: wyznaczył empirycznie wykładnik potęgowy z doświadczenia Cavendisha, otrzymując 2 ± 0.00005[7]. Doświadczalne potwierdzenie wszystkich matematycznych przewidywań było uspokajające, ale tak naprawdę nie tłumaczyło nowych, empirycznych problemów związanych z elektrycznością i magnetyzmem. Maxwell zdawał sobie z tego sprawę. Okazało się, że to właśnie fenomenologiczna koncepcja Faradaya, dotycząca linii pola w opisie zjawiska indukcji, stała się dla twórcy elektrodynamiki bardzo istotna, choć obalała paradygmatyczne, mechanicystyczne oddziaływania na odległość.

[6]Por.: J. Werle, *Czym jest fizyka?*, dz. cyt, s. 28.

[7]Por.: D. Halliday, R. Resnick, dz. cyt., s. 66n. Z równań Maxwella wynika, że wykładnik ten jest dokładnie równy 2, a więc jest tak, jak w odniesieniu do sił grawitacyjnych działających na odległość.

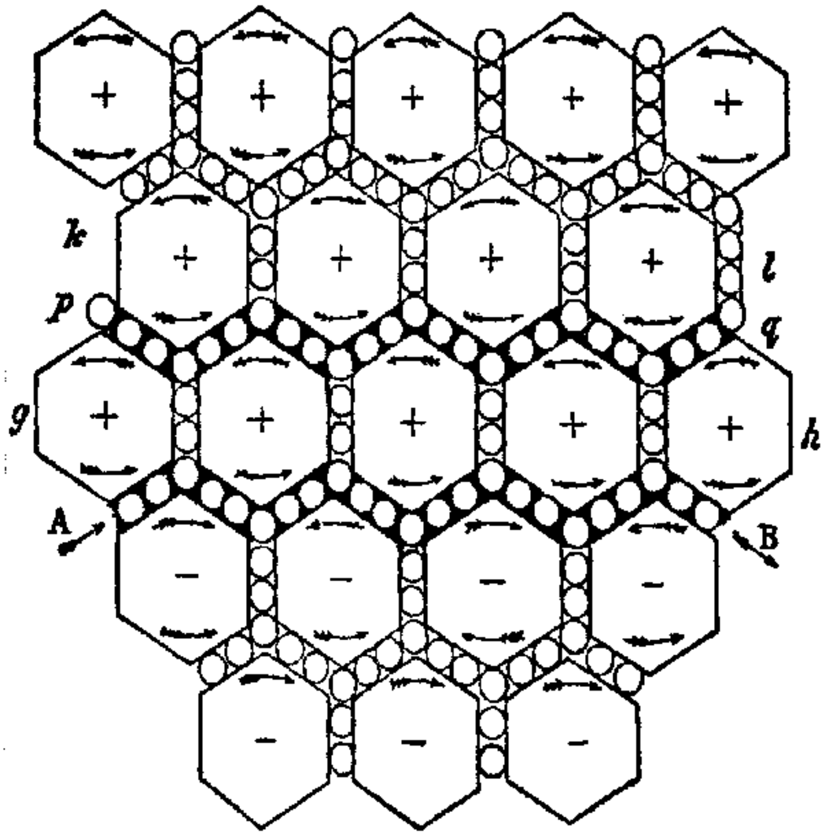
Faraday był do przekonany (1851) o prawdziwości swego polowego ujęcia. Pisał: „Nie mogę się powstrzymać od ponownego wyrażenia przekonania o prawdziwości obrazu, jaki dają nam linie oddziaływania magnetycznego. Obraz ten jest zgodny ze wszystkimi faktami, jaki można eksperymentalnie ustalić dla tego oddziaływania, tzn. ze wszystkim, co nie jest hipotezą". Jednakże w społeczności uczonych poglądy Faradaya nie były łatwo akceptowane. G. Airy, znany uczony brytyjski, broniąc teorii oddziaływania na odległość, ripostował w 1855 r.: „Stwierdzam, że nie mogę wyobrazić sobie, aby ktokolwiek, kto praktycznie i liczbowo stwierdził [...zgodność z siłą działającą na odległość...] mógł wahać się choć chwilę w wyborze między prostym i ścisłym oddziaływaniem z jednej strony, a czymś tak niejasnym, jak linie sił z drugiej strony"[8]. Maxwell stanął wobec opracowania nowej koncepcji, ale także wymagań starego paradygmatu. Nie od razu stało było jasne, że obie te rzeczy są od siebie niezależne. J. Życiński zauważył, że „koncepcja pola miała w intencjach Maxwella służyć ratowaniu mechanicyzmu. Ostatecznie okazało się jednak, że to właśnie ona przyczyniła się w sposób decydujący do upadku tego kierunku"[9]. Prace Maxwella, dotyczące zjawisk elektrycznych i magnetycznych, pojawiły się ok. 1861 r. i zostały zwieńczone dziełem *Treatise on Electricity and Magnetism* (1873). Maxwell wykorzystał w nich fenomenologiczny opis polowy, opracowany właśnie przez Faradaya. Początkowo wyobrażał sobie pole jako ciecz złożoną z różnych molekuł, albo jako maszyny, których części obrazowałyby nową teorię [zob. rysunek]. Niemniej, dla nauki ważne okazały się nie fenomenologiczne wyobrażenia Maxwella, ale jego ujęcia praw fizyki w ścisłym języku matematycznych równań różniczkowych. Maxwellowi udało się opisać w ten sposób prawa Gaussa, Oersteda, Ampère'a (który przypuszczał, że oddziaływania elektryczne są przyczyną wszystkich zjawisk

[8] Cyt. za: D. Halliday, R. Resnick, dz. cyt., s. 249.

[9] J. Życiński, *Przed upadkiem monarchii w nauce*, [w:] *Wszechświat — maszyna czy myśl*, dz. cyt., s. 208.

magnetycznych), i — oczywiście — Faradaya. Co prawda, matematyczne opracowanie odkrytej przez Faradaya indukcji elektromagnetycznej było dziełem Thomsona, to jednak przełomowe okazały się dokonania Maxwella. W pracach tych doszło do ważnego metodologicznie odkrycia — matematyczne równanie, które miałoby odpowiadać pierwotnemu prawu Oersteda, dla gęstości ładunku zależnej od czasu, okazało się sprzeczne z prawem zachowania ładunku. Dla Maxwella było to nie do przyjęcia, dlatego zmienił to równanie, otrzymując niesprzeczny układ zwany dziś „równaniami Maxwella" (elektrodynamiki klasycznej). Równania te, w jednolitej matematycznie formie, zunifikowały ze sobą zjawiska magnetyczne i elektryczne. Co więcej, ich formalna postać sugerowała istnienie nowego zjawiska, nieznanego dotąd, jakim są fale elektromagnetyczne. Maxwell teoretycznie przewidział, że powinny być to fale poprzeczne. Ponadto zauważył, że znane wówczas zachowanie się światła może być zrozumiane dzięki opisowi przy użyciu fal elektromagnetycznych, mających ściśle określone własności. Opierając się na doświadczeniach Faradaya i swoich teoretycznych dociekaniach Maxwell założył, że światło jest falą elektromagnetyczną o małej długości. Fale elektromagnetyczne o dużych długościach wytworzył eksperymentalnie H.R. Hertz dopiero w 1888 r. Chociaż Maxwell w *Traktacie* postulował istnienie eteru — substancji, w której rozchodziłoby się oddziaływanie elektromagnetyczne, a nawet wcześniej konstruował mechaniczne modele falującego ośrodka, to w innych pracach uważał eter jedynie za hipotezę. Ten pogląd był powszechny w XIX r. i dopiero Michelson w 1881 r., a następnie Michelson i Morley w r. 1887., badając ruch światła, doświadczalnie wykluczyli wpływ eteru na jego ruch. Eter był hipotetyczną, materialną substancją, której teoria Maxwella w ogóle nie postulowała ani fizycznie, ani matematycznie[10].

[10]Por.: tamże; M. Heller, *Światło i eter*, [w:] *Wszechświat — maszyna czy myśl*, [red.:] M. Heller, J. Życiński, PTT, Kraków 1988, s. 212n.



„Pole” mechaniczne

3. TEORIA POLA A POZYTYWIZM

Zauważmy, że program badań przyjęty przez Maxwella jest także dziś typowy dla fizyki teoretycznej i już wtedy ukazał swoją metodologiczną płodność. Bez wątpienia, dla wielkiego fizyka ważna była fenomenologiczna baza ujmująca wyniki badań w nowej koncepcji pola (nie wolnej od tajemniczego eteru), wypracowanej przez poprzedników. Niemniej jednak, matematyczne równania, uogólnione do zmiennych prądów, wykazały sprzeczność z zasadami zachowania. Ten stan rzeczy nie spowodował jednak „powrotu do empirii", ale „sięgnięcie do teorii" — Maxwell wybrał nową postać równań kierując się zasadami niesprzeczności. W ten sposób zaufał równaniom, tworząc z nich matematyczną hipotezę uogólniającą dostępne fenomenologicznie zjawiska. Uogólnienie pochodziło więc od wymagań, jakie teoretyk stawia swoim teoriom a nie eksperymentator swoim doświadczeniom. Powstała zatem spójna teoria, która przy pomocy równań różniczkowych cząstkowych opisywała zachowanie się pól: elektrycznego i magnetycznego, unifikując je w oddziaływania elektromagnetyczne. Mając do dyspozycji nowe, matematyczne narzędzie Maxwell rozpoczął opis obiektów fizycznych, które dotąd nie zostały w ogóle zbadane. To z równań wynika, że pola mają własności falowe, i że fale elektromagnetyczne są falami poprzecznymi. O ile znane własności światła podpadały pod opis elektrodynamiczny, o tyle odkrycie fal o dużej długości (małej częstości zmian) — fal radiowych — nastąpiło dopiero 9 lat po śmierci Maxwella. Teoria podpowiadała eksperymentatorom, czego należy w przyrodzie szukać i jak to „coś" się zachowuje. Natomiast ważne w kontekście odkrycia cechy fenomenologiczne zostały przez Maxwella poprawione, gdyż tego domagała się matematyka rodzącej się teorii. Pole fizyczne stało się jasnym pojęciem naukowym dzięki matematyce, bez względu na to, „co" miałoby falować. Późniejszy rozwój elektrodynamiki nie potrzebował hipotetycznego eteru — wystarczyło, aby sama teoria była poprawna.

Elektromagnetyzm musiał się bronić nie tylko przed paradygmatem mechanicystycznym. W drugiej połowie wieku, który miał rozpocząć pozytywny rozwój wiedzy według kanonów nakreślonych przez filozofów, właśnie fizyka zaczęła przepowiadać upadek deklaratywnej metodologii. Indukcyjna wizja wszystkich nauk J.S. Milla (1806–1873) kompletnie zawodzi przy próbie zastosowania jej do teorii Maxwella. Kanony: jedynej zgodności, jedynej różnicy, zmian towarzyszących, zgodności i różnicy, reszt[11] — zastosowane do odrębnych zjawisk elektrycznych lub magnetycznych — nie są wstanie wskazać poprawnej teoretycznie postaci równań opisujących zunifikowane oddziaływanie elektromagnetyczne. Maxwell postawił matematyczną hipotezę, której wewnętrzna spójność była podyktowana względami teoretycznymi, bo to właśnie one ujawniły kłopoty z fenomenologią empirycznych ujęć Oersteda. Nieprzydatność kanonów Milla w zastosowaniu do przewidywań teorii Maxwella, potwierdzonych przez Hertza, jest więc oczywista.

Teoria oddziaływań elektromagnetycznych Maxwella była bez zastrzeżeń przyjmowana już w końcu XIX r. Wprowadziła ona istotny przewrót w strukturze całej fizyki. Zunifikowane zostały zjawiska uważane dotąd za niezależne: elektryczne, magnetyczne, oraz cała optyka stała się działem elektrodynamiki. H.A. Lorenz (1853–1928), jeszcze przed odkryciem elektronu, zastosował prawa Maxwella do opisu mikroświata i jako wynik statystycznych uśrednień potrafił wywnioskować wiele właściwości elektromagnetycznych ciał[12]. Również ten sposób rozwijania się fizyki przeczył pozytywistycznemu programowi Milla. Teoria Maxwella zapoczątkowała nowy typ badań, który bogato rozwinięto w XX w. Podkreślamy tutaj jeszcze pewien ważny metodologicznie fakt. Elektrodynamika klasyczna odniosła sukces zmieniając fizyczną ontologię. Teoria ta opisuje bowiem lokalne oddziaływanie pól, a nie oddziaływanie cząstek na odległość, jak to było w mechanice I. Newtona (1642–1727). Również postulat sprężystego eteru okazał się chybiony, mimo że rozważali go fizycy przyzwyczajeni do mechanicyzmu, z Maxwellem włącznie.

---

[11] Na temat kanonów Milla zob.: J.W. Bremer, *Wprowadzenie do logiki*, (Myśl filozoficzna), WAM, Kraków 2004, s. 198n.

[12] Por.: J. Werle, dz. cyt. s. 29n.

4. ROZUMIENIE W FIZYCE

Richard P. Feynman (1918–1988) świetnie scharakteryzował problem rozumienia w fizyce — na problemy trzeba patrzeć z różnych perspektyw, gdyż fizyczna rzeczywistość jest nazbyt powikłana, „aby móc ją bezpośrednio zanalizować przez rozwiązanie równania różniczkowego". Jednakże żaden z „heurystycznych modeli, jak na przykład linie sił pola, nie jest dla wszystkich sytuacji ani dostatecznie ścisły, ani dostatecznie wyczerpujący. Istnieje tylko jedna droga ścisłego przedstawienia tych praw, a są nią równania różniczkowe. Mają one tę zaletę, że są to równania podstawowe i, o ile wiemy, ścisłe". Feynman dostrzega jednak różnicę między fizykami a matematykami; ci drudzy nierzadko gubią fizyczny sens zagadnień i twierdzą, że równanie zawiera wszystko, że wystarczy je zrozumieć, aby rozumieć fizykę. Fizyk, zdaniem Feynmana, musi mieć „o wiele głębsze zrozumienie równań". Noblista powołuje się przy tym na Diraca, który powiadał, że „rozumiem, co jakieś równanie oznacza, gdy mogę, nie rozwiązując go, wyobrazić sobie cechy charakterystyczne jego rozwiązania". Umiejętność przewidywania tego, o czym mówi równanie w określonych warunkach — bez rozwiązywania go — oznacza, według Feynmana, rozumienie tego równania zastosowanego do tychże warunków. Takie „rozumienie fizyczne jest całkowicie niematematyczne, nieścisłe i niedokładne, ale dla fizyka bezwzględnie konieczne". Poza tym, poznanie tego, co prawdziwe w szczególnych sytuacjach, nie koniecznie jest prawdziwe ogólnie. Dlatego Feynman woli rozpoczynać od ogólnych praw i stosować je do konkretnych sytuacji, co jest zupełnie różne od, pożytecznego skądinąd, ujęcia historycznego[13]. W powyższych rozważaniach zawarta jest *implicite* ważna metodologia, odnosząca się także do elektrodynamiki. Matematyka, rozumiana jako sposób rachowania lub dowodzenia twierdzeń w technicznym rachunku logicznym, rzeczy-

[13]Zob.: R.P. Feynman i inni, *Feynmana wykłady z fizyki*, PWN, Warszawa 1974, t. II, cz. 1, s. 29n.

wiście nie przydaje się fizyce, bo fizyka nie polega na dowodach i sprowadzaniu jakiejś równości do prostszej postaci. Fizyka jest nauką empiryczną, ale równocześnie — matematyczną w „głębszym" sensie. Nie chodzi w niej także o zmatematyznowanie fenomenologicznych treści, jak to czyniło wielu badaczy zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Co więcej, nawet zbyteczne rusztowanie skonstruowane z pojęcia eteru, mogło odgrywać pomocną rolę prowadzącą do odkrycia „tych" równań, które stały się podstawą teorii, dzięki którym można zrozumieć istotne szczegóły i metodologicznie odseparować to, o czym teoria w ogóle nie mówi, z racji zakresu dostępnej jej abstrakcji. Takie równania wielkich teorii, zweryfikowane przez tysiące doświadczeń, nierzadko skrywają jednak pierwotnie nieoczekiwaną od nich głębię treści. Podobnie było z równaniami klasycznej elektrodynamiki.

Okazało się wkrótce, że pola elektryczne i magnetyczne nie mają charakteru bezwzględnego (jak np. — klasycznie — masa lub ładunek są niezależne od położenia i układu odniesienia). Z równań Maxwella wynika, że spoczywający ładunek wytwarza pole elektryczne a pole magnetyczne zeruje się, natomiast ładunek w ruchu (prąd) wytwarza dodatkowo pole magnetyczne. Zatem w układzie własnym ładunku (tym, w którym on spoczywa) brak jest pola magnetycznego, a w każdym innym, który porusza się względem układu własnego, pole magnetyczne wystąpi. Stwierdzono, że bezwzględny charakter ma jedynie nowa wielkość fizyczna — pole elektromagnetyczne, którego składowe — pola elektryczne i magnetyczne — zależą od wyboru układu odniesienia. Jak zauważył Misner, dla A. Einsteina (1879–1955) siły elektryczne i magnetyczne były początkowo „obrazami na siatkówce. Wkrótce zobaczył on jednak [...] rzecz realnie istniejącą, przedmiot [...] pierwotny względem tych sił, mianowicie pole elektromagnetyczne $F_{\alpha\beta}$". Misner podkreśla, że nie tyle unifikacja oddziaływań odgrywa tutaj pierwszorzędną rolę, ile raczej „przekonanie o istnieniu pewnej zewnętrznej rzeczywistości" obiektu F. „Einstein pokazał, że niematerialne byty są fundamentalnym tworzywem Wszechświata". Genialny następca Maxwella odkrył (w powyższym sensie) pole elektromagnetyczne, ale także — nieoczekiwane przez nikogo — metryczne pole grawitacyjne. „Wyższe symetrie" Einsteina, to „użycie matematycznych struktur w charakterze współautorów przy zapisie praw fizyki, a nie tylko posługiwanie się nimi w taki sposób, w jaki korzystamy z pióra i papieru"[14]. Fenomenologiczny opis Faradayowskiego pola osiągnął pełnię i stał się zrozumiały w matematycznym wydaniu równań Maxwella, który wyraził opisaną tu prawidłowość mówiącą o tym, że „równania matematyczne są mądrzejsze od tych, którzy je po raz pierwszy napisali"[15]. Nie oznacza to jednak — jak chce Feynman — ekspansji teorii tam, gdzie nie jest to uprawnione. Odnosi się to także do filozofii Maxwella, który „przyjmując mechanicyzm metodologiczny w dziedzinie badań przyrodniczych [...] odrzucał mechanicyzm ontologiczny, jako teorię sprowadzającą całą rzeczywistość do wszechwładnej mechaniki"[16].

W naszych rozważaniach widać, jak powstająca wielka teoria wspiera się nierzadko na założeniach, które „nie powinny" być brane pod uwagę przy jej powstawaniu, ale widzimy też nowości, których nikt by się „nie spodziewał" po dojrzałej teorii. W nauce tkwi filozoficzne piękno zadziwienia i głębia ukrytej prawdy. Nasze ludzkie środki dowodzenia, liczenia i eksperymentowania zaledwie wyczuwają ogromne bogactwo racjonalności dostępne nam poznawczo w odkrywaniu świata.

---

[14] A. Einstein doszedł, na badzie podobnych rozważań, do swojej szczególnej teorii względności. Por.: J. Mostowski, dz. cyt., s. 67; Ch.W. Misner, *Niematerialne składowe obiektów fizycznych*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce", 1983: V, s. 8n.

[15] Cyt. za: M. Heller, *Matematyczne zasady Izaaka Newtona*, [w:] *Wszechświat — maszyna czy myśl*, dz. cyt., s. 82.

[16] J. Życiński, dz. cyt., s. 209.

SUMMARY

THE ROLE OF MATHEMATICS IN J.C. MAXWELL'S FIELD THEORY

Phenomenological concepts describing electromagnetic interactions were expressed mathematically by Maxwell in his theory of electromagnetic field. His work was not free of mechanistic influences. It also broke down some elements of inductionistic paradigme. Maxwell's theory cannot be reduced to a simple methofology of solving equations. Physical theories imply a deeper understanding of equations which carry an 'immaterial content'. The 'higher symmetries' hidden in the equations should to use Einstein's expressions be viewed as a 'stuff of the Universe'.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 61–75

Michał Heller
Wydział Filozoficzny PAT
Kraków

GENEZA PRAWDOPODOBIEŃSTWA

1. PRAWDOPODOBIEŃSTWO W ŻYCIU I FIZYCE KLASYCZNEJ

Istnieje w nas głęboko zakorzeniony instynkt, który każe nam traktować często zachodzące zdarzenia za niewymagające uzasadnienia. To, co się zdarza rzadko, trzeba jakoś uzasadnić; to, co się zdarza często, jest normalne. Gdy chcemy to przekonanie uzasadnić bardziej „naukowo", mówimy, że to, co się zdarza często, jest wysoce prawdopodobne. Powołujemy się więc na rachunek prawdopodobieństwa. Wysoki stopień prawdopodobieństwa jest dla nas wystarczającym uzasadnieniem. To, co zdarza się rzadko, jesteśmy skłonni nazywać przypadkiem. Tak rozumiane przypadki „zaburzają" naturalny bieg świata: jeżeli nie zyskują specjalnego wyjaśnienia, pozostają intruzami w ciągu wydarzeń. W ten sposób rachunek prawdopodobieństwa staje się teorią świata. Zwykle matematykę stosujemy do świata za pośrednictwem teorii fizycznych, natomiast rachunek prawdopodobieństwa, a więc teoria czysto matematyczna, wyjaśnia coś, co zachodzi w świecie, a zatem niejako przejmuje zadanie fizyki.

Jest to jednak tylko pozór. W rzeczywistości matematyk, chcąc zastosować rachunek prawdopodobieństwa do świata (np. do wyjaśnienia rzutów kostką), najpierw konstruuje *model probabilistyczny* sytuacji, którą chce matematycznie modelować.

Definiuje więc *przestrzeń probabilistyczną*, która reprezentuje ogół możliwych wyników i na tej przestrzeni określa tzw. *funkcję rozkładu prawdopodobieństwa*, która mówi, jak często w przestrzeni probabilistycznej pojawiają się różne zdarzenia przy wielokrotnym powtarzaniu doświadczenia. Obie te definicje muszą być tak dobrane, ażeby „opisywały" modelowaną sytuację zgodnie z intuicją i — oczywiście — tak ażeby były spełnione aksjomaty wymagane przez rachunek prawdopodobieństwa. Trafność całej konstrukcji potwierdza lub falsyfikuje zgodność otrzymywanych teoretycznie przewidywań z rzeczywiście przeprowadzanymi doświadczeniami. Rachunku prawdopodobieństwa nie stosuje się więc bezpośrednio do świata, lecz za pośrednictwem modelu probabilistycznego. Ten ostatni odgrywa rolę teorii fizycznej, ale jest to teoria tak prosta, że najczęściej konstruuje ją sam matematyk, nie korzystając z pomocy fizyka. Fakt ten, połączony z ogromną skutecznością modeli probabilistycznych, wydaje się być jeszcze jednym argumentem na rzecz przeświadczenia o swojego rodzaju naturalności rachunku prawdopodobieństwa.

Przeświadczenie to jest w nas tak głęboko zakorzenione, że — znowu niemal instynktownie — sądzimy, iż pewne zdarzenia uznajemy za przypadkowe, ponieważ brak nam pełnej informacji na ich temat. Gdybyśmy taką informację posiadali, znalibyśmy wszystkie warunki ich zachodzenia lub niezachodzenia, zniknąłby element przypadkowości, bieg świata wróciłby do „normalności". Rodzi to poczucie niepewności, które — z psychologicznego punktu widzenia — wręcz utożsamiamy z pojęciem prawdopodobieństwa. Fakt ten znajduje swój wyraz w dość licznych komentarzach matematyków. Na przykład w rozdziale wstępnym do pewnego podręcznika rachunku prawdopodobieństwa czytamy: „W ramach tej teorii wynikowi $x \in A$ — przypisuje się liczbę zwaną *prawdopodobieństwem*, będącą miarą niepewności związanej z tym wynikiem"[1]. Nie bez wpływu na tego rodzaju przekonanie pozostaje

[1] A. Pacut, *Prawdopodobieństwo — Teoria — Modelowanie probabilistyczne w technice*, Wydawnictwa Naukowo–Techniczne, Warszawa 1985, s. 20.

geneza rachunku prawdopodobieństwa, który — jak wiadomo — narodził się ze spekulacji dotyczących gier hazardowych.

Brak wiedzy o danym układzie może być spowodowany jego wielką złożonością. Na przykład układ może składać się z tak wielkiej liczby elementów, że śledzenie każdego z nich z osobna byłoby rzeczą niemożliwą. W takich przypadkach do opisu układu stosujemy statystykę, czyli metody analizy oparte na rachunku prawdopodobieństwa. Dlatego też z chwilą gdy zaczęto stosować zasady mechaniki klasycznej do ciał (lub układów ciał) składających się z ogromnej liczby cząstek (atomów lub molekuł), metody statystyczne okazały się niezbędne. Jako przykład rozpatrzmy szklankę wody[2]. Jeślibyśmy w jakiś sposób oznaczyli wszystkie cząsteczki (molekuły) wody, znajdujące się w szklance, równomiernie zmieszali tę wodę z wodą wszystkich oceanów na kuli ziemskiej, a następnie ponownie zaczerpnęli wodę z któregoś z oceanów do szklanki, okazałoby się, że w szklance znajduje się około stu oznaczonych uprzednio cząstek wody. Wynika stąd, że liczba cząstek wody w szklance jest ok. sto razy większa niż liczba szklanek wody we wszystkich oceanach. Chcąc śledzić ruch cząstek w szklance wody, musimy stosować metody statystyczne. W ten sposób narodziła się mechanika statystyczna.

Nic więc dziwnego, że w mechanice klasycznej najbardziej rozpowszechnione jest tzw. *epistemiczne* rozumienie prawdopodobieństwa. W takim rozumieniu prawdopodobieństwo jest miarą wiedzy idealnego obserwatora o danym systemie. Ograniczenie się do idealnego obserwatora ma zwrócić uwagę na fakt, że w fizyce chodzi o tzw. wiedzę intersubiektywną, która nie zależy od indywidualnego wykształcenia i zdolności obserwatora[3]. Można zatem powiedzieć, ze zarówno w życiu codziennym, jak i w fizyce klasycznej posługiwanie się rachunkiem prawdopodobieństwa i statystyką

[2] Przykład ten pochodzi od Kelvina; przytaczam za: A.I. Anselm, *Podstawy fizyki statystycznej i termodynamiki*, PWN, Warszawa 1980, s. 12.

[3] Por. Ch. J. Isham, *Lectures on Quantum Theory — Mathematical and Structural Foundations*, Imperial College Press — London, World Scientific — Singapore, 1995, s. 131.

jest w pewnym sensie złem koniecznym. Tam, gdzie nie jesteśmy w stanie posługiwać się „metodami dokładnymi”, musimy odwoływać się do probabilistyki, ale podstawowa teoria świata nie może być oparta na prawdopodobieństwie. Przynajmniej tak wierzono przed powstaniem mechaniki kwantowej.

2. PRAWDOPODOBIEŃSTWO W FIZYCE KWANTOWEJ

Wraz z pojawieniem się mechaniki kwantowej sytuacja uległa drastycznej zmianie. Jeżeli pominąć interpretację mechaniki kwantowej odwołującą się do tzw. ukrytych parametrów[4], to teoria ta domaga się przemyślenia problemu prawdopodobieństwa od podstaw. Swoistą ucieczką od tej konieczności jest *stanowisko pragmatyczne*. Zwolennicy tego stanowiska odwołują się do faktu, że mechanika kwantowa z wielką dokładnością przewiduje względną częstość wyników pomiarów wykonywanych odpowiednio dużą liczbę razy na tak samo przygotowanych układach. Tym musimy się zadowolić; mechanika kwantowa po prostu nie mówi nic na temat indywidualnych obiektów. Jest ona zbiorem przepisów do otrzymywania trafnych wyników, ale nie daje „wglądu do rzeczywistości”. Istotnymi elementami w mechanice kwantowej są te własności, które daje się obserwować (mierzyć) czyli *obserwable* (stanowisko takie zwane jest również *instrumentalizmem*). John Bell, chcąc ukazać kontrast fizyki klasycznej z fizyką kwantową, mawiał, że o ile ta pierwsza dotyczyła „byciabli” (*beables*), czyli tego co jest, o tyle ta druga zadowala się „obserwablami”, czyli

[4]W niniejszej pracy interpretację tę całkowicie pomijam. Objęcie jej dyskusją domagałoby się odrębnego studium. O interpretacji ukrytych parametrów (w ujęciu jej zwolennika) można przeczytać w: J.T. Cushing, *Quantum Mechanics: Historical Contingency and the Copenhagen Hegemony*, The University of Chicago Press, Chicago, 1994, lub (w ujęciu jej przeciwnika): B. d'Espagnat, *Conceptual Foundations of Quantum Mechanics*, wyd. 2., Addison–Wesley, Redwood City — Reading — New York, 1976.

tym, co daje się obserwować[5]. Instrumentalizm często prowadzi do bardziej radykalnych poglądów utrzymujących, że w mechanice kwantowej bądź nie ma sensu mówić o indywiduach posiadających takie czy inne cechy, bądź że indywidua takie po prostu nie istnieją. W tym ostatnim przypadku mamy do czynienia z wyraźnie *ontologicznym* stanowiskiem. Pociąga ono za sobą również *ontologiczne* rozumienie prawdopodobieństwa głoszące, że sama rzeczywistość ma cechy *probabilistyczne*. W tym duchu proponowano rozmaite koncepcje. Już w r. 1949 Henry Margenau twierdził, że prawdopodobieństwa w mechanice kwantowej odnoszą się do pewnych „ukrytych własności”, które, choć istnieją obiektywnie, „ujawniają się” z pewnym prawdopodobieństwem[6]. Później autor ten mówił o „polu prawdopodobieństwa”, które jest tak samo rzeczywiste jak rzeczywistymi są trajektorie ciał w fizyce klasycznej; co więcej, jest ono „wielkością pierwotną”, nieredukowalną do żadnej innej wielkości[7]. Werner Heisenberg prawdopodobieństwa w mechanice kwantowej interpretował w duchu arystotelesowskiej potencjalności[8], a interpretację tę znacznie potem rozbudował Czesław Białobrzeski[9]. Znana jest również propozycja Poppera, by prawdopodobieństwo rozumieć jako pewnego rodzaju obiektywną *skłonność (propensity)* i odpowiednio do tego rozumienia interpretować mechanikę kwantową[10]. Zupełnie jednak niezależnie od tego rodzaju doktryn filozoficznych wśród fizyków utrwala się przekonanie, że stosowanie metod probabilistycznych do fizyki nie jest wynikiem naszej nieznajomości pewnych pa-

[5] J.S. Bell, *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993.

[6] H. Margenau, „Reality in Quantum Mechanics”, *Phil. Science* 16, 1949, 287–302.

[7] Tenże, *Il Miracolo della Esistenza*, Amando, Roma 1987, ss. 109–110.

[8] W. Heisenberg, *Philosophic Problems of Nuclear Science*, Pantheon, New York 1952.

[9] Cz. Białobrzeski, *Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego*, PWN, Warszawa 1984 (pierwsze wydanie w r. 1956).

[10] K.R. Popper, *Quantum Theory and the Schism in Physics*, Hutchinson, London 1956.

rametrów lub jakiegoś nadzwyczajnego skomplikowania badanych układów, lecz tego, że świat w swoich najgłębszych warstwach jest probabilistyczny. Przekonanie to wytworzyły i utrwaliły wielkie sukcesy fizyki kwantowej (a trzeba dodać, że wszystkie one zostały osiągnięte przy pomocy standardowych metod opartych na prawdopodobieństwie, a nie metodami rachunkowymi proponowanymi przez zwolenników interpretacji ukrytych parametrów) oraz fakt, że wszelkie liczące się próby poszukiwania „teorii ostatecznej" zakładają podejście probabilistyczne. Poszukując takiej teorii, najczęściej po prostu „rozciąga się" (lub uogólnia) na nowe obszary badawcze metody stosowane w zwykłej mechanice kwantowej, a te są probabilistyczne. Ponieważ tego rodzaju postępowanie, milcząco przypisujące światu własności związane z pojęciem prawdopodobieństwa, na ogół nie wynika ono z jakichś głębokich przemyśleń, lecz raczej z praktyki naukowej, która po prostu każe widzieć świat probabilistycznie.

Jest to drastyczna zmiana w rozumieniu prawdopodobieństwa i jego zastosowania do rozumienia świata.

3. GEOMETRIA, ALGEBRA I FIZYKA

Wielkim przełomem w rozwoju matematyki było odkrycie przez Kartezjusza geometrii analitycznej. Polegało ono na spostrzeżeniu, że każdej krzywej w przestrzeni odpowiada pewne równanie algebraiczne. Wprawdzie równania są mniej poglądowe niż krzywe, ale równaniami łatwiej jest operować niż krzywymi: zawiłe manipulowanie krzywymi sprowadza się do stosunkowo prostego wykonywania rachunków. Metoda Kartezjusza do tego stopnia zadomowiła się w geometrii, że z czasem zaczęto ją uważać po prostu za metodę geometryczną.

Dostojną, grecką geometrię (nawet wzbogaconą metodami Kartezjusza) jesteśmy skłonni uznawać za naukę o niezmiennych cechach przestrzeni. Ale przecież w przestrzeni może odbywać się ruch (mogą poruszać się ciała); czy ruch ten da się opisać geometrycznie? Jak wiadomo, Newton i Leibniz wynaleźli rachunek różniczkowy właśnie po to, by zmatematyzować zjawisko ruchu. I tym razem geometria okazała się zaborcza: połączenie geometrii z rachunkiem różniczkowym stworzyło geometrię różniczkową i umożliwiło matematyczny opis ruchu. W XX wieku, głównie dzięki szczególnej i ogólnej teorii względności, geometria różniczkowa stała się jednym z głównych narzędzi fizyki teoretycznej. Odpowiednikiem intuicyjnego pojęcia przestrzenni w geometrii różniczkowej jest pojęcie *rozmaitości różniczkowej* (lub krótko *rozmaitości*). Można nawet powiedzieć, że geometria różniczkowa to po prostu teoria rozmaitości różniczkowych.

Najbardziej typowe metody rachunkowe „na rozmaitości" posługują się metodą Kartezjusza: wykorzystując współrzędne, krzywe na rozmaitości (i inne obiekty geometryczne) zastępuje się równaniami i wszelkie obliczenia przeprowadza się przy pomocy tych równań. I tu jeszcze raz powtórzyła się „rewolucja kartezjańska": okazuje się, że tak rozumianą geometrię można zalgebraizować w jeszcze większym stopniu niż dotychczas przypuszczano.

Trzeba jednak uświadomić sobie, że tymczasem sama algebra uległa daleko idącej ewolucji, a metody algebraiczne zawojowały wielkie obszary nowoczesnej matematyki. Intuicyjnie i ogólnikowo można powiedzieć, że algebra jest nauką o bardzo ogólnych strukturach matematycznych, a technicznie przez *algebrę* rozumie się zbiór dowolnych elementów, które można: (1) dodawać do siebie, (2) mnożyć przez siebie i (3) mnożyć przez liczby (rzeczywiste lub zespolone); przy czym wszystkie te działania muszą spełniać bardzo naturalne aksjomaty[11]. Na przykład rodzina wszystkich

[11]Aksjomaty te wyrażają własności dodawania i mnożenia bardzo podobne do własności, jakie mają dodawanie i mnożenie liczb rzeczywistych. Godną zalecenia książką, wprowadzającą Czytelnika do metod współczesnej algebry, jest: E. Fried, *O algebrze abstrakcyjnej* (Biblioteka Problemów), PWN, Warszawa 1978. Definicja algebry podana jest na s. 242 tej książki. Polecam również: R. Lidl, *Algebra dla przyrodników i inżynierów*, PWN, Warszawa 1983. Definicja algebry na ss. 84–85.

gładkich funkcji[12] na rozmaitości jest algebrą, ponieważ funkcje należące do tej rodziny można dodawać do siebie, mnożyć przez siebie i mnożyć przez liczby. Spełnione są także wszystkie wymagane aksjomaty. W procesie, który nas teraz interesuje, ważną rolę odegrała praca L. Koszula[13], w której matematyk ten pokazał, że chcąc rozwijać geometrię na rozmaitości, można w gruncie rzeczy „zapomnieć" o rozmaitości a operować tylko algebrą gładkich funkcji na niej. Kolejnym krokiem, ważnym dla fizyki, okazała się praca R. Gerocha[14], który wykorzystując metodę Koszula, udowodnił, że również ogólną teorię względności można przedstawić w języku algebraicznym.

Ujęcia geometrii różniczkowej w języku współrzędnych i w języku algebry gładkich funkcji są równoważne, ale to drugie ujęcie okazało się podatniejsze do kolejnych uogólnień. Można na przykład zamiast algebry gładkich funkcji na rozmaitości rozważać dowolną algebrę i założyć, że ona również opisuje jakąś przestrzeń. W zależności od rozważanej algebry przestrzeń ta może być bardzo „dziwna". Szczególnie ważną pod tym względem okazała się jedna własność rozważanych algebr. Algebry funkcyjne (tzn. takie algebry, których elementami są funkcje) mają własność przemienności (są przemienne), ponieważ „funkcja f razy funkcja g" to dokładnie to samo, co „funkcja g razy funkcja f"[15]. Ale istnieją algebry, które tej własności nie posiadają; nazywamy je *algebrami nieprzemiennymi*. Otóż okazuje się, że przestrzenie określone przy pomocy algebr nieprzemiennych (nazywamy je *przestrzeniami nieprzemiennymi*) bardzo różnią się od zwykłych przestrzeni. Są one w zasadzie tworami całkowicie globalnymi; to znaczy wszelkie pojęcia, związane z „zajmowaniem miejsca" są w nich bezsensowne. Na przykład pojęcie punktu i jego otoczenia

[12]Tzn. różniczkowalnych dowolnie wiele razy.

[13]L. Koszul, *Fibre Bundles and Differential Geometry*, Tata Institute of Fundamental Research, Bombay 1960.

[14]R. Geroch, "Einstein Algebras", *Communications in Mathemayical Physics* 26, 1972, 271–275.

[15]Przy zwykłej definicji mnożenia funkcji.

w zasadzie nie pojawiają się w kontekście geometrii nieprzemiennej. Przestrzeń nieprzemienna jest więc daleko idącym uogólnieniem zwykłej przestrzeni. Jest rzeczą zaskakującą, że bez pojęcia punktu (i innych pojęć lokalnych) w ogóle można uprawiać jakąś geometrię. Okazuje się jednak, że można; i to z dużym powodzeniem.

Jest wielką zasługą Alaina Connesa, że do geometrii nieprzemiennej wprowadził metody różniczkowe. Głównie dzięki jego pracom powstała nieprzemienna geometria różniczkowa[16] i mogły rozwinąć się jej, już liczne, zastosowania do fizyki[17]. W nieprzemiennej geometrii różniczkowej ważną rolę odgrywa pewna klasa algebr, zwanych C^*–algebrami (czytaj „algebry C z gwiazdką"). Pojawiły się one w fundamentalnej pracy I.M. Gelfanda i M.A. Naimarka[18] (ale jeszcze nie nazwane) jako naturalne uogólnienie algebry funkcji ciągłych, ale bez wymagania przemienności. Wkrótce teoria C^*–algebr znacznie się rozwinęła i znalazła zastosowanie w różnych działach matematyki. Warto zwrócić uwagę na fakt, że algebry funkcji gładkich (a więc i ciągłych) na rozmaitościach są trywialnie C^*–algebrami.

I tu kolejny zwrot w dziejach pojęć i związków pomiędzy nimi. Dzięki szeregu pracom wielu fizyków, z których zwieńczającą była praca R. Haaga i D. Kastlera[19], stało się jasnym, że mechanikę kwantową można również przedstawić w języku C^*–algebr. Co więcej ujęcie to jest nie tylko bardziej eleganckie od tradycyjnego ujęcia w języku przestrzeni Hilberta, ale także nieco bardziej ogólne. Można je stosować w takich sytuacjach, w których

[16]Podstawową jego monografią jest książka: *Noncommutative Geometry*, Academic Press, London 1994.

[17]Por. np.: J. Madore, *An Introduction to Noncommutative Differential Geometry and Its Physical Applications*, 2 wyd., Cambridge University Press, Cambridge 1999.

[18]I.M. Gelfand, M.A. Naimark, „On the Embedding of Normed Rings into the Ring of Operators in Hilbert Space", *Matematiczeskij Sbornik*, 12, 1943, 197–213.

[19]R. Haag, D. Kastler, „An Algebraic Approach to Quantum Field Theory", *Journal of Mathematical Physics* 5, 1964, 848–861.

tradycyjne ujęcie zawodzi. W algebraicznym ujęciu mechaniki kwantowej wielkości obserwowalne (tzw. obserwable) są elementami C^*–algebry, a niektóre zaskakujące własności tej fizycznej teorii okazują się być prostymi następstwami nieprzemienności. Na przykład słynne relacje nieoznaczoności Heisenberga wynikają z tego, że odpowiednie obserwable (np. położenia i pędu) mnoży się w sposób nieprzemienny.

Zwróćmy uwagę na trzy, pozornie różne własności C^*–algebry:

- można przy jej pomocy zdefiniować przestrzeń nieprzemienną (prace Connesa),
- można w jej języku przedstawić ogólną teorię względności (praca Gerocha),
- można w jej języku przedstawić mechanikę kwantową (praca Haaga i Kastlera).

Wręcz narzuca się myśl, by poszukać takiej C^*–algebry, która jednoczyłaby w sobie ogólną teorię względności i mechanikę kwantową, równocześnie definiując pewną przestrzeń nieprzemienną. Byłoby to geometryczne uogólnienie obu tych teorii, z których tradycyjna teoria względności i tradycyjna mechanika kwantowa powinny wynikać jako szczególne przypadki. Wraz z moimi współpracownikami udało się nam znaleźć taki nieprzemienny model[20]. W następnym paragrafie posłużę się zasadniczą ideą tego modelu, by ukazać jeszcze dalej idącą ewolucję pojęć i nieoczekiwanych

[20]Por.: M. Heller, Z. Odrzygóźdź, L. Pysiak and W. Sasin, "Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics. A Finite Model", *General Relativity and Gravitation* 36, 2004, 111–126; L. Pysiak, M. Heller, Z. Odrzygóźdź and W. Sasin, "Observables in a Noncommutative Approach to the Unification of Quanta and Gravity: A Finite Model", *General Relativity and Gravitation* 37, 2005, 541–555; M. Heller, L. Pysiak and W. Sasin, "Noncommutative Dynamics of Random Operators", *International Journal of Theoretical Physics* 44, 2005, 619–628; M. Heller, L. Pysiak and W. Sasin, "Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics", *Mathematical Journal of Physics* 46, 2005, 122501–16.

związków pomiędzy nimi. To, co chcę przedstawić, w zasadzie nie zależy od tego, czy nasz model okaże się słuszny, czy nie. Jeżeli jego matematyczna struktura jest niesprzeczna, to ukazuje ona poprawnie związki pomiędzy pojęciami, jakie są w nią wbudowane. A w niniejszym studium chodzi mi przede wszystkim o związki między pojęciami.

4. DYNAMIKA I PRAWDOPODOBIEŃSTWO

W naszym modelu zakładamy, że na poziomie fundamentalnym (poniżej tzw. *progu Plancka*, który charakteryzują rozmiary $l_{Pl} = 10^{-33}$cm) panuje reżim nieprzemienny. Podstawową strukturą matematyczną, modelującą ten reżim, jest pewna nieprzemienna C^* –algebra (oznaczmy ją przez A), która definiuje pewną nieprzemienną przestrzeń i uogólnia (a także jednoczy) ogólną teorię względności i mechanikę kwantową. Model nasz zapewnia również mechanizm, który sprawia, że po przejściu przez próg Plancka algebra A staje się przemienna, co reprodukuje ogólną teorię względności i mechanikę kwantową w ich znanej obecnie postaci.

Geometria nieprzemienna, rządząca reżimem nieprzemiennym, jest nielokalna, a więc nie dopuszcza istnienia czasu i przestrzeni w ich zwykłym rozumieniu, tzn. jako zbioru chwil i punktów. Dzięki temu jednoczy ona wiele pojęć, które w reżimie nieprzemiennym wydawały się być zupełnie niezależne od siebie. Do takich pojęć należą m.in. dynamika i prawdopodobieństwo. Przyjrzyjmy się temu nieco dokładniej.

W geometrii nieprzemiennej nie ma punktów, ale sensowne pozostaje pojęcie stanu układu. Stan bowiem jest pojęciem globalnym: cały układ może się znajdować w tym lub innym stanie. Z każdą C^*–algebrą związana jest pewna inna algebra, zwana *algebrą von Neumanna*[21]. Nieco rzecz upraszczając, można powie-

[21] Powiadamy, że każda C^*–algebra generuje pewną algebrę von Neumanna.

dzieć, że algebra von Neumanna jest taką C^*–algebrą, która wyróżnia pewien stan[22]. Wyróżnienie stanu przez algebrę von Neumanna spełnia równocześnie dwie funkcje:

Po pierwsze, sprawia, że gdy układ znajduje się w tym wyróżnionym stanie, można w nim zdefiniować pewien parametr t, który imituje czas. I posługując się tym jakby–czasem, można zdefiniować dynamikę, tzn. napisać równania dynamiczne, określające zachowanie się układu[23]. W ten sposób nie uzyskujemy jednak czasu, lecz tylko jakby–czas, ponieważ ten jakby–czas (parametr t) jest ściśle zależny od stanu. Gdy układ przechodzi do innego czasu, zmienia się również parametr t.

Po drugie, stan wyróżniony przez algebrę von Neumanna można interpretować jako uogólnione prawdopodobieństwo. Nieco ściślej: wyróżniony stan odgrywa rolę uogólnionej miary prawdopodobieństwa[24]. Jest to niewątpliwie prawdopodobieństwo uogólnione w porównaniu do tego, z jakim mamy do czynienia w zwykłym rachunku prawdopodobieństwa: brak zindywidualizowanych punktów w reżimie nieprzemiennym powoduje, że nie możemy mówić o prawdopodobieństwie poszczególnych zdarzeń, a brak czasu w jego zwykłym znaczeniu sprawia, że wykluczona jest niepewność oczekiwanego wyniku, jaką zwykle wiążemy z prawdopodobieństwem. Jeżeli w ogóle możemy tu sobie coś wyobrażać, to „nieprzemienne prawdopodobieństwo" podobne jest raczej do jakiegoś pola globalnych możliwości, ale możliwości, które już mają jakiś stopień urzeczywistnienia.

Nieprzemienny rachunek prawdopodobieństwa, zwany również swobodnym (*free*) rachunkiem prawdopodobieństwa, stworzył D.V. Voiculescu[25]. Rozwija się on jako samodzielna dyscy-

[22]Por. J. Madore, dz. cyt., s. 155.

[23]Technicznie: na mocy twierdzenia Tomity–Takesakiego można zdefiniować jedno–parametrową grupę odwzorowań algebry von Neumanna w siebie; t jest parametrem tej jedno–parametrowej grupy.

[24]A. Connes, dz. cyt., rozdz. 1.

[25]Por.: D.V. Voiculescu, K.J. Dykema, A. Nica, *Free Random Variables*, American Mathematical Society, Providence 1992.

plina matematyki, niekoniecznie w związku z geometrią nieprzemienną[26]. Swobodny rachunek prawdopodobieństwa jest silnym uogólnieniem zwykłego rachunku prawdopodobieństwa. W przeciwieństwie do tego ostatniego, istnieje w nim wiele różnych miar prawdopodobieństwa[27]. Można więc powiedzieć, że algebra von Neumanna jest równocześnie „obiektem dynamicznym" i „obiektem probabilistycznym". W reżimie nieprzemiennym każda dynamika jest probabilistyczna i każde prawdopodobieństwo ma charakter dynamiczny. Oczywiście, po przejściu przez próg Plancka, następuje separacja: dynamika i prawdopodobieństwo stają się niezależne od siebie. Jeszcze tylko w mechanice kwantowej zachowuje się pewien związek dynamiki z prawdopodobieństwem, choć i on ulega pewnemu złamaniu, co przejawia się w akcie pomiaru, podczas którego zachodzi tzw. *redukcja wektora falowego* (zwana także *kolapsem funkcji falowej*). Zjawisko to polega na tym, że w mechanice kwantowej przed dokonaniem pomiaru ewoluują prawdopodobieństwa: w każdej chwili czasu możliwe są różne wyniku pomiaru, każdy wynik z określonym prawdopodobieństwem. W momencie pomiaru następuje „redukcja" tych możliwości do jednego konkretnego wyniku[28].

5. PRZESŁANIE FILOZOFICZNE

Jeżeli nasz model lub jakiś inny podobny do niego (tzn. zakładający, że poziom fundamentalny jest modelowany przez pewną nieprzemienną algebrę von Neumanna) jest słuszny, to mamy prawo twierdzić, że prawdopodobieństwa występujące w mechanice kwantowej nie są wynikiem naszej ignorancji (jakichś „ukry-

[26]Por.: Ph. Biane, *Free Probability for Probabilists*, <arXiv: math.PR/9809193>

[27]W zwykłym rachunku prawdopdobieństwa istnieje w zasadzie tylko jedna miara prawdopodobieństwa (miara Lebesgue'a).

[28]Por.: R. Penrose, *The Road to Reality*, Jonathan Cape, London 2004, rozdział 30.

tych" parametrów) lecz stanowią podstawową własność świata. Na poziomie fundamentalnym (poniżej progu Plancka) świat jest probabilistyczny w uogólnionym sensie. W takiej sytuacji mielibyśmy więc do czynienia z ontologiczną interpretacją nieprzemiennej miary probabilistycznej.

Analizy przeprowadzone w niniejszym studium pozwalają także sformułować wnioski ogólniejszej natury[29]. Każde pojęcie ma swój obszar stosowalności. Nawet pojęcia, które dotychczas uważaliśmy za uniwersalne (tzn. obowiązujące w całym fizycznym świecie), takie jak: przestrzeń składająca się z punktów, czas, prawdopodobieństwo..., funkcjonują poprawnie tylko w ograniczonych obszarach naszego doświadczenia. Wychodząc poza ten obszar, musimy być świadomi konieczności odpowiedniego przystosowywania (na ogół uogólniania) pojęć. Modele matematyczne dostarczają do tego odpowiednich narzędzi. Poza matematyką jesteśmy skazani na spekulacje. Nie jestem przeciwko spekulacjom, ale trzeba zawsze zdawać sobie sprawę z ich wysoce hipotetycznego charakteru.

Nasze „zwykłe" pojęcia powstawały w środowisku makroskopowym, a bardzo często przy pomocy tych pojęć usiłujemy „mierzyć" wszystko, tzn. *implicite* rozciągamy je na całą rzeczywistość. Tymczasem, jak widzieliśmy, jest to zabieg co najmniej ryzykowny. Istnieją poważne racje, by sądzić, że poziom fundamentalny jest radykalnie odmienny od tego wszystkiego, co znamy z poziomu makroskopowego. Rzeczywistość jest po prostu bogatsza od naszej intuicji. Nie widać żadnych powodów, dla których struktura Wszechświata miałaby być „przykrojona" do możliwości naszego rozumu.

---

[29] Por. również mój art.: „Nieprzemienna unifikacja dynamiki i prawdopodobieństwa", *Filozofia Nauki* 12, 2004, 7–17.

SUMMARY

THE ORIGIN OF PROBABILITY

After briefly reviewing classical and quantum aspects of probability, basic concepts of the noncommutative. calculus of probability (called also free calculus of probability) and its possible application to model the fundamental level of physics are presented. It is shown that the pair $(M, *)$, where M is a (noncommutative) von Neumann algebra, and $*$ a state on it, is both a dynamical object and a probabilistic object. In this way, dynamics and probability can be unified in noncommutative geometry. Some philosophical consequences of such an approach are indicated.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 76–113

Jerzy Dadaczyński
ul. Łagiewnicka 17
41–500 Chorzów
tel. (+32) 2499772
<dada59@poczta.onet.pl>

METODA MATEMATYKI WEDŁUG B. BOLZANO

W książce *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*[1], napisanej przez młodego, dwudziestodziewięcioletniego B. Bolzano (1781–1848) i wydanej w Pradze w roku 1810, znajduje się rozdział poświęcony metodzie matematycznej. Celem niniejszego artykułu będzie przeanalizowanie Bolzanowskiej koncepcji metody matematyki i — gdzie to możliwe — pokazanie, że w wielu wypadkach antycypowała ona istotne rozstrzygnięcia w zakresie metody matematyki, poczynione znacznie później. Ważne będzie również wskazanie „zaplecza" filozoficznego Bolzanowskiej metodologii matematyki.

Przed przystąpieniem do prezentacji koncepcji metody matematyki B. Bolzano trzeba jednak poczynić kilka uwag dotyczących stanu refleksji metodologicznej nad matematyką na przełomie osiemnastego i dziewiętnastego wieku.

Od czasów opublikowania *Elementów* Euklidesa upłynęły właśnie dwa tysiąclecia. Geometria była nadal wykładana jak za czasów Euklidesa i odpowiednie fragmenty jego dzieła stanowiły nadal podstawowy podręcznik geometrii. Metoda zapropono-

[1]Reprint książki B. Bolzano opublikowany został w *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum. Czechoslovak Studies in the History of Science*, Prague 1981, Special Issue 12.

wana przez Euklidesa w geometrii była metodą aksjomatyczno–dedukcyjną. W pozostałych dziedzinach matematyki oczywiście dedukowano twierdzenia, wychodząc z twierdzeń wcześniej zadomowionych w tych dyscyplinach. Ale refleksja nad podstawami tych dyscyplin była w tak wczesnym stadium rozwoju, że matematycy nie byli jeszcze w stanie podać dla nich list aksjomatów. Dotyczyło to wszystkich działów arytmetyki, rachunku różniczkowego i całkowego, rachunku prawdopodobieństwa. Tak więc metodą aksjomatyczno–dedukcyjną nie objęto do tego czasu jeszcze całej matematyki. W sposób ścisły stosowano ją wyłącznie w geometrii. Z drugiej strony, istniała niewątpliwie tendencja, aby metodę aksjomatyczno–dedukcyjną zastosować nie tylko w innych działach matematyki, ale również poza nią. Przykładem może być chociażby próba aksjomatyczno–dedukcyjnego wykładu filozofii przez B. Spinozę w jego *Etyce*. Należy też pamiętać, że metodę aksjomatyczno–dedukcyjną stosowano z powodzeniem od czasów Arystotelesa w tym fragmencie logiki predykatów, jakim jest sylogistyka zdań asertorycznych, oraz starano się ją zastosować w sylogistyce zdań modalnych.

Na początku analizowanego rozdziału B. Bolzano stawia w istocie dwa zasadnicze twierdzenia. Przede wszystkim mówi ogólnie o *methodus mathematicus*. Już stąd można wyciągnąć wniosek, że jest on zwolennikiem jednej metody, stosowanej do wszystkich działów matematyki. Poza tym stwierdza, że tę metodę matematyczną można stosować do wszystkich dziedzin nauki. Zatem i u niego dostrzegalne jest przekonanie o uniwersalnym, powszechnym charakterze metody matematycznej[2].

Dalej formułuje B. Bolzano epistemologiczno–ontologiczne założenia metody matematycznej. Zakłada istnienie pewnego „królestwa prawdy” (*Reich der Wahrheit*), tworzonego przez wszystkie sądy prawdziwe. Stwierdza, że w owym zbiorze wszystkich prawdziwych sądów istnieje pewien obiektywny porządek, nie-

[2]Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, Prag 1810, s. 38–39.

zależny od subiektywnych i przypadkowych przekonań podmiotów poznających[3]. Koncepcja obiektywnie istniejącego „królestwa prawdy" jest zbliżona do zaprezentowanej o wiele później koncepcji „trzeciego świata" K. Poppera. Nie ma jest to kwestią przypadku, bowiem filozof austriacki zaczerpnął ową ideę między innymi od B. Bolzano. Tyle że obiektywne „królestwo prawdy" B. Bolzano jest — jak się wydaje — odwieczne i atemporalne. Podmiot poznający jedynie „odkrywa" należące do niego odwieczne sądy.

Na czym polega obiektywny porządek w zbiorze sądów prawdziwych? Sprowadza się on do tego, że niektóre sądy są podstawą (*Grund*) innych sądów, te drugie zaś są konsekwencjami (*Folge*) pierwszych. B. Bolzano nie definiuje tych pojęć (podstawy i konsekwencji)[4]. Z jego dalszych rozważań wynika jednak, że sąd q jest konsekwencją sądu p, jeśli istnieje ciąg dowodów sądu q, w którym przynajmniej raz jako przesłanka występuje sąd p. Wówczas sąd p jest podstawą sądu q. Pojęcie dowodu również jest u B. Bolzano doprecyzowane, mianowicie przez odniesienie do odpowiednich reguł dowodowych, których dostarcza rozbudowana sylogistyka zdań asertorycznych Arystotelesa, sylogistyka zdań modalnych i przyjmowane *implicite* niektóre tezy klasycznego rachunku zdań (na przykład w dowodach apagogicznych)[5].

Zdaniem B. Bolzano, istotnym celem metody naukowej jest takie uporządkowanie sądów prawdziwych podmiotu poznającego, aby odzwierciedlały one ów obiektywny porządek panujący w „królestwie prawdy"[6]. Zatem celem działania naukowców nie jest nic innego, jak „odkrywanie" obiektywnie uporządkowanego „królestwa prawdy". Praski filozof doprecyzowuje następnie, że pierwszym zadaniem metody naukowej jest znalezienie ostatecznych podstaw (*Gruende*) sądów naukowych, a następnym zada-

[3] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 39–40.
[4] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 40.
[5] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 63–68, 122–125.
[6] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 40.

niem wyprowadzenie konsekwencji z tych podstaw i równocześnie pewnego rodzaju ćwiczenie w poprawnym myśleniu, które powinno prowadzić do pewności wszystkich przekonań podmiotu poznającego[7].

Po zarysowaniu założeń epistemologiczno–ontologicznych i celów stosowania metody naukowej przeszedł B. Bolzano do relacjonowania szczegółów swej koncepcji metody matematyki. Rozpoczął od omówienia funkcji definicji (*Erklaerungen, definitio*), dlatego że do jego czasów uważano powszechnie, że wykład matematyki — i innych dyscyplin nauki — powinien się rozpoczynać od zdefiniowania stosownych pojęć. Należy wspomnieć, że tak właśnie postąpił również Euklides, który przed wprowadzeniem aksjomatów geometrii starał się zdefiniować pojęcia występujące w aksjomatach, czyli te pojęcia, które we współczesnych aksjomatykach nazywa się pojęciami pierwotnymi. B. Bolzano stwierdził, iż definicję (*Erklaerung, definitio*) pojęcia rozumie jako podanie dwu lub więcej następnych (*naechsten*) części składowych (*Bestandtheile*), z których jest złożone dane pojęcie. Następnie doprecyzował, że definicja pojęcia A posiada ogólną formę: „a, które jest α, jest A" albo „(a z α) = A"; gdzie a i α oznaczają również pojęcia. Z przyjęcia takiej ogólnej formy definicji pojęć wynika, zdaniem B. Bolzano, że „prawdziwe" (*wahre*) definicje posiadają wyłącznie pojęcia złożone (i dlatego też rozkładalne), i że te pojęcia posiadają zawsze definicje. Natomiast proste pojęcia, to znaczy takie, które nie dają się rozłożyć na różne od siebie i różne od rozkładanego pojęcia, nie mogą być zdefiniowane. Praski filozof podaje dwa argumenty mające, jego zdaniem, potwierdzać tezę, że istnieją pojęcia proste (to znaczy niedefiniowalne). Po pierwsze, ma o tym świadczyć subiektywna niemożliwość rozłożenia niektórych pojęć. Po wtóre, gdyby założyć, że nie istnieją pojęcia niedefiniowalne (proste), trzeba by przyjąć, że każde poję-

[7]Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 41–42.

cie można by rozkładać w nieskończoność, budując nieskończony łańcuch definicji[8].

Następnie B. Bolzano podaje dwie reguły, które mają ułatwić rozstrzygnięcie, czy dane pojęcie jest pojęciem prostym (niedefiniowalnym). Najpierw twierdzi, że jeśli w myśleniu podmiotu poznającego dany przedmiot pojawia się jako złożony, to pojęcie, pod które podpada ten przedmiot, nie może być pojęciem prostym (niedefiniowalnym). Zamysł praskiego filozofa można wyjaśnić na przykładzie. O trójkącie myśli się jako o przedmiocie złożonym. Składa się on bowiem z trzech boków. Zatem — według koncepcji B. Bolzano — pojęcie trójkąta jest również złożone i jako takie nie może być pojęciem prostym (niedefiniowalnym)[9]. Druga reguła stwierdza, że nie każde pojęcie, dla którego istnieje pojęcie ogólniejsze, przestaje być pojęciem prostym (niedefiniowalnym). B. Bolzano wyjaśnia jeszcze raz w tym miejscu, że pojęcie przestaje być pojęciem prostym wtedy i tylko wtedy, kiedy jest ono rozkładalne. Zaś do rozłożenia pojęcia należy podanie co najmniej dwu części składowych (*Bestandtheilen*), z których każda jest "możliwa do pomyślenia" (*gedenkbar*). Może zaistnieć taka sytuacja, że nawet jeśli przyjmie się za część składową rozkładanego pojęcia istniejące pojęcie ogólniejsze, pod które to pierwsze podpada (*genus proximus*), to nie można znaleźć dla niej „możliwej do pomyślenia" drugiej części składowej (*differentia specifica*). Praski matematyk podaje w tym miejscu jako przykład próbę zdefiniowania pojęcia punktu. Jeśli w tej definicji przyjmie się jako *genus proximus* pojęcie przedmiotu przestrzennego, to nie sposób znaleźć *differentia specifica*, która dodana do pojęcia przedmiotu przestrzennego pozwoliłaby zdefiniować pojęcie punktu. Dlatego, jego zdaniem, pojęcie punktu jest pojęciem prostym, niedefiniowalnym[10].

[8]Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 42–44.
[9]Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 44–45.
[10]Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 47–48.

Przy okazji B. Bolzano porusza kwestię, czy pojęcie definiowalne posiada jedną, czy też więcej definicji. Z jego tekstu wynika, że przyjmuje on jednoznaczność rozkładu każdego pojęcia na pojęcia proste. I w tym znaczeniu każde pojęcie posiada dokładnie jedną definicję. Owszem, można również definiować wiele pojęć złożonych, nie odwołując się do „fundamentalnych" pojęć prostych. Ale B. Bolzano zdaje się przyjmować, że właściwą definicją jest ta złożona z pojęć prostych i w tym znaczeniu każde pojęcie złożone (definiowalne) posiada dokładnie jedną definicję[11].

Z tego co praski filozof powiedział na temat pojęć prostych wyciąga on dalszy wniosek dotyczący tego, czy wykład matematyki — i jak należy się domyślać — innych nauk należy zaczynać od definicji. Otóż jego zdaniem u początku systemu matematyki stoją pojęcia proste, których nie sposób definiować, są one bowiem niedefiniowalne. Tak więc nie wolno — i w istocie ze względu na niedefiniowalność pojęć prostych nie można — rozpoczynać wykładu matematyki od definicji. Ten postulat metodologiczny jest dokładnym przeciwieństwem tego, co zastał praski filozof w tradycji metodologicznej matematyki. Dlatego pozwolił on sobie wprost na krytykę wykładu geometrii przeprowadzonego w *Elementach* Euklidesa, gdzie najpierw zdefiniowano pojęcia, których pewne własności następnie opisano w aksjomatach[12].

Zatem postulat metodologiczny B. Bolzano należy traktować jako zerwanie z dotychczasową praktyką metodologiczną, trwającą od dwu tysięcy lat. Dlatego można tutaj nawet mówić o małej „rewolucji" w metodologii matematyki. Należy też wspomnieć, że współczesna matematyka postępuje w istocie dokładnie tak, jak zalecał B. Bolzano. Wprowadza najpierw do wykładu naukowego tak zwane pojęcia pierwotne, które nie są definiowane, i opisuje ich własności w aksjomatyce. Tak więc można stwierdzić, że to

[11] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 49.
[12] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 53.

właśnie B. Bolzano jest pomysłodawcą tego tak ważnego postulatu w metodologii matematyki[13].

Z całego kontekstu pracy B. Bolzano wynika natomiast, że wszystkie inne pojęcia wprowadzane do matematyki, a więc pojęcia złożone (z definicji definiowalne), muszą otrzymać w wykładzie stosowną definicję.

Pozostał jednak istotny dla B. Bolzano problem, jak porozumieć się z czytelnikami podręcznika co do znaczeń — choć *explicite* terminu „znaczenie” (*Bedeutung*) nie używa — pojęć prostych, które zasadnie też można dalej nazywać pojęciami pierwotnymi.

Aby jednak zaprezentować rozwiązanie tego problemu przez B. Bolzano, trzeba pewnych zasadniczych wyjaśnień. We wstępie do analizowanego tekstu praski filozof przedstawił kilka założeń ontologiczno–epistemologicznych, którymi kierował się, budując swoją metodologię matematyki. Dotyczyły one istnienia obiektywnego i uporządkowanego „królestwa prawdy”, zbioru obiektywnie istniejących sądów prawdziwych. Tą ledwo naszkicowaną koncepcję rozbudował B. Bolzano w swoich późniejszych dziełach, przede wszystkim w *Wissenschaftslehre*, pracy wydanej w roku 1837. Paralelnie do tej koncepcji zaprezentował on w monumentalnym dziele z roku 1837 swoją koncepcję pojęć. Podobnie jak w swej koncepcji sądów prawdziwych, rozwinął on tam teorię subiektywnych i obiektywnych pojęć. Pojęcia obiektywne są w istocie przedmiotami idealnymi (abstrakcyjnymi). Pojęciami subiektywnymi posługują się podmioty poznające. Dziedzina pojęć subiektywnych powinna — i to jest również jeden z istotnych celów metody naukowej — odwzorowywać wzajemnie jednoznacznie dziedzinę pojęć obiektywnych. Chociaż B. Bolzano nie zbudował *explicite* teorii znaczenia, to jednak wydaje się, że właśnie pojęcia obiektywne są znaczeniami pojęć subiektywnych i terminów, które oznaczają te pojęcia subiektywne w języku. Tym samym, jak się wydaje, postulował B. Bolzano *implicite* taką teorię znaczenia,

[13]B. Bolzano sam przyznaje, że pierwszym, który krytykował definiowanie przez Euklidesa pojęć pierwotnych był Ramus [por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 53].

w której znaczeniami terminów — i, w jego wypadku, również pojęć subiektywnych — są przedmioty idealne[14].

Wyjaśniając w swym tekście z roku 1810 problem, jak matematyk powinien porozumieć się z czytelnikami co do znaczeń pojęć pierwotnych zakładał B. Bolzano — jak można przypuszczać przez analogię do naszkicowanej już wtedy przez niego teorii obiektywnych sądów prawdziwych — przynajmniej *implicite* swoją teorię pojęć subiektywnych i obiektywnych. Dlatego można przypuszczać, że zdaniem praskiego matematyka, naukowiec starając się wprowadzić do nauki pojęcia proste (pierwotne), najpierw w jakiś — nie sprecyzowany na tym etapie badań przez B. Bolzano — sposób „odkrywał”, pierwotne pojęcia obiektywne. „Odkrycie” to było zwieńczone „utworzeniem” w umyśle matematyka odpowiednich pierwotnych pojęć subiektywnych. Następnie matematyk był zobowiązany do wybrania lub „zbudowania” w języku dla pojęć prostych (pierwotnych) „właściwych” (*eigenthuemliche*) nazw. Użycie przez B. Bolzano terminu „właściwe” (*eigenthuemliche*) nazwy, zdaje się wskazywać, że jego zdaniem można było w zbiorze nazw języka naturalnego, albo raczej w zbiorze nazw języka naturalnego powiększonym o pewne sztucznie stworzone nazwy, znaleźć podzbiór izomorficzny z dziedziną pojęć obiektywnych. To jest właśnie zbiór nazw „właściwych”. W świetle tego, co stwierdzono wcześniej, znaczeniem nazw — oraz odpowiednich pojęć subiektywnych — były w istocie dla B. Bolzano stosowne pojęcia obiektywne rozumiane jako przedmioty idealne.

Po tym wprowadzeniu można pokazać, jak B. Bolzano rozwiązał postawiony problem, dotyczący porozumienia się z odbiorcami, co do znaczenia wprowadzanych do wykładu matematyki pojęć (subiektywnych) pierwotnych. Można to, zdaniem praskiego filozofa, uczynić na dwa sposoby. Pierwszy polega na tym, że po prostu czytelnicy podręcznika mogą posiadać już na

[14]Dzisiaj coraz częściej podkreśla się, że znani twórcy teorii znaczenia, tacy jak G. Frege czy też E. Husserl, znajdowali inspirację do zbudowania swoich teorii właśnie w *Wissenschaftslehre* B. Bolzano.

oznaczenie wprowadzonego pojęcia (subiektywnego) pierwotnego pewne własne słowa lub „zwroty” (*Redensarten*), które odnosząc się do danego pojęcia (subiektywnego) pierwotnego wskazują też na odpowiednie znaczenie — czyli pojęcie obiektywne — jednoznacznie dla B. Bolzano związane z danym pojęciem subiektywnym. Wówczas wystarczy wskazać jedynie czytelnikowi na używane przez niego słowa lub zwroty oznaczające to właśnie pojęcie pierwotne[15].

Może jednak zaistnieć taka sytuacja, że czytelnicy podręcznika nie będą posiadali własnych słów czy też „zwrotów” (*Redensarten*), które oznaczałyby wprowadzone pojęcie pierwotne, a zatem nie będą zdolni w sposób przedstawiony wcześniej związać odpowiedniego znaczenia — pojęcia obiektywnego — z nazwą użytą przez matematyka na oznaczenie pojęcia pierwotnego. Wówczas znaczenie pojęcia pierwotnego można ustalić w następujący sposób: wypowiada się kilka zdań, w których występuje w różnych związkach nazwa — nieznana czytelnikowi — „właściwa” (*eigenthuemliche*) pojęcia (subiektywnego) pierwotnego, co do znaczenia którego — pojęcia obiektywnego — należy się porozumieć. Z porównania tych zdań czytelnik sam „abstrahuje” (*abstrahiret*) znaczenie nieznanego słowa, czyli to, jakie pojęcie obiektywne ono oznacza[16].

[15] „Aber wie faengt er [der Mathematiker — J.D.] es an, sich ueber solche einfache Begriffe, und ueber das Wort, das er zu ihrer Bezeichnung waehlt, mit seinen Lesern zu verstaendigen? – Die Schwierigkeit ist eben nicht groß. Denn entweder besitzen seine Leser bereits gewisse Worte oder Redensarten, womit sie diesen Begriff bezeichnen; und dann braucht er sie nur auf jene hinzuweisen, [...]”, B. Bolzano, dz. cyt, s. 54.

[16] „Oder sie [die Leser — J.D.] haben noch kein eigenes Zeichen fuer seinen mitzutheilenden Begriff; dann hilft er [der Mathematiker — J.D.] sich dadurch, daß er mehrere Saetze ausspricht, in welchen der zu verstaendigende Begriff, mit seinem eigenthuemlichen Worte bezeichnet, unter Verschiedenen Verbindungen erscheint. Aus der Vergleichung diese Saetze abstrahiret sich dann der Leser selbst, welchen bestimmten Begriff das unbekannte Wort bezeichne”, B. Bolzano, dz. cyt, s. 54–55.

W tym miejscu B. Bolzano podaje stosowny przykład. Już wcześniej ustalił on, że pojęcie punktu jest pojęciem niedefiniowalnym, czyli prostym, pierwotnym. Jednak znaczenie nazwy „punkt”, czyli pojęcie obiektywne, które związane jest z tą nazwą, może — jego zdaniem — każdy „wyabstrahować” z następującego zestawu zdań, w którym pojawia się ta nazwa: „punkt jest czymś prostym w przestrzeni”, „punkt jest granicą linii i sam nie jest częścią linii”, „punkt nie ma ani żadnej rozciągłości wzdłuż, ani wszerz, ani w głąb”[17].

Ponieważ pojęcia proste (pierwotne) są niedefiniowalne, dlatego żadne zdanie ze zbioru zdań, z którego można — według B. Bolzano — „wyabstrahować” znaczenie pojęcia pierwotnego, nie może być definicją (*Erklaerung*) takiego pojęcia. Praski filozof używa na określenie całego wspomnianego zbioru zdań terminu „opis” (*Umschreibung*). Podanie takiego opisu (opisów) powinno — jego zdaniem — być pierwszą czynnością w każdym wykładzie teorii, która posługuje się pojęciami prostymi (pierwotnymi)[18].

---

[17] „So kann z. B. aus den Saetzen: der Punct ist das einfache im Raume, er ist die Grenze der Linie, und selbst kein Theil der Linie, er hat weder eine Ausdehnung in die Laenge, noch in die Breite, noch in die Tiefe, u.s.w. ein jeder abnehmen, welchen Begriff man mit dem Worte Punct bezeichne”, B. Bolzano dz. cyt, s. 55.

Warto jeszcze zwrócić w tym miejscu uwagę na następne zdanie napisane przez B. Bolzano: „Dieß Mittel ist bekanntlich dasjenige, durch welches wir jeder die ersten Wortbedeutungen in unserer Muttersprache kennen lernten”, B. Bolzano dz. cyt, s. 55. Używa on w tym miejscu jeden jedyny raz terminu „znaczenie” (*Bedeutung*) w zbitce *Wortbedeutung.* Z całego kontekstu jednoznacznie wynika, że znaczeniem słowa jest dla niego pojęcie — można dodać: rozumiane obiektywnie. Dlatego słuszne było przyjęcie w budowaniu instrumentarium dla przeanalizowania tekstu B. Bolzano jego późniejszej, zarysowanej jedynie *implicite* w *Wissenschaftslehre*, teorii znaczenia, według której znaczeniem nazw i odpowiadających im pojęć subiektywnych są pojęcia obiektywne, rozumiane jako przedmioty idealne.

[18] „Solche Verstaendigungen koennte man etwa zum Unterschiede von einer eigentlichen Erklaerung — Bezeichnungen oder Umschreibungen nennen. Auch sie gehoeren dann unter die Classe der willkuerlichen Saetze, in wie fern man durch sie nichts anders beabsichtigt, als einem gewissen Begriffe ein eigenes Zeichen zu verschaffen. Sie waeren zugleich das erste, womit ein je-

Należy w tym miejscu poczynić kilka bardzo istotnych uwag. Na przełomie dziewiętnastego i dwudziestego wieku, prawie sto lat po napisaniu analizowanego tekstu przez B. Bolzano, zaczęto — między innymi na skutek odkrycia antynomii w podstawach matematyki — intensywnie aksjomatyzować wszystkie teorie matematyczne. Oczywiście nie definiowano już wtedy wprowadzanych do teorii pojęć pierwotnych. Wykład teorii rozpoczynano od wprowadzenia kilku zdań, w których występowały tylko terminy pierwotne. Ten zbiór zdań uważano — chociażby w szkole konwencjonalistycznej — za „definicję uwikłaną" pojęć pierwotnych danej teorii. Inni — na przykład niektórzy przedstawiciele szkoły formalistycznej — twierdzili, że ten zbiór zdań wyznacza znaczenia terminów oznaczających pojęcia pierwotne. Można bardzo łatwo zauważyć, że w zasadzie Bolzanowska koncepcja wyznaczenia znaczeń pojęć pierwotnych teorii, przez podanie „opisu" (*Umschreibung*), czyli zbioru kilku zdań na początku teorii, w których występują terminy oznaczające pojęcia proste (pierwotne), antycypuje ideę definicji uwikłanej terminów pierwotnych, wprowadzoną do matematyki prawie sto lat później. I w tym zakresie tekst B. Bolzano wyznacza zatem istotny przełom i postęp w metodologii matematyki. Istnieje jednak pewien szczegół, który może różnić nieco koncepcję Bolzanowską od koncepcji metodologicznych z początku dwudziestego wieku. Mianowicie B. Bolzano nie rozstrzyga *explicite*, czy wprowadzony na początku teorii „opis" (*Umschr eibung*) pojęć prostych (pierwotnych) jest tożsamy ze zbiorem aksjomatów danej teorii. Natomiast na początku dwudziestego wieku twierdzono, że „definicję uwikłaną" pojęć pierwotnych stanowi właśnie zbiór aksjomatów danej teorii. Mimo tego braku można jednak z całą pewnością zauważyć w tekście B. Bolzano zalążki koncepcji „definicji uwikłanej" pojęć pierwotnych, czy też wyznaczenia ich znaczeń przez zbiór zdań (aksjoma-

der wissenschaftliche Vortrag anfangen muß, wofern er einfache Begriffe hat", B. Bolzano, dz. cyt, s. 56.

tykę teorii) — koncepcji wprowadzonych do matematyki dopiero sto lat później.

Swoje rozważania dotyczące funkcji pojęć prostych (pierwotnych) w teoriach matematycznych kończy B. Bolzano stwierdzeniem, że dla każdej dyscypliny matematycznej należy na samym początku jej wykładu podać pełną listę pojęć prostych (pierwotnych) danej teorii. Spełnienie tego postulatu uważa on za konieczny warunek zaprowadzenia „porządku” (*Ordnung*) w matematyce[19]. To również bardzo istotny postulat, który pełne zrozumienie znalazł dopiero na początku dwudziestego wieku, gdy w wyniku kryzysu podstaw matematyki zaczęto intensywnie dążyć do aksjomatyzacji wszystkich dyscyplin matematyki. Aksjomatyzacja wymagała klarownego ustalenia pełnej listy terminów pierwotnych danej dyscypliny matematycznej, a ściślej mówiąc — danej teorii. Tak czyni się i współcześnie w matematyce — przed przystąpieniem do zbudowania konkretnej teorii podaje się pełną listę jej pojęć pierwotnych. Początku tego wymogu należy się dopatrywać właśnie w koncepcji metodologii matematyki B. Bolzano. Trzeba dodać, że za jego czasów taki postulat nie był wcale oczywisty. Poza geometrią nie formułowano aksjomatyk innych dziedzin matematyki. Z tym wiązał się również fakt, że nie podawano i często nie uświadamiano sobie — poza geometrią — jakie pojęcia są pojęciami pierwotnymi danej dyscypliny mate-

[19] „Man hat es der Mathematik schon oft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß sie von Eintheilungen beynahe gar keinen Gebrauch mache, woher denn eben jene auffallende Unordnung, welche man in den mathematischen Disciplinen antrifft, ruehre. In der That ist aber nichts schwerer, als diese Unordnung zu heben, und eine — nicht bloß scheinbare, sondern wahre, naturgemaeße Ordnung einzufuehren. Hierzu gehoeret naehmlich, daß man zuvor mit allen einfachen Begriffen und Grundsaetzen dieser Disciplinen im Reinen sey, und bereits genau wisse, welcher der Vorsaetze ein jeder Grundsatz zu seinem logisch–richtigen Beweise beduerfe oder nicht beduerfe”, B. Bolzano, dz. cyt, s. 58.

Warto zauważyć, że z powyższego tekstu wynika, iż zdaniem B. Bolzano wszystkie dyscypliny matematyczne posiadają własne, specyficzne pojęcia proste (pierwotne).

matycznej. Na tym tle można dopiero docenić dalekowzroczność Bolzanowskiego postulatu metodologicznego.

Wypada w tym miejscu podsumować tę część koncepcji metodologii matematyki B. Bolzano, która odnosi się do pojęć pierwotnych (prostych). W przeprowadzonych analizach zauważono w istocie cztery tezy B. Bolzano, które tę część jego koncepcji metodologii zbliżają bardzo istotnie do współczesnej metodologii matematyki. Po pierwsze, twierdzi on, że każda teoria matematyczna musi posługiwać się pojęciami prostymi (pierwotnymi). Po wtóre, na początku wykładu należy podać pełną listę pojęć prostych (pierwotnych). Dalej zauważa on, że pojęć prostych (pierwotnych) nie powinno się definiować w sposób klasyczny (*Erklaerung*). Wreszcie twierdzi, że znaczenie nazw pojęć pierwotnych wyznacza zbiór zdań, wprowadzony na początku teorii, w których te nazwy występują. Stanowi on jakby „definicję uwikłaną" pojęć pierwotnych.

Jednak mimo zauważonych uderzających zbieżności Bolzanowskiej koncepcji pojęć prostych (pierwotnych) teorii matematycznych ze współczesnymi ujęciami metodologii matematyki istnieją też pewne zasadnicze różnice, które odróżniają myśl praskiego filozofa od koncepcji współczesnych. Przede wszystkim B. Bolzano nie stwierdził wyraźnie, że „definicje uwikłane" (*Umschreibungen*) pojęć prostych (pierwotnych) to nic innego, jak aksjomatyka danej teorii, w której te pojęcia występują. Druga zasadnicza różnica wynika z przyjętych przez B. Bolzano założeń ontologiczno–epistemologicznych. Zdaniem praskiego matematyka, istnieje dziedzina pojęć obiektywnych, rozumianych jako przedmioty idealne. Ta dziedzina jest odwieczna, atemporalna. Zatem w tym obiektywnym porządku pojęć raz na zawsze określone jest, które pojęcia są pojęciami prostymi, pierwotnymi danej teorii. Są to pojęcia nie tylko nie definiowane w danej teorii, ale z definicji, obiektywnie niedefiniowalne. Zadaniem uczonego jest „odkrycie" — nie wiadomo dokładnie, w jaki sposób — które pojęcia są obiektywnie pojęciami pierwotnymi danej teorii, i wprowadzenie ich do niej na samym początku. Natomiast współcześnie uważa się zasadniczo, że w istocie każde pojęcie może pełnić funkcję pojęcia pierwotnego teorii. Trzeba tylko, by w taki sposób nałożono na te pojęcia odpowiednie warunki w aksjomatyce, by była ona niesprzeczna, a aksjomaty były niezależne. Generalnie jednak trzeba stwierdzić, że zauważone różnice nie odbierają Bolzanowskiej koncepcji pojęć prostych (pierwotnych) jej nowatorskiego charakteru.

Dalsze rozważania B. Bolzano, odnoszące się do metody matematyki, dotyczą aksjomatów (*Grundsaetzen*). Praski matematyka starał się sformułować definicję aksjomatu. Wyszedł od określeń aksjomatu, które były podawane we współczesnych mu podręcznikach matematyki i logiki. Skoncentrował się na dwu takich określeniach. Według pierwszego aksjomaty to takie zdania, które ze względu na swą jasność (*Anschauulichkeit*) czy też oczywistość (*Evidenz*) nie wymagają żadnego dowodu. W drugim określeniu stwierdza się, ze aksjomaty to takie zdania, których prawdziwość rozpoznaje się natychmiast, gdy tylko zrozumie się ich sens[20].

Praski matematyk podjął polemikę przede wszystkim z tym rozumieniem pojęcia aksjomatu, które opiera się na kategoriach jasności i oczywistości. Jego zdaniem, owe cechy niezbyt się nadają jako kryteria podziału wszystkich prawd na dwie klasy: aksjomatów i twierdzeń. Wymienia między innymi takie powody: po pierwsze, jasność jest cechą, która dopuszcza różnego rodzaju stopnie. Dlatego nigdy nie będzie można ustalić, jaki stopień jasności będzie musiało mieć dane zdanie, aby mogło być uznane za aksjomat. Po wtóre, ze względu na różne wykształcenie i różne doświadczenie stopień jasności danego zdania jest dla różnych ludzi różny. Tak więc jasność i – jak można się domyślać — oczywistość — są kategoriami subiektywnymi, przy pomocy których

[20] „Sie [die Grundsaetzen — J.D.] waeren Saetze die wegen ihrer Anschaulichkeit (Evidenz) keines Beweises beduerfen; oder deren Wahrheit man erkennt, so bald man nur ihren Sinn versteht”, B. Bolzano, dz. cyt, s. 59.

nie można obiektywnie orzekać, jakie zdanie jest aksjomatem[21]. Widać zatem, że B. Bolzano poszukiwał obiektywnych kryteriów, które pozwoliłyby odróżnić aksjomaty od twierdzeń. Poza tym sformułował on jeszcze jeden argument, który miał potwierdzać słuszność jego tezy, że jasność i oczywistość zdań nie stanowią dobrego kryterium pozwalającego zdefiniować pojęcie aksjomatu. Praski matematyk stwierdził, że wielu wybitnych matematyków jasność i oczywistość niektórych zdań nie powstrzymywała przed podawaniem ich dowodu, z czego można wnioskować, że nie zaliczali ich do zbioru aksjomatów[22].

[21] Por. B. Bolzano, dz. cyt, s. 60.

[22] „Eben deshalb ist endlich der Grad der Anschaulichkeit auch bey verschiedenen Menschen sehr verschieden; und was der eine oft ueberaus einleuchtend findet, koemmt einem andern dunkel vor. Doch alles dieses scheinen, wie schon anmerkten, die groeßten Mathematiker von jeher dunkel gefuehlt zu haben, indem sie auch selbst die einleuchtenden Wahrheiten, wenn sie nur anders einen Beweis fuer sie ausfindig zu machen wußten, unter die Classe der Lehrsaetze aufnahmen", B. Bolzano, dz. cyt, s. 60.

Warto w tym miejscu dopowiedzieć, że B. Bolzano występował ostro przeciwko przyjmowaniu zdań jasnych i oczywistych bez dowodu nie tylko na płaszczyźnie refleksji metodologicznej. Sam, w swej praktyce matematycznej, starał się zaopatrywać w dowody zdania jasne i oczywiste, które, jako takie, były przyjmowane bez dowodu. Wydaje się jasne i oczywiste, że jeśli pewna funkcja *f(x)* określona jest dla wszystkich liczb rzeczywistych pewnego przedziału obustronnie domkniętego i funkcja ta jest w całym przedziale ciągła oraz dla najmniejszej liczby przyjmuje ona wartość ujemną, a dla największej wartość dodatnią, to funkcja ta przynajmniej dla jednego argumentu rzeczywistego z tego przedziału przyjmuje wartość *0*. Jasność i oczywistość tego twierdzenia miała wynikać „wglądu" w jego reprezentację geometryczną. Wbrew zastanej tradycji B. Bolzano przeprowadził dowód tego twierdzenia. Zatem nie było ono dla niego aksjomatem. Tak więc i w praktyce matematycznej jasność i oczywistość nie stanowiła dla niego kryterium bycia aksjomatami dla zdań. Warto jeszcze zaznaczyć, że w dowodzie tego twierdzenia B. Bolzano podał jako pierwszy — jeszcze przed A. Cauchym — poprawne określenie granicy funkcji oraz jej ciągłości. Zbudował w ten sposób tak długo poszukiwane podstawy dla rachunku różniczkowego i całkowego, który do początku dziewiętnastego wieku opierał się na niejasnym pojęciu wielkości aktualnie nieskończenie małej [por. B. Bolzano, *Rein analyticher Beweis des Lehrsatzes,* Poszukując własnego i zarazem obiektywnego kryterium, które pozwoliłoby zaklasyfikować pewne zdania jako aksjomaty, zwrócił B. Bolzano uwagę na najstarszy i jedyny w istocie funkcjonujący za jego czasów system aksjomatyczny w matematyce, a mianowicie na geometrię Euklidesa. Postawił pytanie, dlaczego słynny „piąty postulat" Euklidesa został zaliczony przez starożytnego matematyka do zbioru aksjomatów. Zdaniem B. Bolzano dlatego, że Euklides i jego poprzednicy nie wiedzieli, jak udowodnić to zdanie przy pomocy pozostałych aksjomatów jego geometrii[23]. Można stąd wyprowadzić wniosek, że dla Euklidesa aksjomatem było takie zdanie, którego po prostu nie był w stanie udowodnić. To jednak jest — jak zauważa B. Bolzano — definicja aksjomatu, która opiera się na pewnym subiektywnym kryterium. Umiejętność bowiem — lub nieumiejętność — udowodnienia danego zdania jest uzależniona od umiejętności naukowych danego człowieka. Natomiast B. Bolzano poszukiwał jakiegoś określenia aksjomatu, które opierałoby się na kryterium obiektywnym. Pra-

---

daß zwischen je zwey Werthen, die ein entgegengesetztes Resultat gewaehren, wenigstens eine Reelle Wurzel der Gleichung liege, Prag 1817].

Wydaje się, że w swych rozważaniach dotyczących koncepcji aksjomatów występuje B. Bolzano przeciwko tradycji zapoczątkowanej przez Arystotelesa. Właśnie dla Arystotelesa oczywistość zdań stanowiła kryterium przyjmowania ich jako aksjomatów, czyli bez dowodu.

[23] „Euklides und seine Vorgaenger erwiesen, was sie erwiesen konnten; und der beruechtige Satz von den Parallelen wurde nebst einigen andern Saetzen gewiß nur darum unter die so genannten $\chi\ o\ \iota\ \nu\ \alpha\ \xi\quad \epsilon\ \nu\nu\ o\ \iota\ \alpha\ \xi$ gestellt, weil się dieselben nicht zu beweisen wußten", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 61–62.

B. Bolzano należał do tej grupy matematyków, którzy uważali, że „piąty postulat" Euklidesa da się udowodnić w oparciu o pozostałe aksjomaty geometrii klasycznej. Swoją — oczywiście ze względu na niezależność „piątego postulatu" od pozostałych aksjomatów — nieudaną próbę przedstawił w pierwszym swym opublikowanym dziełku [por. B. Bolzano, *Betrachtungen ueber einige Gegenstaende der Elementargeometrie*, Prag 1804].

ski filozof stwierdza ostatecznie, że aksjomatem jest prawda[24], która jest obiektywnie niedowiedlna, a więc taka, której dowodu nie sposób przedstawić[25]. Dodaje też, że wyczerpująca (pełna) lista zdań (prawd) obiektywnie niedowiedlnych — czyli aksjomatów — powinna się bezwzględnie znajdować na początku wykładu każdej teorii matematycznej[26].

Należy w tym miejscu — jak się wydaje — zastanowić się nad „zapleczem" ontologiczno–epistemologicznym takiego określenia aksjomatu przez B. Bolzano oraz nad tym, jak ta definicja i jej „zaplecze" filozoficzne przystaje do współczesnej koncepcji aksjomatu.

Na początku swojego wykładu o metodzie matematyki B. Bolzano wprowadził pojęcie „królestwa prawdy". To uporządkowany i obiektywnie istniejący zbiór wszystkich sądów prawdziwych danej dyscypliny naukowej. Wypada przypomnieć, że porządek w tej dziedzinie polegał między innymi na tym, że niektóre sądy prawdziwe stanowiły podstawę innych sądów, które były ich konsekwencjami. Ten związek określany był bliżej przy pomocy kategorii dowodu. Sąd prawdziwy, będący podstawą innego sądu prawdziwego (konsekwencji), to taki sąd, który był używany jako przesłanka w łańcuchu dowodowym prowadzącym do konsekwencji. Z tego, co B. Bolzano powiedział o aksjomatach — jako sądach (prawdach) niedowiedlnych — wynika, że w obiektywnym „królestwie prawdy" mogły one pełnić tylko funkcję podstaw sądów prawdziwych, nie były natomiast nigdy konsekwencjami innych sądów prawdziwych. Były one obiektywnie nie do dowiedzenia,

[24]Z całego kontekstu wynika, że B. Bolzano w analizowanym tekście używa zamiennie terminów „zdanie" (*Satz*) i „prawda" (*Wahrheit*). Oprócz tego zamiennie używa też często terminów „zdanie" (*Satz*) i „sąd" (*Urtheil*).

[25] „Soll also das Wort Grundsatz in einem objectiven Sinne genommen werden, so muessen wir darunter eine Wahrheit verstehen, die wir nicht nur zu erweisen wissen, sondern die an sich unerweislich ist", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 63.

[26]Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 58.

a więc były niedowiedlne. Ponieważ naukowiec w jakiś sposób „odkrywał” porządek obiektywny panujący w “królestwie prawdy”, właśnie te sądy, nie będące obiektywnie konsekwencjami innych prawd (obiektywnie niedowiedlne), musiały pełnić w jego wykładzie funkcję aksjomatów.

Tak określone “zaplecze” ontologiczno–epistemologiczne Bolzanowskiej koncepcji aksjomatów pozwala na dokonanie porównania ze współczesną koncepcją aksjomatów matematyki. Po pierwsze, należy zauważyć, że B. Bolzano uznaje aksjomaty za sądy (zdania) prawdziwe. Zalicza je bowiem do obiektywnie istniejącego “królestwa prawdy”. Dzisiaj w istocie jako aksjomat może być wprowadzone dowolne zdanie — byle sensowne przy założeniu pewnego słownika oraz reguł językowych, i takie by zbiór aksjomatów był niesprzeczny oraz by każdy aksjomat był niezależny od zbioru pozostałych aksjomatów. Matematyk wprowadzający dane zdanie nie musi się w istocie zastanawiać, czy zdanie to jest spełnione w jakimś modelu (i w jakim), czyli czy zdanie to jest semantycznie prawdziwe. Oczywiście, dobrze jeśli aksjomatyka posiada jakiś model, ale to nie jest warunek konieczny jej poprawności. Po wtóre, według koncepcji Bolzanowskiej zbiór aksjomatów danej dyscypliny matematycznej jest raz na zawsze określony przez to, które sądy prawdziwe w obiektywnym „królestwie prawdy” są obiektywnie niedowiedlne. Natomiast współcześnie przyjmuje się, że w istocie dowolne zdanie może pełnić role aksjomatu, byle tylko były spełnione opisane wcześniej warunki, które dotyczą aksjomatów. Zatem współcześnie matematyk dysponuje bardzo dużym „marginesem dowolności” w wyborze zdań, które w jego teorii mają pełnić funkcje aksjomatów. Natomiast żadnej dowolności nie miał matematyk według koncepcji Bolzanowskiej. W istocie miał on za zadanie „odkrycie” obiektywnych aksjomatów i umieszczenie pełnej ich listy na początku swojego wykładu. Po trzecie wreszcie, w koncepcji B. Bolzano aksjomaty były definiowane jako sądy prawdziwe obiektywnie niedowiedlne. Współcześnie stawia się aksjomaty na początku danej teorii i po prostu ich się nie dowodzi. Są one o tyle niedowiedlne, że aksjomaty powinny być niezależne, a więc danego aksjomatu nie można udowodnić przy pomocy zbioru pozostałych aksjomatów i przyjętych reguł dowodowych. Natomiast bardzo łatwo można sobie wyobrazić sytuację, że tworzy się różne aksjomatyki danej dziedziny matematycznej. W jednej aksjomatyce dane zdanie może pełnić rolę aksjomatu i być niedowielne przy pomocy pozostałych aksjomatów i przyjętych reguł dowodzenia, natomiast w innej teorii, opisującej tę samą dziedzinę matematyczną i wychodzącej z innego zbioru aksjomatów to samo zdanie może być konsekwencją danej teorii, a więc być w nim dowiedlne. Według koncepcji Bolzanowskiej było natomiast raz na zawsze rozstrzygnięte, czy dana prawda jest niedowiedlna (i jest aksjomatem), czy jest dowiedlna (i jest twierdzeniem).

Widać zatem, że współcześnie akceptowana „filozofia aksjomatów” była zasadniczo odmienna od Bolzanowskiej. Niemniej należy zwrócić uwagę na te elementy metodologii B. Bolzano dotyczące aksjomatów, które i dzisiaj są akceptowane, a które były przez praskiego filozofa postulowane wbrew zastanej przez niego tradycji metodologicznej. B. Bolzano swe uwagi odnosił do całej matematyki. Można stąd wyciągnąć wniosek, że — jego zdaniem — na początku wykładu każdej dyscypliny matematycznej powinny znaleźć się jej aksjomaty. Trzeba przypomnieć, że do czasów B. Bolzano zaksjomatyzowana była w zasadzie tylko geometria. Poza tym praski filozof bardzo wyraźnie sformułował współcześnie również przestrzegany postulat, by na początku wykładu każdej teorii podać pełną listę jej aksjomatów.

Poza tym można dostrzec zawarte *implicite* w superpozycji definicji aksjomatu oraz „zaplecza” filozoficznego metodologii B. Bolzano pewne bardzo istotne twierdzenie metamatematyczne. Praski filozof rozpatruje obiektywnie istniejące „królestwo prawdy”. Należą do niego między innymi wszystkie prawdy matematyczne. Te prawdy dzielą się na dwie klasy. Pierwsza to zbiór prawd niedowiedlnych, a więc aksjomatów. Drugi podzbiór prawd to — jak należy się domyślać — zbiór twierdzeń matematycznych. Można — na zasadzie przeciwieństwa do aksjomatów — podać Bolzanowską definicję twierdzeń — to prawdy dowiedlne. Zatem wszystkie prawdy matematyki nie będące aksjomatami są dowiedlne. Czyli matematyka jest zupełna w tym znaczeniu, że wszystkie jej prawdy nie będące aksjomatami są dowiedlne — i to z definicji. Przekonanie o zupełności matematycznych teorii jest przejawem optymizmu epistemologicznego B. Bolzano. Należy przy tej okazji przypomnieć, że swoje postulaty metodologiczne i „zaplecze" filozoficzne metodologii rozciągał on w zasadzie na wszystkie dyscypliny naukowe. Zatem ostatecznie można się w wywodach B. Bolzano dopatrywać poglądu, że wszystkie teorie naukowe są zupełne w podanym wyżej znaczeniu. Optymizm poznawczy praskiego filozofa został ostatecznie podważony dopiero przez dowód pierwszego twierdzenia K. Gödla z początku lat trzydziestych dwudziestego wieku.

Określiwszy aksjomaty jako prawdy obiektywnie niedowiedlne, musiał B. Bolzano dookreślić jeszcze pojęcie dowodu. Stwierdza on, że jako naukowy dowód pewnej prawdy rozumie przedstawienie (*Darstellung*) obiektywnej zależności tejże od innych prawd, to jest wyprowadzenie (*Herleitung*) tej prawdy z takich prawd, które muszą być traktowane nie przypadkowo, lecz w sobie (*an sich*) i koniecznie jako podstawa (*Grund*) tej prawdy, a ta z kolei jako ich konsekwencja (*Folge*)[27].

[27] „Wir muessen also das Wort in einer engeren Bedeutung nehmen, und unter dem wissenschaftlichen Beweise einer Wahrheit die Darstellung der objectiven Abhaengigkeit derselben von andern Wahrheiten verstehen, d. h. die Herleitung derselben aus solchen Wahrheiten, die nicht zufaelliger Weise, sondern an sich und nothwendig als Grund von ihr, und sie dagegen als ihre Folge betrachten werden muß", Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 64.

Warto zauważyć, że B. Bolzano nie zaznacza, że pojęcia podstawy (*Grund*) i konsekwencji (*Folge*) są pojęciami prostymi, czyli niedefiniowalnymi. W analizowanym tekście zwykł natomiast wyraźnie podkreślać, które pojęcia są pojęciami prostymi — dotyczy to chociażby pojęcia sądu (*Urtheil*). Dlatego można wnioskować, ze pojęcia podstawy i konsekwencji są dla B. Bolzano

Praski myśliciel, po podaniu swego określenia dowodu, wyciąga natychmiast wniosek, że aksjomaty (*Grundsaetze*) są zdaniami, które w obiektywnym porządku mogą być traktowane (*betrachten*) wyłącznie jako podstawa (*Grund*), a nigdy jako konsekwencja (*Folge*) dowodu[28].

Współcześnie podkreśla się zdecydowanie, że pojęcie dowodu jest zrelatywizowane przez odniesienie do zbioru reguł dowodzenia (reguł dedukcyjnych). Na początku budowania danej teorii przyjmuje się na metapoziomie właśnie ów zbiór reguł dedukcyjnych. Oczywiście za czasów, kiedy pisany był przez B. Bolzano analizowany tekst, nie było jeszcze mowy o świadomym odróżnieniu poziomu teorii od poziomu metateoretycznego. Ale praski filozof doskonale sobie zdawał sprawę, że koncepcja dowodu, którą starał się zaprezentować, jest zależna od przyjmowanego zbioru reguł dowodzenia. Dlatego — tak jak to się czyni również współcześnie — starał się *explicite* wyliczyć przyjmowane przez siebie reguły dowodzenia. W istocie do reguł dowodzenia zaliczył on wszystkie twierdzenia — lekko zmodyfikowanej — sylogistyki zdań asertorycznych Arystotelesa. Zatem — ze współczesnego punktu widzenia — do reguł dowodowych należały tezy pewnego tylko fragmentu klasycznego rachunku predykatów. Poza tym B. Bolzano — w ramach przyjmowanych reguł dowodzenia — wyliczał niektóre twierdzenia, które można by zaliczyć do sylogistyki zdań modalnych Arystotelesa[29]. Oprócz tego — już nie

pojęciami definiowalnymi. Wydaje się jednak, że nie można ich zdefiniować inaczej, jak przez odniesienie do pojęcia dowodu. Tak uczyniono w niniejszym artykule. Dlatego też w koncepcji B. Bolzano można chyba dostrzec „błędne koło” w definiowaniu. W definicji dowodu używa się pojęć podstawy i konsekwencji, natomiast w swoich definicjach podstawy i konsekwencji musiałby B. Bolzano użyć — gdyby je *explicite* sformułował — pojęcia dowodu.

[28] „Grundsaetze sind daher Saetze, welche in objectiver Hinsicht nur immer als Grund, und nie als Folge betrachtet werden koennen”, B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 64.

[29] B. Bolzano podaje figury sylogistyczne z następującymi przesłankami: „(A cum B) ist möglich” oraz „A kann enthalten B”, B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 66.

wyraźnie, lecz *implicite* — przyjmował jako reguły dowodzenia niektóre tezy klasycznego rachunku zdań. Wynika to chociażby stąd, że akceptował on dowody nie wprost, które oparte są na tezach klasycznego rachunku zdań[30]. B. Bolzano nie poprzestał w swojej prezentacji metody matematyki na stwierdzeniu, że na początku każdej teorii matematycznej należy podać jej aksjomaty. Postawił on jeszcze dwa dodatkowe problemy: czy w ogóle istnieją aksjomaty oraz czy istnieją jakieś kryteria, które pozwoliłyby wyróżnić aksjomaty w zbiorze wszystkich prawd? Od razu stwierdził, że na obydwa pytania można udzielić pozytywnej odpowiedzi[31].

Argument — nie wprost — przemawiający za pozytywnym rozstrzygnięciem pierwszego problemu przedstawił B. Bolzano natychmiast. Aksjomaty to — zgodnie z wcześniej przyjętą przez niego definicją — sądy (prawdy) obiektywnie niedowiedlne. Każdy dowiedlny sąd jest konsekwencją (*Folge*), której podstawą (*Grund*) są dwa sądy użyte jako przesłanki w jego dowodzie (praski matematyk wyraźnie odwołał się tutaj do miejsca, gdzie jako reguły dowodowe matematyki podał sylogizmy logiki Arystotelesa). Jeśliby założyć, że wszystkie sądy są dowiedlne — to znaczy, że nie istnieją aksjomaty w sensie Bolzanowskim — wówczas konieczne byłoby przyjęcie ciągu konsekwencji, w którym nie byłoby żadnego pierwszego sądu, to znaczy ciągu, w którym nie byłoby żadnej takiej podstawy (*Grund*), która sama nie byłaby konsekwencją (*Folge*). To zaś byłoby, zdaniem B. Bolzano, nie-

[30] Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Dar stellung der Mathematik*, s. 122–126.

Dowody nie wprost oparte są na regule formułowanej w metajęzyku, której podstawą jest następująca teza klasycznego rachunku zdań: $(\sim p \to (q \wedge \sim q)) \to p$.

[31] „Nunmehr entsteht die doppelte Frage, ob es auch ueberhaupt Wahrheiten gebe, die an sich unerweislich sind; und ob es ferner bestimmte Kennzeichen fuer diese Unerweislichkeit derselbel gebe? Beydes muß ich bejahend beantworten lassen, wenn es Gruendsaetze in der oben angegebenen Bedeutung des Wortes geben soll", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 68.

dorzecznością (*ungereimt*). Zatem założenie o nieistnieniu sądów niedowiedlnych jest fałszywe, czyli istnieją aksjomaty[32].

Warto zauważyć, że praski myśliciel w swym dowodzie o istnieniu aksjomatów ponownie założył istnienie obiektywnego, uporządkowanego „królestwa prawdy"[33]. Poza tym przyjęcie jako reguł dowodowych tez sylogistyki zdań asertorycznych oraz modalnych Arystotelesa zmusiło go do stwierdzenia, że istnieją przynajmniej dwa aksjomaty[34]. Było to konieczne, ponieważ sylogizmy wymagają dwu przesłanek dla otrzymania konkluzji. Trzeba było zatem przynajmniej dwu aksjomatów, aby otrzymać pierwsze twierdzenie danej teorii.

Pozostało praskiemu filozofowi pokazanie, czy istnieją — a jeśli tak, to jakie — kryteria, które wyróżniają aksjomaty w zbiorze wszystkich sądów (prawd). Stwierdził on jednak, że udzielenie pozytywnej odpowiedzi na to pytanie wymaga wcześniejszego przedstawienia istotnych uwag dotyczących sądów w ogóle. B. Bolzano rozpoczyna swe uwagi od refleksji nad pojęciem sądu (*Urtheil*). Krytykuje on definicję mówiącą, że sąd jest połączeniem dwu pojęć. Wykazuje, że jest to określenie zbyt szerokie. Wreszcie stwier-

---

[32] „Ein jedes erweisliche Urtheil ist nach der gegebenen Erklaerung anzusehen als eine Folge, und seine Praemissen zusammen genommen als dessen Grund. Behaupten also, daß alle Urtheile erweislich sind, heißt eine Reihe von Folgen annehmen, in der kein erster, d. h. kein solcher Grund erscheint, der selbst nicht eine Folge ist. Dieses ist aber ungereimt", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 69.

[33] „Da es nun immer noch von einigen bezweifelt wird, ob es im Reiche der Wahrheit auch ueberall Urtheile gebe, welche sich schlechterdings nicht erweisen ließen; so scheint es mir der Muehe nicht unwerth, hier einen kurzen Beweis dieser Behauptung zu versuchen", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 68–69.

[34] „Im Gegentheile also muß nothwendig einige — zum wenigstens zwey Urtheile annehmen, die selbst nicht wieder gefolgerte, sondern Grundurtheile im strengsten Sinne des Wortes d. h. Grundsaetze sind", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 69.

dza on, że pojęcie sądu jest pojęciem niedefiniowalnym, pierwotnym[35].

Następnie praski filozof zajmuje się zagadnieniem form, które mogą przybierać sądy. Odcina się od zastanego twierdzenia, ze wszystkie sądy są sprowadzalne do postaci kanonicznej „*A* jest *B*”, gdzie *A* i *B* oznaczają związane w tym sądzie pojęcia, natomiast słowo *jest* stanowi łącznik (*Copula*). Według B. Bolzano istnieje pięć różnych form kanonicznych sądów i każdy sąd jest sprowadzalny do dokładnie jednej z tych form. Wymienił on następujące postacie kanoniczne sądów: koniecznościowe (*Nothwendigkeitsurtheil*), wyrażające możliwość (*Moeglichkeitsurtheile*), wyrażające obowiązek (*Urtheile, die eine Pflicht ausdruecken*), spostrzeżeniowe (*empirische Wahrnehmungsurtheile*), oraz wyrażające prawdopodobieństwo (*Wahrscheinlichkeitsurtheile*)[36].

Z punktu widzenia Bolzanowskiej metodologii matematyki istotne są dwie formy kanoniczne sądów: koniecznościowe oraz wyrażające możliwość. Jak wynika z całego kontekstu dzieła opublikowanego w roku 1810, praski filozof był przekonany o możliwości sprowadzenia każdego sądu matematyki do jednej z tych dwu postaci kanonicznych[37]. Dlatego w tym miejscu zostaną zaprezentowane tylko te dwie formy sądów. Sądy koniecznościowe

---

[35]Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 71–72.

[36]Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 73–76.

[37]Praski myśliciel zaliczał do matematyki rachunek prawdopodobieństwa. W swoim późniejszym monumentalnym dziele *Wissenschaftslehre* przedstawił koncepcję rachunku prawdopodobieństwa. Powstaje zatem pytanie, dlaczego nie zaliczył sądów wyrażających prawdopodobieństwo do sądów matematyki. Wynikało to zapewne stąd, że w roku 1810 B. Bolzano nie miał jeszcze własnej klarownej koncepcji rachunku prawdopodobieństwa oraz nie potrafił w istocie precyzyjniej określić jak wygląda forma kanoniczna sądów wyrażających prawdopodobieństwo. Pisał on: „Endlich bilden auch die Wahrscheinlichkeitsurtheile (wie mir daeucht) noch eine eigene Classe von Urtheilen, deren Verbindungsbegriff jener der Wahrscheinlichkeit ist. Doch bin ich ueber ihre eigentliche Natur noch nicht im Klaren”, B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 76.

to te, które dają się sprowadzić do postaci „S jest pewnym rodzajem P". B. Bolzano wymienia jeszcze dwie inne, równoważne jego zdaniem, postacie tej formy kanonicznej, mianowicie: „S zawiera pojęcie P" oraz „przedmiotowi S przysługuje pojęcie P". Łącznikiem (*Verbindungsbegriff*) w formie kanonicznej sądów koniecznościowych jest pojęcie przysługiwania (*Begriff des Zukommens*) pewnej cechy albo — co w istocie jest tym samym — zawieranie się pewnej rzeczy jako indywiduum albo rodzaju (*Art*) w pewnym gatunku (*Gattung*)[38]. Natomiast wszystkie sądy wyrażające możliwość dają się sprowadzić do postaci kanonicznej: „A może być jakimś rodzajem B ". Zdaniem B. Bolzano, łącznikiem w postaci kanonicznej jest pojęcie możliwości (*Begriff der Moeglichkeit*). Podaje on przykład matematycznego sądu, który — jego zdaniem — jest sądem możliwościowym: istnieją równoboczne trójkąty. Zdanie to, sprowadzone do formy kanonicznej, brzmi — według praskiego filozofa — następująco: pojęcie trójkąta ($= A$) może być rodzajem (*Art*) pojęcia równobocznej figury ($= B$)[39].

Następnie B. Bolzano wyjaśnił, dlaczego przyjął więcej niż jedną tradycyjną formę kanoniczną sądów. Jego tok rozumowania ukazuje przy okazji, iż zakładał on — na co wskazano już wyżej — że sądy matematyki mogą być sądami koniecznościowymi albo sądami wyrażającymi możliwość (modalnymi). Według praskiego

[38] „Urtheile, welche sich auf die Form: S ist eine Art von P, oder, was gleich viel ist, S enthaelt den Begriff P. oder: dem Dinge S koemmt zu der Begriff P, zurueckfuehren lassen. Der Verbindungsbegriff in diesen Urtheilen ist: der Begriff des Zukommens einer gewissen Eigenschaft, oder was eben so viel ist, des Enthaltenseyns eines gewissen Dinges, als Individui oder Art, unter einer gewissen Gattung", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 74.

[39] „Urtheile, die eine Moeglichkeit aussagen, und unter der Form: A kann seyn eine Art von B, enthalten sind. Der Verbindungsbegriff ist der Begriff der Moeglichkeit, daher ich się eben Moeglichkeitsurtheile nenne. Ein Beyspiel sey der Satz: es gibt gleichseitige Dreyecke; denn er ist eigentlich so auszudruecken: Der Begriff eines Dreyecks ($= A$) — kann seyn eine Art — von dem Begriffe einer gleichseitigen Figur ($= B$)", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 75.

filozofa, sądy modalne starano się tradycyjnie sprowadzić do postaci kanonicznej „A jest B” w ten sposób, że zwroty wyrażające modalność umieszczano w podmiocie albo predykacie formy kanonicznej. Wtedy łącznikiem pozostawało samo słówko *jest*. Natomiast B. Bolzano umieścił w formie kanonicznej zwroty wyrażające modalność w łączniku — w ten sposób powstała inna niż tylko tradycyjna forma kanoniczna sądów. Umieszczenie w łączniku zwrotów modalnych stworzyło możliwość budowania sądów modalnych, w których zarówno podmiot, jak i predykat, są pojęciami prostymi. Gdyby bowiem zwrot modalny dodano do predykatu lub podmiotu — jak to tradycyjnie czyniono — wówczas predykat lub podmiot musiałyby być, według B. Bolzano, pojęciami złożonymi. Dlaczego tak ważne było istnienie sądów modalnych z prostymi pojęciami jako podmiotem i predykatem? Otóż B. Bolzano starał się — jak zostanie to dalej pokazane — sformułować twierdzenie, że aksjomatami są te i tylko te sądy, których zarówno podmiot, jak i predykat, są pojęciami prostymi (niedefiniowalnymi). Zakładał on też istnienie w matematyce sądów modalnych jako twierdzeń. Przyjmował jako reguły dowodowe twierdzenia sylogistyki zdań modalnych Arystotelesa. Dlatego musiał istnieć przynajmniej jeden aksjomat będący sądem modalnym. W innym wypadku nie można by bowiem przy pomocy sylogistyki zdań modalnych otrzymać twierdzeń będących sądami modalnymi. Skoro musiał istnieć w matematyce przynajmniej jeden aksjomat będący sądem modalnym, a aksjomaty miały jako podmiot i predykat wyłącznie pojęcia proste (niedefiniowalne), to — zgodnie z wcześniej sformułowanymi uwagami — musiał B. Bolzano zwroty wyrażające modalność przenieść do łącznika formy kanonicznej sądów i w konsekwencji został zmuszony do przyjęcia — inaczej niż w zastanej logice — więcej niż jednej postaci kanonicznej sądów[40].

[40] „Der wesentliche Umstand, in welchem ich bey dieser Aufzaehlung von andern abweiche, bestehet darin, daß ich gewisse Begriffe zur Copula des Urtheils ziehe, welche man sonst in das Praedicat oder Subject verlegt hat.

W tym miejscu, po przedstawieniu swojej koncepcji sądów, powrócił B. Bolzano do pytania, jakie kryteria wyróżniają ze zbioru wszystkich sądów aksjomaty, czyli sądy obiektywnie niedowiedlne. Starając się udzielić odpowiedzi, wskazał on najpierw na warunki wystarczające dowiedlności sądów. Zaznaczył, że ponieważ chodzi o sądy matematyki, to mowa jest dalej o sądach poznawalnych *a priori*. B. Bolzano sformułował twierdzenie, że wszystkie takie sądy, których podmiot jest pojęciem złożonym (nie jest pojęciem prostym, czyli niedefiniowalnym, pierwotnym), są zawsze sądami dowiedlnymi. Uzasadnił to w ten sposób, że jeśli podmiot sądu

---

Ich muß also noch im Kurzen anzeigen, was mich zu dieser Veraenderung veranlaßt habe. Es waren vornehmlich die Moeglichkeits– und Pflichtsurtheile. Ich glaube gefunden zu haben, daß alle Urtheile, deren Subject oder Praedicat zusammen gesetzte Begriffe sind, erweisliche Urtheile seyn mueßten. Drueckt man nun die Moeglichkeitsurtheile (nach der gewoehnlichen Methode) so aus, daß der Begriff der Moeglichkeit das Praedicat zu bilden scheint; so waere ihr Subject wesentlich ein zusammen gesetzter Begriff, indem es bekantlich ueberflueßig ist, die Moeglichkeit eines einfachen Begriffes zu behaupten. (A cum B) ist — moeglich waere dann die allgemeine Form aller Urtheile dieser Art, wo (A cum B) das Subject, moeglich das Praedicat vorstellen wuerde. Nach der nur eben angefuehrten Bemerkung also mueßten alle diese Urtheile erweislich seyn, gleichwohl sieht man leicht ein, daß es einige schlechterdings unerweisliche Urtheile der Art geben muesse, weil jedes Moeglichkeitsurtheil, wenn es erweisen werden soll, eine Praemisse, in welcher der Begriff der Moeglichkeit bereits vorhanden ist, d. h. ein anderes Moeglichkeitsurtheil voraussetzt. Ziehen wir aber den Begriff der Moeglichkeit in die Copula, so kann es Moeglichkeitsurtheile geben, deren Subject und Praedicat beide ganz einfache Begriffe sind, und die wir daher, ohne anzustossen, fuer unerweisliche Urtheile gelten lassen koennen", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 77–78.

Ostatecznie zatem B. Bolzano był zmuszony przyjąć w teoriach matematycznych przynajmniej trzy aksjomaty. Przyjęcie jako reguł dowodowych lekko zmodyfikowanej sylogistyki zdań asertorycznych Arystotelesa i przekonanie, że część twierdzeń matematyki to sądy koniecznościowe, prowadziło go do stwierdzenia, iż teorie matematyczne wymagają przynajmniej dwu aksjomatów, będących sądami koniecznościowymi. Stwierdzenie, że część sądów matematyki to sądy modalne, prowadzi do wniosku, iż w teoriach matematycznych musi być przyjęty dodatkowo przynajmniej jeden aksjomat będący sądem modalnym.

jest pojęciem złożonym, to wszystkie jego cechy, czyli wszystkie predykaty, które można z nim związać w jakimkolwiek sądzie, muszą być zależne od każdego prostego (niedefiniowalnego) pojęcia, z których złożone jest to pojęcie i od cech tych pojęć prostych, czyli w konsekwencji od sądów, które dadzą się tworzyć z owymi pojęciami prostymi jako podmiotami. Dlatego każdy sąd, którego podmiot jest pojęciem złożonym, jest zależny od tych sądów z pojęciami prostymi jako podmiotami i w konsekwencji jest on — zdaniem praskiego filozofa — jako poznawalny *a priori* — dowiedlny[41]. Dalej B. Bolzano sformułował twierdzenie, że wszystkie sądy (poznawalne *a priori*), których predykat jest pojęciem złożonym są również sądami dowiedlnymi. Zaprezentowany przez niego dowód tego twierdzenia przebiega analogicznie jak dowód twierdzenia wcześniejszego[42].

W sumie więc otrzymał B. Bolzano tezę, według której wszystkie sądy, których podmiot lub predykat są pojęciami złożonymi, są dowiedlne. Stąd, z definicji aksjomatu oraz z określenia pojęcia złożonego, wynika następujący warunek konieczny bycia aksjomatem: jeśli dany sąd jest aksjomatem, to zarówno jego podmiot, jak i predykat, są pojęciami prostymi (pierwotnymi, niedefiniowalnymi)[43].

---

[41] „Ist also irgend ein Subject ein zusammen gesetzter Begriff, so muessen die Eigenschaften desselben d. h. die Praedicate, welche man ihm beylegen kann, von jenen einzelnen Begriffen, aus welchen es zusammen gesetzt ist, und von den Eigenschaften derselben, d. h. von jenen Urtheilen, welche sich ueber diese einfachen Begriffe bilden lassen, abhaengig seyn. Mithin ist jeder Satz, dessen Subject ein zusammen gesetzter Begriff ist, ein von mehreren anderen Saetzen abhaengiger, mithin (in wie fern er *a priori* erkennbar ist) auch wirklich herleitbar d. h. erweislicher Satz, und kann sonach auf keine Weise fuer einen Grundsatz gelten", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 87.

[42] Por. B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 88.

[43] „Hieraus ergibt sich nun schon, daß die eigentlich unerweislichen Saetze, oder Grundsaetze unter der Classe bloß jener Urtheile zu suchen seyen, in welchen beydes, Subject und Praedicat ganz einfache Begriffe sind", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 88.

W istocie jednak dążył — jak się wydaje — B. Bolzano do stwierdzenia równoważności: dany sąd jest aksjomatem wtedy i tylko wtedy, gdy zarówno jego podmiot, jak i predykat, są pojęciami prostymi (pierwotnymi, niedefiniowalnymi). Jednak wydobycie tego twierdzenia z tekstu praskiego filozofa nie jest proste. Precyzyjny zazwyczaj B. Bolzano nie wyraził się bowiem w tej kwestii zbyt jasno. Tok jego wywodu jest następujący: dotąd wykazano, że każdy sąd, który jest aksjomatem, ma jako podmiot oraz predykat pojęcia proste (pierwotne, niedefiniowalne). Nie dowiedziono jednak w ten sposób jeszcze twierdzenia odwrotnego, to znaczy, że każdy sąd, którego podmiot i predykat są pojęciami prostymi, jest aksjomatem. Zatem aby wykazać, że dany sąd „A jest B" jest aksjomatem, nie wystarczy pokazać, że pojęcia A i B są pojęciami prostymi, należy jeszcze dodatkowo pokazać, że nie istnieją dwa sądy o postaci „A jest X" oraz „X jest B", z których można by wywieść dany sąd. I w tym miejscu B. Bolzano podkreśla, że w wielu wypadkach będzie to wymagało osobnego rozważenia (*Betrachtung*). Zaznacza, że nie jest to dowód aksjomatu — aksjomaty to bowiem dla niego sądy z definicji niedowiedlne — ale jego wyprowadzenie (*Herleitung*). Takie wyprowadzenia aksjomatów są istotnym elementem wykładu naukowego[44].

---

[44] „Wenn wir nun auch durch das Bisherige erwiesen haben, daß jedes Urtheil, welches ein Grundsatz seyn soll, aus lauter einfacher Begriffen bestehen muesse; so ist doch noch nicht umgekehrt erwiesen, daß jedes Urtheil, das aus einfachen Begriffen besteht, ein Grundsatz sey. Es ist also, um zu beweisen, daß ein vorhandener Satz "A ist B", ein Grundsatz sey, noch nicht genug zu zeigen, daß die Begriffe A und B beyde ganz einfach sind; sondern man muß noch ferner zeigen, es gebe auch keine zwey Saetze von der Form "A ist X", und "X ist B", aus welchen jener gefolgert werden koennte. Dieses wird in den meisten Faellen eine eigene Betrachtung erfordern, die sich zum Unterschiede von einem eigentlichen Beweise (oder einer Demonstration) mit dem bestimmten Nahmen einer Herleitung (oder Deduction) belege. Grundsaetze werden also zwar nicht bewiesen, wohl aber deduciert, und diese Deductionen sind ein wesentlicher Bestandtheil des wissenschaftlichen Vortrages, indem man ohne sie niemahls gewiß seyn koennte, ob jene Saetze, deren man sich als Grundsaetze bedienet, dieses auch wirklich sind", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 93.

Rozumowanie zaprezentowane przez praskiego filozofa prowadzi do następujacych wniosków: ogólnie nie da się udowodnić, iż każdy sąd, którego podmiot i predykat są pojęciami prostymi (pierwotnymi, niedefiniowalnymi), jest niedowiedlny, czyli że jest on aksjomatem. „W wielu wypadkach" trzeba takie rozumowanie uzasadniające przeprowadzić dla poszczególnego sądu. B. Bolzano jednak nie odpowiedział na pytanie, czy — jego zdaniem — za każdym razem da się w ten sposób pokazać, że dany sąd posiadający pojęcia proste jako podmiot i predykat jest aksjomatem. Pewne jednak dalsze stwierdzenie pozwala zrekonstruować jego przekonania. Pisze on, że „obszar aksjomatów rozciąga się tak daleko, jak daleko rozciągają się pojęcia proste"[45]. Wynika stąd, że był on przekonany — mimo niemożliwości przeprowadzenia ogólnego dowodu — że każdy sąd, którego podmiot i predykat są pojęciami prostymi (pierwotnymi, niedefiniowalnymi), jest aksjomatem. Jeśli to — w istocie nie udowodnione — twierdzenie zestawi się z tezą wcześniejszą, to otrzyma się — w konsekwencji również nie udowodnione przez B. Bolzano, ale w zawikłany sposób wypowiedziane przez niego — twierdzenie, że aksjomaty to te i tylko te sądy, których podmiot i predykat są pojęciami prostymi (pierwotnymi, niedefiniowalnymi). I w ten właśnie sposób określił on — choć w nieco skomplikowany sposób — kryterium konieczne i wystarczające, które musiał spełniać dany sąd, aby być aksjomatem, czyli sądem niedowiedlnym.

Jeszcze trzy istotne uwagi można sformułować odnośnie do wcześniej zaprezentowanego rozumowania praskiego filozofa. Pierwsza dotyczy „wyprowadzenia" (*Herleitung*). Z kontekstu wynika, że chodzi o jakiś typ rozumowania — nie wiadomo dokładnie, jaki — przy pomocy którego to ma się stwierdzić, czy nie istnieją dwa sądy, które mogłyby być przesłankami w dowodzie

[45] „daß Gebiet derselben (der wirklichen Grundsaetze — J.D.) erstreckt sich so weit, als die bloß einfachen Begriffe reichen; wo diese aufhoeren, und die Erklaerungen ihren Anfang nehmen, da hoeren auch die Grundsaetze auf, und es fangen die Lehrsaetze an", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 96.

aksjomatu, przeprowadzonym przy pomocy reguł wyznaczonych przez sylogistykę Arystotelesa. B. Bolzano sugeruje, że takie „wyprowadzenie" (*Herleitung*) powinno być istotnym elementem wykładu naukowego. O co w istocie chodziło praskiemu filozofowi, kiedy stwierdzał potrzebę „wyprowadzenia" (*Herleitung*) aksjomatów? W istocie o jakieś — nie wiadomo dokładnie jakie — stwierdzenie niezależności aksjomatu od twierdzeń teorii. Te zaś twierdzenia teorii są wywiedlne — jako sądy dowiedlne — przy pomocy ciągu dowodowego z innych aksjomatów teorii. Zatem postulował B. Bolzano, aby do wykładu teorii matematycznej wprowadzić jakieś rozumowanie stwierdzające niezależność każdego aksjomatu teorii od zbioru wszystkich pozostałych aksjomatów. A więc w istocie chodziło mu o to, aby wykład każdej teorii matematycznej poprzedziło stwierdzenie niezależności aksjomatyki.

Warto w tym miejscu przypomnieć, że już od starożytności zdawano sobie doskonale sprawę z tego, że aksjomaty powinny być od siebie niezależne. Owa świadomość ujawniła się w trakcie zażartych dyskusji na temat statusu „piątego postulatu" Euklidesa. W tej dyskusji wziął też udział B. Bolzano, twierdząc, że postulat ten jest wywiedlny z pozostałych aksjomatów geometrii euklidesowej i dlatego należy go usunąć ze zbioru aksjomatów[46]. Jednak czym innym jest konkretna próba stwierdzenia niezależności (czy też zależności) aksjomatów geometrii, a czym innym generalny wymóg, aby odnośnie do każdej teorii matematycznej wprowadzić obowiązek jakiegoś — jeszcze raz trzeba podkreślić, że B. Bolzano nie uściślił, jakiego — ustalenia niezależności aksjomatyki. Wydaje się, że sformułowanie takiego postulatu świadczy o genialności autora i umiejętności wyznaczenia kierunków dalszych badań nad własnościami teorii matematycznych. Oczywiście, brak stosownych narzędzi logicznych uniemożliwiał zrealizowanie sformułowanego przez praskiego filozofa wymogu na początku dzie-

[46] Por. B. Bolzano, *Betrachtungen ueber einige Gegenstaende der Elementargeometrie*, Prag 1804.

więtnastego wieku. Jednak ideę B. Bolzano podjęto — zapewne nieświadomie, ze względu na to, że przemyślenia praskiego filozofa były do niedawna zasadniczo nie znane — w ramach badań nad teoriami nauk formalnych w dwudziestym wieku.

Druga uwaga odnośnie do przedstawionego wcześniej rozumowania B. Bolzano dotyczy pewnej jego niekonsekwencji. Mianowicie rozpatrywał on wyłącznie aksjomaty o postaci „A jest B”, czyli aksjomaty będące według jego własnej terminologii sądami koniecznościowymi. Z drugiej strony twierdził on, że teorie matematyczne powinny posiadać przynajmniej jeden aksjomat będący sądem modalnym. Dlatego zawężenie przeprowadzonego rozumowania do sądów koniecznościowych wydaje się istotną niekonsekwencją praskiego myśliciela.

Po trzecie wreszcie, należy jeszcze raz nawiązać do twierdzenia B. Bolzano, że wszystkie sądy będące aksjomatami, czyli sądami niedowiedlnymi, posiadają jako orzeczenie i predykat wyłącznie pojęcia proste (pierwotne, niedefiniowalne). Oprócz pojęć pierwotnych aksjomaty są poza tym zbudowane ze stałych logicznych: funktora „jest” lub funktora modalnego. Ten pogląd B. Bolzano podtrzymywany jest również współcześnie[47]. I dziś aksjomaty powinny być budowane wyłącznie z pojęć pierwotnych oraz stałych logicznych. A zatem i w kwestii budowy aksjomatów antycypował praski filozof przekonania akceptowane również i dzisiaj.

Swoje uwagi dotyczące aksjomatów kończy B. Bolzano przedstawieniem krótkiego argumentu stwierdzającego istnienie aksjomatów specyficznych, właściwych dla matematyki. Przypomniał on, że wcześniej pokazał przykłady istnienia specyficznie matematycznych pojęć prostych (pierwotnych, niedefiniowalnych). Skoro istnieją takie pojęcia, to można, posługując się nimi, budować sądy. Istnieją zatem sądy specyficznie matematyczne, które mają jako podmiot i predykat właściwe dla matematyki pojęcia proste (pierwotne, niedefiniowalne). A zatem, zgodnie z przyjmowanym

[47]Dodatkowo mogą jeszcze występować w aksjomatyce pojęcia używane w teoriach, które zakłada się, budując daną teorię.

przez B. Bolzano twierdzeniem, istnieją aksjomaty typowo matematyczne[48].

W zbiorze aksjomatów matematycznych wyróżnił praski filozof podzbiór postulatów. To takie aksjomaty matematyki, które są sądami modalnymi, czyli — wedle jego terminologii — sądami możliwościowymi (*Moeglichkeitsurtheile*). Już wcześniej starał się on uzasadnić, że przynajmniej jeden taki aksjomat, czyli postulat, musi istnieć. Wynikało to stąd, ze przyjmował on istnienie twierdzeń matematycznych będących sądami modalnymi. Aby takie twierdzenia otrzymać w teorii matematycznej, przy pomocy przyjmowanej przez niego w istocie sylogistyki zdań modalnych Arystotelesa, trzeba było przyjąć istnienie przynajmniej jednego postulatu matematyki, czyli aksjomatu będącego sądem modalnym[49].

W tym miejscu wypada sformułować jeszcze kilka uwag dotyczących logiki stosowanej według B. Bolzano w matematyce. Zdawał on sobie sprawę z tego — jak to już stwierdzono wcześniej — że pojęcie dowodu wymaga odniesienia do reguł dowodzenia (reguł dedukcyjnych). Zgodnie ze stanem logiki sobie współczesnej, twierdził on, że do reguł dowodowych należy zaliczyć wszystkie twierdzenia nieco zmodyfikowanej sylogistyki zdań asertorycz-

[48] „Hat das Bisherige seine Richtigkeit, so laest sich jetzo die Frage beantworten „ob auch die Mathematik ihre Grundsaetze habe?" Wenn naehmlich alle mathematische Begriffe erklaerbare Begriffe waeren, so koennte es auch keine Grundsaetze in den mathematischen Disciplinen geben. Da es aber einfache Begriffe gibt welche der Mathematik eigenthuemlich zukommen so muß man allerdings auch wirkliche Grundsaetze in ihr anerkennen; und das Gebiet derselben erstreckt sich so weit, als die bloß einfachen Begriffe reichen; wo diese aufhoeren, und die Erklaerungen ihren Anfang nehmen, da hoeren auch die Grundsaetze auf, und es fangen die Lehrsaetze an", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 95–96.

[49] „Als eine besondere Art von Grundsaetzen pflegen die Mathematiker noch die Postulate anzufuehren, unter welchen sie solche Grundsaetze verstehen, welche die Moeglichkeit eines gewissen Gegenstandes behaupten. Nach Par. 16. gibt es und muß es Postulate (unerweisliche Moeglichkeitsurtheile) geben", B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, s. 96–97.

nych Arystotelesa. Dzisiaj powiedziano by, że B. Bolzano postulował zaliczenie do logiki, którą posługuje się matematyka, pewnego fragmentu klasycznego rachunku predykatów, który w całości został stworzony dopiero przez G. Fregego. Przyjęcie istnienia sądów możliwościowych (modalnych) w matematyce zmusiło praskiego filozofa w konsekwencji do zaliczenia do reguł dowodowych matematyki sylogistyki zdań modalnych Arystotelesa. Ujawniono też, że *implicite* do reguł dowodowych zaliczał on niektóre tezy klasycznego rachunku zdań. To stanowisko B. Bolzano, odnośnie do akceptowanej w matematyce logiki, jest zasadniczo odmienne od stanowiska reprezentowanego współcześnie. Owa odmienność jest spowodowana dwiema przyczynami: rozwojem logiki oraz odmiennym statusem zdań akceptowanych na gruncie matematyki. Dopiero po śmierci praskiego filozofa zbudowano klasyczny rachunek predykatów i odkryto ponownie znany stoikom klasyczny rachunek zdań. Od czasów fregowskich twierdzi się, że matematyce wystarczą reguły dowodowe oparte na klasycznym rachunku predykatów pierwszego rzędu, który nabudowany jest na klasycznym rachunku zdań. W tym sensie logika stosowana w matematyce współczesnej jest „bogatsza" od przyjmowanej przez B. Bolzano[50]. Z drugiej strony, akceptuje się we współczesnej matematyce jedynie sądy asertoryczne i nie stosuje się sądów modalnych. Dlatego nie jest konieczny dla wykazywania twierdzeń matematyki jakikolwiek fragment logiki modalnej, wystarcza klasyczny rachunek predykatów. I w tym znaczeniu logika konieczna do zbu-

[50]Wydaje się, że należy poddać szczegółowym badaniom logicznym matematyczne teksty B. Bolzano. To on właśnie jako pierwszy, w roku 1817, jeszcze przed A. Cauchym, podał definicję granicy funkcji i ciągłości funkcji, które uważa się za poprawne. We współczesnym zapisie tych definicji stosuje się kwantyfikatory. Być może w swym sformułowaniu wspomnianych pojęć B. Bolzano zastosował już *implicite* „język kwantyfikatorów", za którego twórcę uchodzi G. Frege.

dowania teorii matematycznych jest „uboższa” od proponowanej przez praskiego matematyka[51].

Należy podsumować główne wątki Bolzanowskiej metodologii matematyki. W części dotyczącej pojęć pierwotnych dostrzeżono kilka twierdzeń, które istotnie upodabniają jego koncepcję do współczesnej metodologii matematyki. Po pierwsze, twierdzi on, że każda teoria matematyczna musi posługiwać się pojęciami prostymi (pierwotnymi). Po wtóre, na początku wykładu należy podać pełną listę pojęć prostych (pierwotnych). Dalej zauważa on, że pojęć prostych (pierwotnych) nie powinno się i nie da się definiować w sposób klasyczny (*Erklaerung*). Wreszcie twierdzi, że znaczenie nazw pojęć pierwotnych wyznacza zbiór zdań, wprowadzony na początku teorii, w których te nazwy występują. Jest on jakby „definicją uwikłaną” pojęć pierwotnych. Trzeba jednak zaznaczyć, że nie wiadomo, czy według B. Bolzano ową „definicję uwikłaną” pojęć pierwotnych stanowi aksjomatyka, czy jakiś inny zbiór zdań. Poza tym matematyk nie miał możliwości wyboru we wprowadzaniu pojęć pierwotnych do swej teorii, zbiór pojęć pierwotnych był raz na zawsze ustalony w obiektywnie istniejącym porządku pojęć.

W części dotyczącej aksjomatów B. Bolzano odrzucił tradycyjną arystotelesowsko–kartezjańską koncepcję, według której aksjomatami są zdania jasne, oczywiste. Jego zdaniem, aksjomaty to sądy obiektywnie niedowiedlne. Był on przekonany, że dla każdej dyscypliny matematycznej można podać aksjomatykę, co było bardzo mocnym twierdzeniem w czasach, kiedy funkcjonowała w zasadzie tylko aksjomatyka geometrii. Silnie podkreślał, by na

[51]Porównano w tym miejscu środki dowodowe matematyki Bolzanowskiej i tej matematyki współczesnej, którą można by nazwać klasyczną. Na początku dwudziestego wieku w szkole intuicjonistów zakwestionowano zasady logiki stosowane w matematyce. W konsekwencji powstał pewien rodzaj logiki nieklasycznej, nazywanej intuicjonistyczną, którą wbrew założeniom twórców zaksjomatyzował A. Heyting. Zgodnie z założeniami filozoficznymi, reprezentowanymi przez przedstawicieli szkoły intuicjonistycznej, ten właśnie typ logiki należy stosować w matematyce.

początku wykładu każdej teorii matematycznej podać pełną listę aksjomatów. Odmiennie niż to czyni się współcześnie, twierdził praski filozof, że dla danej dyscypliny matematycznej istnieje wyłącznie jedna aksjomatyka. Było to związane z jego przekonaniem o istnieniu jednego, obiektywnego „królestwa prawdy”, uporządkowanego zbioru obiektywnych sądów prawdziwych, które były „odkrywane” przez matematyków. W trakcie przeprowadzanych analiz pokazano, że B. Bolzano był przekonany o zupełności teorii matematycznych. Postulował on też — w bliżej przez siebie nieokreślony sposób — wykazywanie niezależności aksjomatyk. Był przekonany, że aksjomatami są te, i tylko te, sądy matematyki, które posiadały zarówno jako podmiot, jak i jako predykat pojęcia pierwotne (proste, niedefiniowalne). W konsekwencji zmuszony był przyjąć, że aksjomaty budowane są wyłącznie z pojęć pierwotnych oraz stałych logicznych, co zgodne jest z twierdzeniem współczesnej metodologii matematyki. B. Bolzano był również świadom konieczności precyzyjnego określenia zbioru reguł dowodowych stosowanych w matematyce.

Generalnie można stwierdzić, iż praski matematyk w wielu elementach refleksji metodologicznej wyprzedził znacznie swoją epokę i sygnalizował pewne rozwiązania, które w metodologii matematyki zadomowiły się na dobre dopiero sto lat po napisaniu przez niego analizowanej książki.

Warto też zwrócić uwagę, że w tekście B. Bolzano znajdują się stwierdzenia, które każą traktować prezentowaną przez niego metodę nie tylko jako metodę matematyki, ale wszystkich dyscyplin naukowych, w tym także filozofii. Zatem w istocie postulował praski myśliciel uprawianie filozofii tak jak nauki ścisłej, z wyraźnymi listami pojęć pierwotnych i aksjomatów, z jasno określonymi metodami dowodowymi, z precyzyjnymi definicjami wprowadzanych do filozofii terminów. Trzeba zdać sobie sprawę z faktu, że swe postulaty „ścisłej filozofii” stawiał B. Bolzano wtedy, gdy na niemieckim obszarze językowym panowała filozofia idealistyczna G.F. Hegla, o – delikatnie mówiąc — „mętnej” metodzie. Być może była to reakcja na rozluźnienie rygorów metody stosowanej w owej dobie w filozofii. W każdym razie postulat „ścisłej filozofii" pozwala słusznie widzieć w B. Bolzano prekursora filozofii analitycznej.

BIBLIOGRAFIA

B. Bolzano, *Betrachtungen ueber einige Gegenstaende der Elementargeometrie*, Prag 1804.

B. Bolzano, *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik*, Prag 1810, [w:] *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum. Czechoslovak Studies in the History of Science*, Prague 1981, Special Issue 12 [reprint].

B. Bolzano, *Rein analyticher Beweis des Lehrsatzes, daß zwischen je zwey Werthen, die ein entgegengesetztes Resultat gewaehren, wenigstens eine Reelle Wurzel der Gleichung liege*, Prag 1817.

SUMMARY

BERNARD BOLZANO'S CONCEPTION OF THE MATHEMATICAL METHOD

The matter under discussion is the methodology of mathematics presented by Bernard Bolzano (1782–1848) in his early pamphlet *Beytraege zu einer begruendeteren Darstellung der Mathematik* (Prague 1810). Bolzano built, with success, the classical axiomatic–deductive method of nonspacial and atemporal concepts (*Begriffe*). He abandoned the traditional custom of formulating primitive concepts of deductive theories. Bolzano opposed the traditional conviction that the axioms of mathematical theories should be clear and distinct sentences. He divided

the domain of nonspacial and atemporal sentences into the subdomains of objectively provable and objectively nonprovable sentences. In his view, the axioms of mathematical (deductive) theories are only the objectively nonprovable sentences, and each of the objective nonprovable sentences is an axiom of a certain deductive theory. He postulated, at the time when only the (Euclidean) geometry was axiomatized, the axiomatization of all mathematical theories.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 114–126

Adam Olszewski
Wydział Filozoficzny PAT
Kraków

KILKA UWAG O TEZIE CHURCHA I AKSJOMACIE HILBERTA

Przypomnę na początek parę faktów odnośnie Tezy Churcha (dalej skrót CT). Została sformułowana przez Alonzo Churcha (1903–1995) około roku 1934 (w związku z badaniami nad lambda–rachunkiem), oficjalnie zgłoszona do AMS na posiedzeniu 22.03.1935 i opublikowana po raz pierwszy (w terminach funkcji rekurencyjnych) w abstrakcie *Bulletin of the American Mathematical Society*, t. 41(1935) s. 333. Druga wersja opublikowana została przez Churcha w artykule *An unsolvable problem of elementary number theory*[1]. Oto tekst:

> Zdefiniujemy teraz wcześniej dyskutowane pojęcie funkcji efektywnie obliczalnej w liczbach całkowitych dodatnich, przez identyfikację go z pojęciem funkcji rekurencyjnej liczb całkowitych dodatnich (lub λ–definiowalnych funkcji liczb całkowitych dodatnich).
>
> (Antologia Davisa s.100–101).

> We now define the notion, already discussed, of an effectively calculable function of positive integers by identifying it with the notion of a recursive function of positive integers (or of a λ–definable function of positive integers).

[1] *The American Journal of Mathematics*, 58(1936), ss. 345–363; [Antologia Davisa ss. 89–107].

Bezpośrednio po tym pisze Church:

> Definicja ta ma być usprawiedliwiona (justified) za pomocą następujących poniżej rozważań, w takim stopniu, w jakim przekonywujące (positive) uzasadnienie może w ogóle być uzyskane dla wyboru formalnej definicji, która ma korespondować z pojęciem intuicyjnym (intuitive notion). (s. 100).
>
> This definition is thought to be justified by the considerations which follow, so far as positive justification can ever be obtained for the selection of a formal definition to correspond to an intuitive notion.

Te rozważania sumuje sam Church następująco:

> W ten sposób zostało pokazane, że bardziej ogólna definicja efektywnej obliczalności nie może być uzyskana za pomocą żadnej z dwóch metod które w sposób naturalny się nasuwają (1) przez definicję funkcji jako efektywnie obliczalnej, gdy istnieje algorytm dla obliczenia jej wartości (2) przez zdefiniowanie funkcji F (jednej zmiennej) jako efektywnie obliczalnej, gdy dla każdej liczby całkowitej dodatniej m istnieje dodatnia liczba całkowita n taka, ze $F(m) = n$ jest dowiedlnym twierdzeniem. (s. 102).

Jak widać z powyższych tekstów Church uważał CT za definicję. W jego stylizacji można CT wypowiedzieć następująco:

CT Pojęcie funkcji efektywnie obliczalnej jest identyczne z pojęciem funkcji rekurencyjnej.

Church był zwolennikiem istnienia obiektów abstrakcyjnych jak na przykład; pojęć, sensów, znaczeń i rozważania ich własności. W artykule: *The Need for Abstract Entities* (1951)[2], którego

[2] *American Academy of Arts and Sciences Proceedings*, 80(1951), ss. 100–113.

wersje właściwie pisał do końca swego życia, formułuje aksjomaty swej teorii. Oto niektóre z nich:

- Każde pojęcie, jest pojęciem co najwyżej jednej rzeczy.
- Każda stała ma jedyne (unique) pojęcie jako swój sens.
- Każda zmienna ma niepustą klasę pojęć jako swoją dziedzinę sensu (sense–range).
- Denotacją stałej jest to czego sens stałej jest pojęciem.

Church, w *The Need for Abstract Entities*, odżegnuje się od rozumienia pojęć w takim sensie, jak Frege. Mówiąc ogólnie, próbuje on wyeliminować fregowskie pojęcie funkcji (jako przedmiotu nienasyconego w tym pojęć (*Begriff*)) na korzyść sensów. Podobnie rozumiał rzecz Husserl. Należy tutaj zauważyć, że w sformułowaniu CT występuje angielskie słowo *notion*, a nie słowo *concept*. Ten drugi termin, w obrębie logiki, wydaje się mieć bardziej techniczny charakter. Biorąc zatem pod uwagę poglądy Churcha z roku 1951 należałoby przyjąć, że CT w naszym powyższym sformułowaniu jest fałszywa, bo (jak się wydaje) sensy terminów ‘funkcja efektywnie obliczalna’ oraz ‘funkcja rekurencyjna’ są różne. Różnica pomiędzy poglądami Fregego i Husserla (i Churcha) dotyczyła denotacji dla *słów pojęciowych*[3]. Schematycznie wygląda to następująco[4]:

FREGE	HUSSERL
Termin nazywający pojęcie	Termin nazywający pojęcie
↓	↓
Sens tego terminu	Sens tego terminu (pojęcie)
↓	↓
Denotacja tego terminu (pojęcie)	Denotacja terminu (obiekt)
↓	
Obiekt, który podpada pod pojęcie	

---

[3]Słowo pojęciowe to termin nazywający pojęcie.

[4]Por. G.R. Haddock, ‘Remarks on Sense and Reference in Frege and Husserl’, s. 31; [w:] *Hussel or Frege?*, C. Ortiz Hill, G.R. Haddock, Open Court 2003.

Czy wobec tego CT w przyjętym sformułowaniu da się uratować? Georg Kreisel[5] zwrócił uwagę na to, że analiza obliczalności dokonana przez Turinga prowadzi do uznania mocniejszej (od zwykłej równoważności) relacji pomiędzy efektywną obliczalnością funkcji a rekurencyjnością. Tę mocniejszą wersję Kreisel nazywa *Supertezą Churcha*:

SCT Każdej mechanicznej regule (lub algorytmowi) można przypisać program (idealnego) komputera, który definiuje *ten sam* proces obliczeniowy (który definiuje reguła).

Jeśliby CT wyrażała tylko równoważność materialną dwóch pojęć, to SCT wyraża to właśnie, i dodatkowo więcej, wskazując na identyczność (izomorfizm) kroków obliczeniowych[6]. Church zdawał sobie sprawę z wagi CT. W artykule *A Note on the Entscheidungsproblem*[7] pisze:

> W ostatnim artykule [Chodzi o artykuł *An Unsolvability...*; AO] autor zaproponował definicję potocznie (commonly) używanego terminu ‘efektywnie obliczalny’ i pokazał na bazie tej definicji, że rozwiązanie ogólnego przypadku Entscheidungsproblemu jest nierozwiązywalne w żadnym systemie logiki symbolicznej (of symbolic logic), który jest adekwatny do wyrażenia pewnej części arytmetyki i jest omega–niesprzeczny [Davis, s. 110].

To, co niemal powszechnie uchodzi za tezę Churcha tzn. zdanie mówiące, że *każda funkcja efektywnie obliczalna jest funkcją*

[5]Por. G. Kreisel, ‘Some Reasons for Generalizing Recursion Theory’, ss. 139–198, odcinek 4.(c).(i) ; [w:] *Logic Colloqium ’69*, Gandy, Yates (eds.), North Holland 1971.

[6]Dla lepszej intuicji: SCT = CT + I; gdzie I jest jakimś intensjonalnym komponentem.

[7] *The Journal of Symbolic Logic*, 1(1936) [Davis, ss. 110–115].

rekurencyjna jest właściwie wersją Kleenego CT[8]. Uczeń Churcha — Kleene — bardzo wiele zdziałał dla CT. Jako pierwszy uporządkował argumenty za CT i przeciw niej. Sam argumentował za CT. Jak napisał, stal się zwolennikiem CT w ciągu jednego wieczoru, kiedy próbował zdiagonalizować klasę funkcji rekurencyjnych i okazało to się niewykonalne. Wersja Kleenego, w kontekście logiki pierwszego rzędu i teorii mnogości, prowadzi do utożsamienia CT ze zdaniem wyrażającym identyczność klasy funkcji rekurencyjnych z klasą funkcji efektywnie obliczalnych.

Church rozwiązał negatywnie tzw. *Entscheidungsproblem* postawiony przez Hilberta i Ackermanna. Dowiódł twierdzenia o (absolutnej) nierozstrzygalności dla logiki pierwszego rzędu. W publikacji zawierającej ten dowód wyraźnie (jak widzieliśmy) powołuje się na CT (definicję) jako założenie dowodu. Negacja twierdzenia o nierozstrzygalności logiki pierwszego rzędu skutkuje negacją CT. Odifreddi rozróżnia pomiędzy *zwykłą nierozstrzygalnością* a *absolutną nierozstrzygalnością*. Ta druga jest własnością teorii związaną z CT. Zwykła nierozstrzygalność polegałaby jedynie na (np.) nierekurencyjności twierdzeń logiki. W przypadku zwykłej nierozstrzygalności mamy do czynienia z nie[[...]] gdzie na miejsce [[...]] należy wstawić nazwę konkretnego modelu obliczalności. Takie twierdzenia posiadają ścisłe dowody i nie odwołują się do CT.

Gödel rozróżniał matematykę obiektywną (M1) i matematykę subiektywną (M2). Ta pierwsza dotyczyć ma prawdziwych twierdzeń matematyki jako takiej, zaś ta druga twierdzeń w obrębie jakiegoś systemu formalnego. Przyjmując to rozróżnienie, można zapytać jak duża część M1 zależy od CT. Zdefiniujemy zbiór Z, który nazwiemy *Zasięgiem obowiązywania CT*:

$$\mathrm{Z} = \{\mathrm{T}\colon \sim\mathrm{T} \Rightarrow \sim\mathrm{CT}\}.$$

[8]Jeśli tekst Churcha dopuszcza przyjęte przeze mnie rozumienie CT, to tekst Kleengo z 'Introduction to Metamathematics' już takiej interpretacji nie dopuszcza. Ściśle rzecz biorąc Church w paragrafie pierwszym '*An Unsolvable...*' formułuje CT podobnie jak Kleene.

Jest to zbiór tych twierdzeń M1, których negacje implikują negację CT (których negacje falsyfikują CT). Oczywiście natychmiast pojawiają się pytania dotyczące rozumienia znaku =¿. Intuicyjnie rzecz biorąc zachodzi T $\Rightarrow$ T', gdy z założenia T uda się wyprowadzić T' za pomocą logiki. Zbiór Z jest niepusty bo oczywiście CT należy do Z. Kleene (za Webbem) wykazał, że pierwsze twierdzenie Gödla o niezupełności również należy do Z. Twierdzenie o nierozstrzygalności logiki pierwszego rzędu również należy do Z. Starałem się pokazać, że twierdzenie Tarskiego o niedefiniowalności prawdy także należy do Z[9]. Wspomniane powyżej twierdzenia o *absolutnej* nierozstrzygalności niektórych problemów (teorii) należą do Z, w tym twierdzenie o nierozstrzygalności logiki pierwszego rzędu.

Genialny Hilbert zdawał sobie sprawę z istnienia nauki pierwotniejszej od matematyki. Byłaby to nauka o podmiocie — matematyku. Sformułował nawet aksjomat tej nauki[10].

> [...] Aksjomat Myślenia lub, jak mógłby ktoś powiedzieć, Aksjomat Istnienia Inteligencji, może być w przybliżeniu sformułowany jak następuje: Ja mam możność myśleć rzeczy i oznaczać je poprzez proste znaki $(a, b; ..., X, Y, ...; ...)$ w pełni charakterystyczny sposób tak; że mogę je zawsze jednoznacznie powtórnie rozpoznać. Moje myślenie operuje tymi rzeczami za pomocą ich oznaczeń [Bezeichnung] w pewien sposób, zgodny z określonymi prawami. Ja mogę się nauczyć tych praw poprzez samoobserwację, i opisać je zupełnie.

---

[9]Por. A. Olszewski, ‘Teza Churcha a definicja prawdy Tarskiego’, *Analecta Cracoviensia*, 33(2001), ss. 171–176.

[10]Cytuję za M. Hallett, *Hilbert's Axiomatic Method and the Laws of Thought*, Mathematics and Mind, A. George, 1994. Cytat ten pochodzi z wykładów Hilberta z roku 1905 o tytule *Logische Prinzipien des mathematischen Denkens*, notatki z wykładu zrobione przez Ernsta Hellingera. Notatki z tego samego wykładu robił także Max Born

> [...] an *Axiom of Thought* or as one can say, an *Axiom of the Existence of an Intelligence*, which can be formulated approximately as follows: I have a capability to think *things* and to denote them through simple signs $(a, b; ..., X, Y, ...)$ in such a fully charakteristic way that I can unequivocally recognise them again. My thinking operates with these things in this designation [Bezeichnung] in a ceratin way according to determinate laws, and I am capable of learning these laws through self–observation, and of describing them completely.

Aksjomat ten można rozbić na następujące części:

AH1. Ja Myślę.
AH2. Myślę rzeczy (lub o rzeczach)[11].
AH3. Za pomocą (prostych) znaków mogę:

(a) oznaczać nimi pomyślane rzeczy.

(b) rozpoznawać ponownie uczynione znaki.

(c) dobierać znaki w sposób (do)wolny.

AH4. Prawa operowania pojęciami rzeczy i operowania znakami mogę opisać zupełnie.
AH5. Mam zdolność samorefleksji.

Jak Hilbert rozumiał znaki (w szczególności cyfry) nie jest całkiem jasne. Znakami są na przykład |, ||, |||, ||||, itd. Są pierwotne i niesprowadzalne do innych logicznych pojęć. Są pierwotne uchwytywalne w przedstawieniu (in der Vostellung). Cyfry nie są jednak fizycznymi obiektami, czyli wystąpieniami kresek na papierze (na przykład). Według Hilberta ich kształt może być w ogólności w sposób pewny rozpoznany przez nas, niezależnie od czasu, przestrzeni, specjalnych warunków produkcji znaków i od nieznaczących różnic w finalnym produkcie. Nazywa znak

[11] W angielskim tłumaczeniu tekstu Hilberta jest: *to think things*.

tym samym, gdy ma taki sam kształt jak inny ustalony znak[12]. Hilbert dalej utożsami liczby z ciągami kresek (cyframi) z tym, że kreski są tutaj zupełnie przypadkowe. Budulec cyfr może być dowolny. Jak odróżnić zatem to co jest cyfrą od tego co nią nie jest?[13] Znaki nie są również umysłową konstrukcją, gdyż ich własności są obiektywne, chociaż ich istnienie jest zależne od ich intuicji (w sensie Kanta). Co zatem jest jasne w każdym przypadku to to, że są one **logicznie pierwotne** tzn. nie są ani pojęciami (jak liczby Fregego), ani zbiorami. To co ważne tutaj, to nie ich metafizyczny status lecz to, że nie wchodzą one w relacje logiczne, na przykład nie mogą być orzekane o czymkolwiek. William Tait w znanej pracy *Finitism*[14] analizując charakter cyfr u Hilberta (szczególnie ich rozróżnialność) przypuszcza, że należy je interpretować jako cyfry–typy (w odróżnieniu od cyfr–tokens). Według niego to właśnie typy (znaków) są przedmiotem zainteresowania matematyki[15]. W *Aksjomacie Myślenia* Hilbert uchwycił moment rozpoznawania znaków w części **AH3** (b). Rozpoznawanie znaków znaczy dwie rzeczy: rozpoznawanie ich jako uczynionych przeze mnie (przypominanie) oraz drugie bardzo ważne odróżnianie różnych znaków od siebie i identyfikowanie tych samych znaków. W tym miejscu można postawić pytanie o to jak mocny jest **AH**. Otóż, co może być zaskoczeniem, **AH3** (b) zawiera tak dużo treści, że można z niego wyciągnąć definicję obliczalności. Grzegorczyk w pracy *Decidability without Mathematics*[16] podał definicję Elementarnej Rozróżnialności (ER) i Ogólnej Rozróżnialność (RO). Jego rozważania dotyczą

[12]D. Hilbert, 'Neubegründung der Mathematik. Erste Mitteilung', s. 163; [w:] 'Gesammelte Abhandlungen', t. III, Berlin, Springer, 1935, ss. 157–177.

[13]Por. R. Zach, 'Hilbert's Finitism', <http://www.ucalgary.ca/ ∼rzach/ papers/ hilbert.pdf>.

[14]W. Tait, 'Finitism', *The Journal of Philosophy*, (1981), ss. 524–546. Szczególnie strony 538–540.

[15]Terminologia ta nawiązuje do angielskich określeń: sign–tokens i sign–type.

[16]Dostępne w sieci: <http://www.calculemus.org/>.

tekstów skończonych zapisanych z użyciem skończonej liczby (15) symboli podstawowych (atomowe teksty). Za dane przyjął operację konkatenacji (składania) tekstów (symbolem A!B oznacza tekst złożony z tekstu A i bezpośrednio po nim następującego tekstu B) oraz relację zawierania się tekstu w tekście; A<B znaczy tekst A zawiera się w tekście B.

Def. Elementarnej Rozróżnialności (EO):
1. Każdy singleton którego elementem jest atomowy tekst jest EO.
2. Relacja identyczności pomiędzy tekstami jest EO.
3. Relacja konkatenacji ! pomiędzy tekstami jest EO.
4. Relacja inkluzji < pomiędzy tekstami jest EO.
5. Konwers relacji będącej EO jest również EO.
6. Dodanie nowych argumentów (bez żadnych warunków ich dotyczących) nie wyprowadza poza klasę EO.
7. Identyfikacja argumentów nie wyprowadza poza klasę EO.
8. Jeśli relacja R jest EO, to nonR jest również EO.
9. Jeśli R, S mają tyle samo argumentów i są EO, (R lub S) jest EO.
10. Jeśli R jest co najmniej jednoargumentowa i jest EO, to S zdefiniowana: S(A,...) wtw dla dowolnego tekstu B<A, R(B,...).

Def. Ogólnej Rozróżnialności (RO). Relacja ta spełnia warunki 1–10 oraz:

11. Relacja R jest RO wtw istnieją dwie relacje S i T, które są RO oraz;
R(A,...) wtw istnieje takie B, że S(A,...,B),
nonR(A,...) wtw istnieje takie B, że T(A,...,B).

Definicje te odnosząc się do tekstu, zatem złożonego systemu znaków, wydają się eksplikować treść zawartą w **AH3** (b). Grzegorczyk dowodzi, że klasa tych relacji jest identyczna z klasą relacji ogólnie rekurencyjnych (s. 12–13). Jest to o tyle zaskakujące, że pozornie słabe założenie zawiera w sobie tak wiele treści. Przyglądając się definicjom Grzegorczyka nie sposób uniknąć wrażenia, że są one tak konstruowane, by objęły klasę relacji rekurencyjnych. Zarzut Kreisla o możliwość popełniania tzw. *systematycznego błędu* (systematic error), skierowany przeciwko argumentowi z równoważności sformułowań różnych modeli obliczalność, mógłby tutaj dobrze pasować. Filozoficzny wniosek jaki można wyciągnąć z pracy Grzegorczyka, mający zastosowanie dla rozważań o CT, jest taki, że **AH3** (b) założenie rozróżnialności znaków (obecne zresztą w analizie Turinga) pełni fundamentalną rolę w charakteryzacji funkcji obliczalnych. Inne modele obliczalności zakładają je implicite.

Aksjomat Hilberta części **AH1** mówi o zdolności do myślenia. Na czym polega to, że człowiek myśli próbują odpowiedzieć różne teorie umysłu. Jedna z nich komputacyjna teoria umysłu twierdzi, iż umysł człowieka jest w istocie (uniwersalną) maszyną Turinga. Myślenie jest według tej teorii właściwie obliczaniem. **AH1** można wobec tego przetłumaczyć na **AH1** Ja myślę = ja obliczam. **AH2** wyjaśnia co obliczamy. Myślę rzeczy, czy też o rzeczach. I tutaj pojawia się problem związany z TC. Mianowicie w TC mowa jest o rzekomo dwóch pojęciach utworzynych w umyśle człowieka, o których TC stanowi, iż są naprawdę jednym pojęciem. Jeśli myślę, i moje wewnętrzne doświadczenia coś w ogóle mi mówią, to z jednej strony myślę o liczbach naturalnych i funkcjach, postrzegając je jako pochodzące z idealnej sfery rzeczywistości. Jawią mi się one jako abstrakty (obiekty abstrakcyjne). Mamy tutaj do czynienia z jakąś formą platonizmu. Ostatecznie nie potrzebuję znaków, żeby coś o tej rzeczywistości powiedzieć i żeby wykształcić sobie jakieś **pojęcie obliczalności** w tych liczbach. Dodatkowym argumentem za takim postawieniem sprawy są fenomenalni ludzie, którzy potrafili liczyć na bardzo dużych liczbach w pamięci. Klasycznym przykładem jest hinduski matematyk Ramanujan odkryty przez G. Hardyego. Z drugiej strony operując na rzeczach, na przykład na zbiorach kamieni, a w szczególności na znakach, czyli przedmiotach doświadczenia utworzonych przeze mnie, mogę również liczyć. Mogę je dodawać, odejmować i wykonywać jeszcze inne operacje. Mają one charakter mechaniczny. W niektórych przypadkach wiem, ze uzyskam określony wynik, jeśli wszystko wykonam porządnie. Grzegorczyka definicja odróżnialności tekstów (znaków) dotyczy tej właśnie sfery doświadczenia człowieka i jest równoważna rekurencyjności. Wiem tez, że są takie operacje na rzeczach zewnętrznego świata, gdzie wynik jest dla mnie nie do przewidzenia. Kiedy rzucam monetą, to czy wypadnie orzeł czy reszka, nie jest dla mnie jasne. Wiem, że wypadnie któreś z nich. Nie wszystko mogę zatem obliczać co dotyczy sfery zewnętrznego doświadczenia. Z tej jednak sfery pochodzi drugie **pojęcie obliczaności**.

W obu przypadkach, to znaczy zarówno w moim wewnętrznym doświadczeniu liczb i wytworzonego w tym kontakcie pojęcia obliczalności (Obliczalność1), jak i w pojęciu obliczalności (Obliczalność2) wytworzonym w wyniku doświadczenia zewnętrznego, jestem ograniczony naturą mojego myślenia. Moje myślenie, o czym wiem z mojej zdolności samorefleksji (**AH5**), decyduje o tym co jest, a co nie jest obliczalne. Można przyjąć, że w takim przypadku (obliczalna) natura mojego myślenia decyduje o identyczności tych dwóch pojęć obliczalności, genetycznie wywodzących się z dwóch różnych światów. (Obliczalność1) = (Obliczalność2). Ten zarys argumentu, przy założeniu komputacyjnej teorii umysłu i AH, ma wskazywać na prawdziwość TC.

Ze znakami sprawa wydaje się być jednak jeszcze bardziej złożona. Hofstadter krytykuje w swoim artykule 'Metafont'[17] filozoficzny pogląd Donalda Knutha, że dzięki pojawieniu się komputerów wszystkie możliwe litery 'A' mogą zostać (przez abstrakcję) *uchwycone w postaci skończenie parametryzowalnej obliczeniowej struktury – pewnej 'software machine' posiadającej skończoną liczbę 'gałek do strojenia'*[18] oraz to, że każde wyobrażalne 'A' jest produktem takiej maszyny, gdy ustali się wartości odpowiednich

[17] D. Hofstadter, 'Metafont, Metamathematics, and Metphysics', *Visible Language*, 16(1982), ss. 309–338.

[18] Hofstadter, *op. cit.*, s. 310.

parametrów. To samo, według Knutha, ma dotyczyć innych platońskich obiektów. Hofstadter nazywa ten pogląd *matematyzowaniem kategorii.* Twierdzi, że wypełnienie 'przestrzeni' zdefiniowanej przez takie kategorie jak litery 'A', 'fotel', czy 'walc' wymagają aktu nieskończonej kreatywności[19]. Od strony matematycznej taka 'przestrzeń' jest tzw. *zbiorem produktowym.* Podstawowym przykładem takiego zbioru jest zbiór (numerów gödlowskich) wszystkich twierdzeń arytmetyki prawdziwych w standardowym modelu. Fakt ten jest implikowany przez twierdzenia Gödla o niezupełności. Twierdzenia te dowodzą, że próba skompresowania zbioru wszystkich zdań prawdziwych arytmetyki do rekurencyjnie przeliczalnego zbioru zdań jest niemożliwa. Ścisła definicja tego wysoce interesującego pojęcia jest następująca:

Def. Zbiór (liczb naturalnych) A jest **produktowy** jeśli istnieje funkcja rekurencyjna f taka, że dla dowolnego x:

$$W_x \subset A \Rightarrow f(x) \in A - W_x,$$

gdzie W_x jest dziedziną funkcji częściowo rekurencyjnej (zbiorem rekurencyjnie przeliczalnym) o indeksie x. Pozostałe symbole mają zwykłe znaczenie[20]. Mówiąc swobodnie zbiór produktowy A to taki, dla którego istnieje taka funkcja rekurencyjna f, że dla dowolnego jego podzbioru W (wypisywalnego na liście) funkcja f **wyliczy** (efektywnie) element, który należy do dopełnienia W względem A[21]. Hofstadter argumentuje za tym, że *istota* litery 'A' nie posiada charakteru geometrycznego. Podejście topologiczne, według niego, zawodzi. Uważa, przeciwnie niż Hilbert, że określenie tej 'przestrzeni' przez posiadanie 'tego samego kształtu' nie rozwiązuje problemu. Skłania się ku poglądowi o platońskim charakterze bytu nazwanego literą 'A'.

---

[19]Tamże.

[20]Por. P. Odifreddi, 'Classical Recursion Theory', North Holland, 1999, s. 306.

[21]To ciekawe pojęcie może mieć zastosowanie w kwestii nazw o nieostrej ekstensji. Nie znam jednak takich zastosowań

Wydaje się, że problem za znakami jest dość trudny. Skupia się w nim wiele wątków technicznych i filozoficznych (problem uniwersaliów?).

AH3 (c) zezwala na swobodę w operowaniu znakami. W niektórych przypadkach, gdy rozróżnienie znaków nie jest praktycznie możliwe, odwołujemy się do kontekstu (i znaczenia tekstu) dla rozpoznania znaku.

AH4 jest wyrazem optymizmu poznawczego Hilberta. Twierdzenia Gödla o niezupełności i (zaliczane do twierdzeń limitacyjnych) twierdzenie Skolema–Löwenheima wskazują na fałszywość **AH4.**

Z punktu widzenia CT, w wersji przyjętej w niniejszej pracy, kluczowe wydaje się rozwinięcie **AH2** w postaci dojrzałej (podobnej do tej jak Grzegorczyk rozwinął **AH3** (b)). Jednak niestety wiemy na ten temat zbyt mało, choć rozwijające się (częściowo) empirycznie ugruntowane teorie umysłu pozwalają oczekiwać wielu nowych odkryć. Zakończymy cytatem z Gandy'ego wypowiedzianego w podobnym kontekście: *One can only keep an open mind*[22].

SUMMARY

SOME REMARKS CONCERNING CHURCH'S THESIS AND HILBERT'S AXIOM

Some facts concerning Church's Thesis are first reminded, then Hilbert's Axiom of Thought is formulated. Hilbert proposed this axiom in 1905. He believed that it belongs to a domain of knowledge that is prior with respect to mathematics. An attempt is made to apply this axiom to some considerations concerning Church's Thesis.

[22] R. Gandy, 'Church's Thesis and Principles for Mechanisms', [w:] *The Kleene Symposium*, J. Barwise, H.J. Keisler, K. Kunen (eds.), North Holland, 1980, ss. 123–148.

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006), 127–141

Stanisław Buda

DYNAMIKA ANALOGII

Analogie, nawet jeśli ich poszukujemy, wyrastają na naszej drodze niespodziewanie: zniewalają nas i fascynują, prowadząc nas swoimi ścieżkami w zupełnie nowe, nie rozpoznane dotąd regiony i otwierając nam oczy na zupełnie nowe możliwości. Jest coś niepokojącego w tym, że rozpowszechnione przekonanie o niepośledniej roli, jaką w odsłanianiu i organizowaniu rozmaitych horyzontów odgrywa *analogiczność* nie znajduje jednak oparcia w dostatecznym jej rozumieniu. Dostrzegamy i opisujemy jej rolę w rozmaitych dziedzinach naszej aktywności, jednak jej korzenie wydają się niezgłębione.

Tutaj ograniczę się do wypowiedzenia kilku uwag na temat najprostszych, najmniej zaangażowanych filozoficznie prób zdefiniowania analogii, zwracając uwagę na jej ontyczne zakorzenienie i niemożliwość jej zamknięcia w schematach formalnych.

PODOBIEŃSTWO STRUKTUR?

Co właściwie uznajemy za analogiczne? Czy same przedmioty względem siebie, czy raczej coś, co im w jakimś sensie przysługuje? Odpowiedź, zdaje się, musi wykraczać poza tak sformułowana alternatywę. Wyjdźmy od sformułowania, że analogiczne są po prostu jakieś A i B, np. rodzina u zwierząt i rodzina u ludzi, gniazdo ptaka i dom człowieka, układ planetarny i struktura atomu, proces ontogenezy i proces filogenezy. Bliższe przyjrzenie się tak sformułowanym zestawieniom pokazuje, że chodzi raczej o relacje między czymś, co przynależy do A i czymś, co przynależy do B, np. między *układem stosunków* w rodzinie ludzkiej i w rodzinie zwierzęcej. Wprawdzie można mówić o podobieństwie *funkcji*, jaką pełnią dla człowieka i dla niektórych zwierząt ich rodziny, lecz znowu chodzi tutaj nie tyle o człowieka czy zwierzę jako takie, lecz raczej o przynależne im, a nie zawierające się w ich ścisłych definicjach, sposoby egzystowania. A i B mogłyby być więc analogiczne tylko *pod jakimś względem* (np. człowiek i niektóre zwierzęta pod względem znaczenia, jakie posiada dla nich życie rodzinne) lub *z uwagi na coś* (np. rodzina ludzka z uwagi na przynależny człowiekowi sposób egzystowania i rodzina zwierzęca z uwagi na sposób egzystowania niektórych zwierząt). To jednak nie wydaje się wystarczające, aby mówić o analogii między samymi przedmiotami A i B.

W powyższym przykładzie z *rodziną* mamy w istocie do czynienia z dwiema perspektywami postrzegania jednego i tego samego ustosunkowania, które zdaje się zasługiwać na miano analogii. Nie chodziłoby wszak o wzajemne ustosunkowanie ani człowieka i zwierzęcia, ani przynależnych człowiekowi i zwierzęciu sposobów egzystowania, ani odpowiadających im typów życia rodzinnego, ale raczej o wzajemne ustosunkowanie relacji: sposób egzystowania człowieka — właściwe mu życie rodzinne, i relacji: sposób egzystowania niektórych zwierząt — właściwe im życie rodzinne. Podejmijmy ten trop, szukając odpowiedzi na pytanie, w jakim właściwie stosunku pozostawałyby do siebie takie relacje i czy byłby to stosunek raczej treściowy czy raczej formalny?

Opinię, że związek analogii polega na wzajemnym ustosunkowaniu relacji spotykamy bardzo często. Analogia bywała uznawana za synonim proporcji, czyli równości relacji. Obecnie rozumie się ją częściej jako ich podobieństwo. To jednak bywa eksplikowane bardzo różnie. Przyjrzyjmy się dokładniej następującej definicji sformułowanej przez A. Bielę[1]:

[1] A. Biela, *Analogia w nauce*, Warszawa 1989, s. 26.

Dwie różne dziedziny D_1 i D_2 pozostają w związku analogii wtedy i tylko wtedy, gdy:

a. istnieje relacja n–członowa R_n w dziedzinie D_1;

b. istnieje również relacja n'–członowa $R_{n'}$ w dziedzinie D_2;

c. można stwierdzić podobieństwo R_n oraz $R_{n'}$, czyli ustalić ich odpowiedniość w obu porównywalnych dziedzinach.

Relacje R_n oraz $R_{n'}$ będące podstawą ujmowania związku analogii, będzie się określało jako bazowe.

Jak można wnioskować z dalszych wypowiedzi autora, *odpowiedniość relacji bazowych* rozumie on w ten sposób, że po pierwsze — decydują one o ustrukturowaniu swoich dziedzin, po drugie — tłumaczą istotne cechy posiadających te struktury obiektów czy zjawisk, po trzecie — ich człony pełnią w owych strukturach porównywalne funkcje.

Gdyby odnieść to do naszego przykładu, jedną z występujących w nim relacji bazowych musiałby być jakiś charakterystyczny układ wiążący członków rodziny ludzkiej, drugą zaś porównywalny z nim układ charakterystyczny dla rodzin zwierzęcych. Ponieważ jednak zbiór członków rodziny ludzkiej i zbiór członków rodziny zwierzęcej wyznaczane są właśnie przez konstytuujące je struktury, analogia zachodziłaby nie między dziedzinami, lecz między strukturami. Struktura posiada oczywiście swoje własności jako pewna całość; powstaje więc pytanie, jak własności te mają się do własności obiektu, który strukturyzuje, a nade wszystko — czym właściwie miałaby być dla przedmiotu jego struktura i jaki zachodziłby między nimi związek. Jakkolwiek by było, wydaje się jasne, że przedmiotu nie można zredukować do jego struktury, tak jak struktury nie da się zredukować do jej elementów. Co więcej, właśnie przedmiot byłby pierwotny logicznie (definicyjnie) względem swej struktury (*resp.* swych struktur), i struktura jako całość — względem swych elementów. Struktura czy jej elementy stanowiłyby po prostu konstrukcję przedmiotu.

Konstrukcja nie daje jednak odpowiedzi na pytanie *Co?* ani *Dlaczego?*, lecz *W jaki sposób?* Owszem, przedmiot poznajemy najczęściej właśnie przez jego konstrukcję, nie byłoby to jednak możliwe bez hipotetycznego, często dość mglistego, ale stopniowo korygowanego i precyzowanego założenia odnośnie do tego, czego jest to konstrukcja. Nie można wypowiadać się na temat funkcji elementu w strukturze, nie zakładając funkcjonowania tej struktury w określonym przedmiocie. Funkcja rodzica w strukturze rodzinnej zależeć będzie od naszej definicji rodziny; ta z kolei uzależniona jest od definicji struktury społecznej, itd.

IZOMORFIZM, HOMOMORFIZM?

Dla cytowanego autora najbardziej wyraziste przykłady analogii oparte są na przyporządkowaniu, które określa jako izomorficzne:

> „[...] relacja między elementami środowiska geograficznego danego terenu może być przyporządkowana izomorficznie relacji między odpowiednimi punktami na szczegółowej mapie terenu. Podobnie relacji między elementami architektonicznymi budynku czy relacji między elementami technicznymi urządzenia przemysłowego itp. może zostać przyporządkowana izomorficznie relacja między elementami modelu [...]"[2].

W ten sposób z jednej strony mielibyśmy np. dziedzinę złożoną z tych punktów w terenie, którym odpowiadałyby jakiekolwiek punkty na obrazującej go mapie, z drugiej, dziedzinę, na którą składają się wszystkie punkty owej mapy. Każda z nich liczyłaby nieskończenie wiele elementów; podobnie wiele byłoby porządkujących je relacji. Taka interpretacja analogii prowadziłaby więc donikąd.

[2] Tamże.

Owe dziedziny, ich elementy i relacje pojmuje się jednak zwykle inaczej: elementami są obiekty uwzględnione w legendzie mapy (w postaci np. znaków topograficznych), zaś relacjami — relacje pomiędzy tymi elementami (np. *wyżej* czy *na północ*). Sytuacja ta oznaczałaby wzajemne odniesienie pewnego języka i opisywanego przezeń świata albo może dokładniej: pewnego komunikatu językowego i opisywanego przezeń stanu rzeczy. Jakkolwiek by było, również takie odniesienie nie wydaje się odpowiadać intuicji analogii, z tego choćby powodu, że nie wykazuje jej charakterystycznej cechy — symetryczności. Oczywiście struktura funkcjonująca jako język czy model (w sensie metodologicznym) nie musi powstawać z myślą o jakiejś określonej interpretacji. Jednak po jej dokonaniu mamy do czynienia z dwiema strukturami, z których jedna traktowana jest jako *interpretandum*, a druga jako *interpretans*. Relacja między nimi jest wyraźnie antysymetryczna, co wynika z tego, że *interpretandum* funkcjonuje względem *interpretansa* w konwencji metajęzykowej. Wbrew wyobrażeniom typu wczesnego Wittgensteina, interpretacja semantyczna nie polega na odnajdywaniu analogii, podobnie jak nie natrafiamy na nią, zwracając się od pewnego świata do opisującego go języka. Ogólnie: język i metajęzyk nie są względem siebie analogiczne. Formuła metajęzykowa opisuje fragment języka (tak zwany świat, *resp.* dziedzina opisywana przez język stopnia podstawowego, są wyodrębniane w sposób względny), lecz w opisie tym obecność języka polega jedynie na jego „cytowaniu”. Funkcją formuły języka stopnia n jest nic innego, jak ukonstytuowanie pewnego stanu rzeczy w języku stopnia $n-1$; możemy wręcz przyjąć, że formuła utożsamia się z tym stanem, w żaden jednak sposób nie jest jego odwzorowaniem. A co z fotografią, portretem, czy jeszcze lepiej z karykaturą? Czyż dobra karykatura czyjejś twarzy nie polega właśnie na odwzorowaniu jej najbardziej charakterystycznych rysów? Bez wątpienia odkrywa nam ona pewną tej twarzy prawdę, czy jednak oznacza to wyseparowanie tych rysów, w których przejawia się wszystko i tylko to, co naprawdę w niej istotne? Jedna twarz może być rozmaicie fotografowana i portretowana, zaś jej dobrych karykatur może być tyle, ilu będzie ją rysowało mistrzów. Wśród rysunków znajdą się zapewne takie, które (porównywane przez kogoś nie znającego twarzy modela) nie mają z sobą nic wspólnego. Jedna i ta sama twarz na różnych karykaturach nie jest jedną i tą samą twarzą: są to raczej różne oblicza jednego człowieka. O tym, że model jest właśnie jeden, nie przesądza podobieństwo jego twarzy i rysunku, lecz to, że oglądający uzna ów rysunek za pewną prawdę o rysowanym człowieku. Nie musi go zresztą osobiście znać — cała sztuka polegałaby na wywołaniu przez artystę wrażenia wniknięcia w głąb portretowanej twarzy, eksponowania przez nią ludzkiego wnętrza.

Załóżmy jednak, że mamy do czynienia z dwoma różnymi przedmiotami, z których każdy zawiera jakąś strukturę izomorficzną bądź homomorficzną względem jakiejś struktury w drugim. Mamy tym samym identyczne struktury w dwóch różnych przedmiotach. Czy pomiędzy budującymi te struktury relacjami, pomiędzy cechami tych struktur bądź posiadającymi je obiektami zachodzi jakieś podobieństwo, które odpowiadałoby naszym intuicjom odnośnie do analogii? Według I. Dąmbskiej, w przypadku analogii zachodzi podobieństwo zarówno między owymi relacjami, jak też między cechami struktur i między zawierającymi je obiektami. Analogię można też zdefiniować nie używając słowa podobieństwo:

> jako homomorfizm struktur S i S' zbiorów oznaczonych odpowiednio Z i Z' polega ona na tym, że „Stosunek R, wyznaczający S, jest homomorficzny względem R', wyznaczającego S'”, i że „elementom E zbioru Z przysługują, dzięki R, własności W, przyporządkowane jednoznacznie własnościom W', przysługującym elementom E' zbioru Z', na skutek zachodzenia relacji R'”[3].

[3] I. Dąmbska, „O metodzie analogii”, [w:] *Dwa studia z teorii naukowego poznania*, Toruń 1962, s. 13.

Wydaje się jednak, iż pojęcia podobieństwa i, z drugiej strony, izo– czy homomorfizmu są wzajemnie — przynajmniej bezpośrednio — nieprzywiedlne[4].

Identyczna struktura konstytuująca na tym samym istotowo poziomie dwa różne przedmioty wcale nie musi oznaczać ich podobieństwa (por. choćby odmiany alotropowe węgla: diament i grafit); za podobnymi przedmiotami nie musi kryć się jedna struktura (por. konwergencja). Z kolei identyczne struktury mogą pełnić bardzo różne funkcje (np. ten sam układ scalony w rozmaitych urządzeniach elektronicznych) i na odwrót — różne struktury mogą pełnić tę samą funkcję (por. zegarek mechaniczny i elektryczny).

Postulowane zaś przez Dąmbską przysługiwanie przedmiotowi pewnych własności w związku z jego funkcjonowaniem w pewnej strukturze wydaje się oczywiste. Dwa różne przedmioty **A** i **B**, jeśli już funkcjonują w tym samym miejscu identycznej struktury **S**, muszą w związku z tym posiadać pewien identyczny pakiet cech czy własności — P — jednoznacznie przypisany owemu miejscu na mocy samej charakterystyki tej struktury. Jeśli struktura jest charakteryzowana wyłącznie za pomocą własności formalnych, P składa się wyłącznie z takichże cech. Z tego więc, że pakiety takie można sobie „jednoznacznie przyporządkowywać” niewiele wynikałoby. Pozostaje oczywiście pytanie, czy posiadanie P przez różne przecież **A** i **B** nie implikuje posiadania przez nie pewnych innych własności ($Wł_A$ i $Wł_B$), które wprawdzie nie muszą być identyczne, ale zachodziłaby pomiędzy nimi jakaś *charakterystyczna odpowiedniość*; chociaż *a priori* nie można też wykluczyć zależności odwrotnej, która polegałaby na tym, że to właśnie $Wł_A$

[4]Por. następującą opinię: „to, czy dwa obiekty są izomorficzne czy nie, zależy od sposobu, w jaki je opiszemy. Można pokazać, że niemal każde dwie rzeczy są izomorficzne, jeśli zastosujemy opis na odpowiednio wysokim poziomie abstrakcji. Zatem mówienie o izomorfizmie bez określenia odpowiednich rodzajów opisu może okazać się jałowe, a przynajmniej niejasne i wieloznaczne” (*Słownik pojęć współczesnych*, red. A. Bullock, O. Stallybrass, S. Trombley, Katowice 1999, s. 245).

i $Wł_B$ implikują w swych podmiotach dodatkowo P oraz strukturę **S**; mogłaby też wchodzić w grę zależność obustronna. Sądzę, że wszystko zależy tu od charakteru związku zachodzącego pomiędzy (z jednej strony) własnościami i strukturami, o które nam w danym wypadku chodzi, a (z drugiej strony) przedmiotem, w którym są one zakotwiczone: od tego, w jaki sposób i w jakim stopniu wiążą się one z jego istotą. W każdym razie, bez zbadania tych relacji nie sposób ustalić, na czym polegałaby sugerowana wyżej *charakterystyczna odpowiedniość*.

Według J.M. Bocheńskiego, analogia zasadza się na izomorfizmie relacji, posiadających w związku z tym pewien wspólny zbiór własności czysto formalnych, który nie implikuje jednak żadnych wspólnych im momentów materialnych[5]. Powiedzmy, że owe izomorficzne relacje zachodzą w przedmiotach **A** i **B**, posiadając wspólny zbiór własności formalnych F. Wydaje się jednak wątpliwe, aby relacje te oraz zbiór F były identyfikowalne, a nawet w ogóle konceptualizowalne, bez jakichś założeń odnośnie do samej istoty **A** i **B**. Aby stwierdzić izomorficzność dwóch relacji, trzeba wskazać dwa identycznie uporządkowane przez nie zbiory, czyli zdefiniować dwa systemy relacyjne. Tego zaś nie można zrobić bez określenia ich funkcji, tj. wskazania tego, *czego* konstrukcję stanowią. Wraz z F są więc zawsze współmniemane pewne własności materialne relacji, w ten sposób, że oba rodzaje własności są *in concreto* nie do rozdzielenia. Nie można więc mówić o jakiejś zasadniczej pierwotności jednego względem drugiego.

Zarówno pojęcie izo– czy homomorfizmu, jak i szersze nieco pojęcie podobieństwa relacji niewiele pomagają przy definiowaniu analogii. Próby precyzowania podobieństwa relacji za pomocą

[5]Chodzi o własności dające się zdefiniować jako „zwykłe funktory logiczne”, inaczej — „za pomocą wyrażeń czysto logicznych”. Jako przykłady podaje autor zwrotność, symetrię czy przechodniość. Por. J.M. Bocheński, „O analogii”, [w:] (tegoż) *Logika i filozofia. Wybór pism*, Warszawa 1993 (rozprawa opublikowana po raz pierwszy w 1948 r.); tegoż autora *Logika religii*, Warszawa 1990 (rozdziały o analogii).

tych pojęć wydają się tyleż zawężające jego sens, co arbitralne[6]. Jeśli zaś nie traktować go wyłącznie formalnie, powraca problem jego definicji. Jeśli założymy, że relacje posiadają wyłącznie własności formalno–materialne, nie można już twierdzić, że ich podobieństwo zasadza się na identyczności własności tylko formalnych lub tylko materialnych.

SIĘGAJĄC W GŁĄB PRZEDMIOTU

Dlaczego jednak analogia miałaby polegać na podobieństwie relacji, a nie na ich identyczności? A może chodziłoby o podobieństwo lub identyczność ich funkcji? Przypomnijmy, że narządy zwane przez biologów analogicznymi (np. skrzydła ptaków i skrzydła owadów) spełniają właśnie podobną, czy nawet tę samą funkcję, choć różnią się genezą i planem budowy. Funkcja elementu w strukturze stanowi pewną relację (np. relacja serca względem całego układu krwionośnego), której nie da się zredukować do wieloczłonowej relacji wiążącej ów element z pozostałymi elementami tej struktury. Można bowiem sądzić, że funkcja ta uzależniona jest nie tylko od relacji wiążących element ze strukturą, lecz również od funkcji pełnionej przez całą tę strukturę w pewnym przedmiocie, jako że ta ostatnia posiada decydujące znaczenie w ukonstytuowaniu się struktury jako pewnej całości. Należałoby w związku z tym brać pod uwagę cały kompleks: przedmiot — jego struktura — jej element. Czy więc analogia stanowi pewne zestawienie funkcji struktur bądź funkcji elementów struktur?

Zapewne czym innym jest funkcja struktury w przedmiocie, czym innym zaś funkcja elementu w strukturze. W związku z tym

[6]Por. E. Nęcka, „Poznawcze funkcje analogii", *Studia Filozoficzne* 1984 nr 6, s. 170, gdzie wyraża następującą opinię: „Definicja taka — być może użyteczna w naukach formalnych, dysponująca językami sztucznymi — jest nieprzydatna w wypadku analogii wyrażonych mniej ścisłymi pojęciami języka naturalnego. Sądzimy zatem, że kluczowe w definicji analogii pojęcie podobieństwa relacji musi być pojęciem pierwotnym, rozumianym intuicyjnie".

rozważmy następującą propozycję. Niech *struktura przedmiotu* stanowi konstrukcję odpowiadającą na pytanie o możliwie najogólniejsze warunki indywidualizacji jego (pojmowanej ogólnie) istoty. Chodziłoby o jednoznacznie z jego istotą związany, stanowiący jakby drugą, wewnętrzną jej stronę, teoretyczny *model* jej funkcjonowania (M).

Należy jednak wziąć pod uwagę problem esencjalnej stratyfikacji przedmiotu. Mówiąc o istocie przedmiotu, mamy zwykle na myśli jedną z idei, pod które ów przedmiot podpada. *Idee* rozumiem przy tym mniej więcej tak, jak funkcjonują one u R. Ingardena[7]. Istota jednego przedmiotu konstytuuje się w oparciu o przynajmniej kilka tworzących właściwą im hierarchię idei. Z wyjątkiem tej najogólniejszej, każda z nich jest podporządkowana (wraz z kilkoma innymi ideami tego samego szczebla) jednej idei ogólniejszej i głębszej zarazem, tak jak gatunek w stosunku do rodzaju (w ten sposób np. „kot" czy „małpa" podpadają pod ideę „ssak" w sposób pośredni, zaś „stekowiec", „torbacz" i „łożyskowiec" — bezpośrednio; nie chodziłoby natomiast o taką podrzędność, jaką wykazuje np. „kot" czy „jastrząb" względem pojęcia „drapieżnik").

Poszukując modelu M idei $\mathbf{I}$, staramy się sprecyzować *wzajemnie wykluczające się, a przy tym komplementarne i maksymalnie ogólne sposoby jej funkcjonowania.* Oznaczmy je przykładowo jako S_1, S_2 i S_3. Każdy z nich jest strukturą konstytuującą się wyłącznie z uwagi na *model idei* $\mathbf{I}$ — oznaczmy go jako $M(\mathbf{I})$. Ten zaś jest strukturą o charakterze nadrzędnym wobec S_1, S_2 i S_3. Względem każdej z nich jest on ustosunkowany homomorficz-

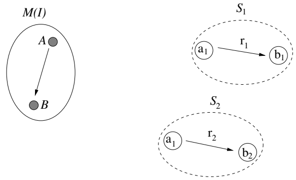
[7]Według Ingardena, idee są ogólnymi jestestwami, odgrywającymi zasadniczą rolę w konstytuowaniu przedmiotów indywidualnych. Idee niejako partycypują w poszczególnych poziomach istotności takich przedmiotów, decydując o tym, co na danym poziomie jest konieczne, a co stanowi pole dalszych możliwych konkretyzacji. W ten sposób idee partycypujące w danym indywiduum tworzą pewną, ściśle określoną hierarchię. Najogólniejsza z nich wyznacza całą dziedzinę przedmiotową.

nie, stanowiąc o budujących je relacjach, o jedności każdej z nich i o swoistej równorzędności względem pozostałych.

Owe jedności wyrażone w postaci konieczności definicyjnych stanowią idee podporządkowane bezpośrednio **I** (ich nazwy rozwija się w formie definicji *per genus proximum et differentiam specificam*, które biorą pod uwagę charakterystyczne właściwości podpadających pod nie przedmiotów). Idee te nie są zwyczajnymi wersjami czy konkretyzacjami **I**, ponieważ proponowana, modelowo zapośredniczona specyfikacja dodaje do **I** w każdym przypadku coś istotnie nowego, zachowuje walor konieczności; idee bezpośrednio podrzędne względem **I** należy więc oznaczyć zupełnie nowymi symbolami, powiedzmy**J**, **K**, **L**. Ich z kolei *modeli*, a tym samym idei im podporządkowanych, poszukiwalibyśmy tak samo, jak to czyniliśmy w związku z **I**, przy czym struktury S_1, S_2 i S_3 można traktować jako modele idei **J**, **K** i **L**. Oczywiście poszukiwania mogą przebiegać w odwrotnym kierunku: punktem wyjścia można by uczynić właśnie owe trzy idee (*resp.* ich modele), punktem dojścia zaś model idei **I** (*resp.* samą **I**).

EKSPLIKUJĄC ANALOGICZNOŚĆ

A oto przykładowe ustosunkowanie dwóch wybranych elementów $M(\mathbf{I})$ oraz dwóch wybranych struktur należących do S_1 i S_2:



Elementowi **A** przyporządkowane są struktury a_1 i a_2, elementowi B — b_1 i b_2, zaś relacji **R** — relacje r_1 i r_2. W związku z tym można powiedzieć, że *ze względu na R: jak ma się* $\frac{a_1}{b_1}$*, tak ma się* $\frac{a_2}{b_2}$.

Agregaty S_1 i S_2 okazują się wzajemnie izomorficzne tylko przez swoje odniesienie do $M(\mathbf{I})$. Zresztą dzięki temu odniesieniu są one w ogóle agregatami, bo właśnie dzięki niemu konstytuują się jako pewne całości. Odniesienie to nie daje się sprowadzić do pojęcia funkcji, bowiem ta opisuje raczej ustosunkowanie elementu względem całości. W ten sposób

ze względu na R — a_1 pełni tę samą funkcję, co a_2

lub np.

jak ma się $\frac{a_1}{S_1}$*, tak ma się* $\frac{a_2}{S_2}$.

Sądzę, że zdefiniowane w ten sposób proporcje sytuują się dość blisko intuicji związanych z analogią, a w każdym razie dopomogą nam w doprecyzowaniu języka umożliwiającego dalszą nad nią dyskusję. Można na przykład powiedzieć, że S_1 jest *analogiczna* względem S_2, że r_1 pełni *analogiczną funkcję* jak r_2, czy też że a_1 pełni *analogiczną funkcję* jak a_2.

Z pojęciem analogii zwykło się wiązać pojęcie *analogonu*, rozumianego jako pewna treść realizująca się w rozmaitych przedmiotach (por. *analogaty*) na rozmaite, stosowne dla nich sposoby[8]. Stąd mówi się o proporcjonalnej, ale istotnej jedności, *resp.* tożsamości, *analogonu*[9]. Wydaje się, że pewne intuicje wiązane z tym pojęciem oddaje w naszym przykładzie relacja R w jej ustosunkowaniu do relacji r_1 i r_2 (oraz inne relacje $M(\mathbf{I})$ w ich ustosunkowaniu do odpowiadających im relacji w S_1, S_2 i S_3); w szerszym znaczeniu *analogonem* byłaby cała struktura $M(\mathbf{I})$. I odpowiednio: przedmioty ustrukturowane z perspektywy pojedynczych relacji typu r_1 i r_2, a także z perspektywy całych struktur typu S_1 i

[8] Por. gr. *analogos* — odpowiedni, stosowny.

[9] W związku z tym por. np. M.A. Krąpiec, *Teoria analogii bytu*, Lublin 1993 (np. s. 156n). L. Regner: „tak np. analogon, który jest racją orzekania orzecznika *przewyższa*, bywa urzeczywistniany i w dziedzinie wielkości przestrzennych (np. wysokość), i w dziedzinie wielkości fizycznych (np. napięcie elektryczne), i w dziedzinie doskonałości duchowych (np. mądrość, męstwo), lecz w każdej z tych dziedzin w inny sposób" (*Logika*, Kraków 1973, s. 37).

S_2 stanowiłyby tzw. *analogaty mniejsze*, zaś przedmiot z perspektywy $M(\mathbf{I})$ — *analogat główny.*

ANALOGIA DAJE DO MYŚLENIA

Do problemu analogii można podchodzić na dwa sposoby: hipotetyczny i weryfikacyjny. Pierwszy z nich dotyczyłby analogii jako przykuwającej znienacka naszą uwagę, wciągającej, stanowiącej wręcz pewne wyzwanie do stawiania hipotez — jak jakiś *fascynujący trop.* Analogia fungowałaby tutaj jako charakterystyczna, dająca do myślenia zbieżność pewnych własności, cech, relacji. Można ją stopniować: od słabej, cząstkowej czy jednostronnej, po mocną, wyrazistą, wielostronną. Zawsze jednak wskazywałaby na coś innego, różnego od niej samej (tym czymś byłby w naszej interpretacji jakiś fragment hierarchii idei). W tym sensie stanowiłaby każdorazowo swoisty punkt wyjścia, inicjując pewne poznawcze działania. Odwrotną tendencją jest traktowanie analogii jako punktu dojścia pewnych poznawczych działań, mianowicie jako postulowanej oznaki faktycznego zachodzenia pewnego *głębszego związku bytowego*, który wedle naszych ustaleń powinien się przejawiać w określony sposób.

Jednak oba te sposoby traktowania analogii nie tyle przeciwstawiają się sobie, co raczej stanowią dwie dopełniające się strony procesu teoretyczno–badawczego, tak jak powiązane są z sobą idea i jej model. Analogia może nam „dawać do myślenia” albo potwierdzać nasze myślenie jedynie w związku z poczynionymi wcześniej założeniami odnośnie do tego, co może lub co powinna ona w gruncie rzeczy oznaczać. Zainteresowanie nią bierze się z każdorazowo bardziej lub mniej uzasadnionego przekonania, że wiedzie ona do posiadającego dla nas *wartość*, *istotnego poznawczo* rezultatu. Możliwy mechanizm pojawiania się i uzasadniania takich przekonań mógłby odwoływać się do takiej konstrukcji, jak zarysowana wyżej propozycja wykorzystująca pojęcie idei, subsumcji i modelu.

Analogia okazuje w ten sposób swoją dynamikę. Nie stwierdza ona w kategoryczny sposób zachodzenia jakichś zależności. Formułowana przezeń proporcjonalna zbieżność pewnych relacji sugeruje tylko istnienie bardziej lub mniej wyraziście rysującego się ich teoretycznego węzła, bez którego zbieżność ową należałoby traktować jako przypadkową, czy wręcz pozorną. I właściwie na owej sugestii funkcja analogii się wyczerpuje.

Od paradoksu różniłoby ją to, że nie sygnalizuje, jak on, niedoskonałości naszego języka, lecz wręcz przeciwnie — potencjalne kierunki jego rozwoju. Sytuację tę można porównać do próby ułożenia nieskończonej ilości puzzli w jakąś sensowną całość, bez korzystania z jakiegokolwiek wzoru. Dobierając nowe elementy do tych już ułożonych (a czasem odejmując niektóre z nich), bylibyśmy ograniczeni skończoną przecież możliwością zapoznawania się z będącymi do naszej dyspozycji elementami i konceptualnego ich odnoszenia do obrazu już ułożonego. Można wnosić, że podstawowym mechanizmem owego dobierania byłaby właśnie analogia.

Nie trzeba tu chyba przypominać rozmaitych, mniej lub bardziej zaawansowanych filozoficznie koncepcji wskazujących na taką właśnie sytuację rozwijającego swój język, poznającego czy wręcz konstytuującego swój świat podmiotu. *Analogiczność* sytuowałaby się w każdym razie na samej granicy naszego dyskursu, otwierając go na to, co znajduje się poza nim.

SUMMARY

DYNAMICS OF ANALOGY

The article deals with the simplest, least philosophically engaged, attempts to define analogy. The author is skeptical as far as the possibility is concerned of reducing analogy to the linguistic equipment of logic or of enclosing it in any formal schemes. Looking for the ontic basis of analogy, he shows its possible rooting in objects. In doing so he employs the notions of idea and model as defined by himself. He suggests an irreplaceable role of analogy in scientific reflection.

ZAGADNIENIA FILOZOFICZNE
W NAUCE
XXXVIII (2006)

O NIEZWYKŁEJ CEGLE CZYLI O ROGERA PENROSE'A SZUKANIU DROGI DO RZECZYWISTOŚCI

◇ Roger Penrose, *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, Alfred A. Knopf, New York 2005, ss. 1049.

Nie ulega wątpliwości, iż każdy w swoim życiu zetknął się z książką, którą określano mianem „cegły". Abstrahując od zawartości treściowej, sama ilość stron oraz rzeczywisty ciężar takiej „cegły" powodują, iż skojarzenie narzuca się samo. Często okazuje się też, iż treść pozycji spełnia warunki „cegły" w charakterze przenośnym — ze względu na powagę oraz ciężar gatunkowy omawianej tematyki.

Dodatkowo domeną cegieł jest wyczerpująca analiza zagadnień, przez co stają się swoistą encyklopedią wiedzy w danej dziedzinie. „Cegły" często nie czyta się od „deski do deski" ale traktuje się ją jak poradnik, do którego należy się uciec wierząc, iż zawiera wszystko co tej dziedziny dotyczy. Wyjątek stanowić mogą jedynie podręczniki akademickie, które sieją postrach w studentach, zmuszonych niejednokrotnie przestudiować całość, aby przygotować się do egzaminu, o literaturze uzupełniającej nie wspominając.

Biorąc do ręki nową książkę znanego brytyjskiego matematyka i fizyka z Oxford University, Rogera Penrose'a, pod tytułem *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe (Droga do rzeczywistości: kompletny przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem)*, nie sposób oprzeć się wrażeniu, iż jest się w posiadaniu „cegły". I rzeczywiście. Ilość stron (1050, sic!) a także masa woluminu szybko przekonują, że patrząc choćby przez pryzmat husserlowskiego fenomenu, *The Road to Reality* Penrose'a jawi się jako „cegła". W ramach uprzedniego, wstępnego paragrafu nie padła jednak jeszcze jedna, ważna cecha książek, określanych tych zaszczytnym (?) mianem. Są one z reguły ścisłe, suche i bezosobowe, niewiele można wyczytać w nich osobistego zaangażowania autora, odcisku jego twórczej osobowości. Często wcale nie ma nawet takiej potrzeby. Absolwentom akademii medycznych tkwią z pewnością do dziś przed oczami opasłe tomiska z anatomii porównawczej człowieka, obciążone dodatkowo sporem o ortodoksję pomiędzy Marciniakiem i Bochenkiem (tytuły dwóch konkurujących podręczników — „cegieł"). W tym względzie pozycja Rogera Penrose'a zajmuje stanowisko wyjątkowe, stanowi swoisty wyłom w „ceglanym" kanonie. Tak jak niemal autorstwo każdego utworu Mozarta można zidentyfikować słuchając zaledwie kilku taktów, tak też w licznych miejscach *The Road to Reality* Penrose zostawił cząstkę samego siebie. W tym tkwi niezwykłość Penrosowej „cegły" i stąd bierze się tytuł niniejszej recenzji. Nawet pobieżna lektura książki przekonuje o niespotykanej głębi i mistrzostwie, z jakimi Penrose prezentuje materiał obejmujący rozległy wachlarz skomplikowanych zagadnień współczesnej fizyki i, co najważniejsze, posiada ich osobistą wizję jako spójnej całości. Ktoś sugerował, aby przeprowadzić skuteczną edycję dzieła i w ten sposób usunąć zbędnych 500 stron tekstu. Pewnie tak, ale z taką „kąpielą" wylany zostałby również sam autor. Od nudnych podręczników fizyki uginają się półki.

Czytanie „cegieł" od deski do deski" (podobno rzadkie) rządzi się także swoimi prawami. Po pierwsze, zajmuje dużo czasu. Po drugie jednak im bardziej w głąb, tym bardziej narasta zniechęcenie i trudno się zmobilizować do dalszej lektury. Nagrodę jednak otrzymuje ten, który bieg ukończył, ponieważ Roger Penrose pozostawia najlepszy kąsek na sam koniec. A jest to koniec niewątpliwie filozoficzny, choć autor nie unika wątków o zabarwieniu filozoficznym w trakcie swojego wykładu od pierwszego rozdziału począwszy. Co więcej, filozoficzne zacięcie wykazuje wręcz sam tytuł pozycji. Szukanie czy też wskazywanie drogi do rzeczywistości jest przedsięwzięciem uprawianym przez szerokie rzesze filozofów proweniencji realistycznej, zakładających, że to co ich otacza i co jest przedmiotem ich dociekań, rzeczywiście istnieje. Cecha ta w szczególności dotyczy filozofujących fizyków, starających się wznieść na pewien meta–poziom czyli ponad to, o czym w ścisłym sensie traktują odkrywane przez nich szczegółowe prawa przyrody.

Przedsięwzięcie Rogera Penrose'a jest zatem ambitne: wskazać taką drogę do rzeczywistości, która realizuje się poprzez dogłębne poznanie wszystkich fundamentalnych praw (principiów), rządzących zachowaniem się Wszechświata (*Wstęp*). W jego metodzie, podyktowanej brzmieniem samego tytułu książki, należy jednak wskazać na dwa kluczowe założenia: (1) prezentowany „przewodnik" po prawach przyrody jest absolutnie wyczerpujący i jako taki (2) zapewnia dotarcie i całościowe spenetrowanie wszystkich zakamarków rzeczywistości. Innymi słowy, metoda badawcza fizyki polegająca na wykorzystaniu skomplikowanych struktur matematycznych daje pewny dostęp do tego *jak* jest w rzeczywistości. W uzasadnieniu pierwszego założenia Penrose posiłkuje się często podzielanym dziś stwierdzeniem, iż sztandarowe odkrycia badawcze XX wieku pozwalają śmiało oczekiwać rychłego zrozumienia *wszystkich* podstawowych zasad fizyki. Dalsza lektura *The Road to Reality* pokaże, iż Penrose wykazuje zauważalne aspiracje, aby sprostać tym dążeniom, aczkolwiek w końcowym rozdziale książki jego dystans w tym zakresie zdecydowanie przeważy nad porywami optymizmu.

W tym momencie ktoś mógłby postawić pytanie o celowość takiego „czytania" filozofii a może nawet jej „stwarzania" w tytule, który ma przecież być tytułem książki o prawach rządzących Wszechświatem, a więc książki poświęconej fizyce. Wszystkim w ten sposób myślącym Roger Penrose płata swoistego figla, ponieważ na fizykę w *The Road to Reality* trzeba będzie sobie trochę poczekać. A co przedtem? Filozofia i matematyka. Nie uprzedzając jednak faktów, warto przyjrzeć się na początku podziałowi tematyki prezentowanej przez Autora. *The Road to Reality* spina filozoficzna klamra: pierwszy rozdział poświęcony jest odszukaniu korzeni nauki ze zwróceniem szczególnej uwagi na trzy światy oraz zachodzące miedzy nimi relacje: (1) platoński świat matematyczny, (2) świat fizyczny oraz (3) świat umysłu. Penrose wykorzystuje wzajemne oddziaływanie tych trzech sfer do bliższego określenia statusu matematycznej prawdy oraz matematycznego dowodu. Okaże się to bowiem o tyle przydatne, że kolejne 350 stron tekstu stanowi wykład współczesnej matematyki począwszy od najprostszej algebry liczb poprzez funkcje zespolone i macierze a na geometriach nieeuklidesowych skończywszy (Rozdz. 2 – 17). Oczywiście w stwierdzeniu, iż Penrose wykłada najpierw cała matematykę po to by zminimalizować wyprowadzenia i zapisać kilka gotowych praw fizyki w postaci zgrabnych równań, tkwi wiele przesady ale odkrywa ono swoistą strategię Autora.

Nikt dziś nie wątpi w to, że język współczesnej fizyki to język matematyki, który w swojej złożoności i abstrakcyjności znacznie wykracza poza intuicyjną (zdroworozsądkową) percepcję człowieka. Musi on jednak taki być po to, by dostarczyć odpowiedniego narzędzia do opisu oraz rozumienia tak skomplikowanej rzeczywistości jaką przykładowo stanowi struktura kwantowego mikroświata czy też zakrzywionej czasoprzestrzeni. Aby tego dokonać, trzeba ten język najpierw precyzyjnie wprowadzić.

Dotarłszy jednak do progu fizyki (Rozdział 19) Czytelnik, który jest mniej obeznany z metodami matematycznymi, ma wszelkie powody ku temu aby poczuć się swojsko. Ale tylko przez chwilę. Tak podstawowe zagadnienia jak mechanika newtonowska czy też elektromagnetyzm zostają przez Penrose'a bardzo szybko ubrane w język geometrii przestrzeni (powierzchnie Reimanna) i niemal w mgnieniu oka przekształcają się w einsteinowskie równanie pola. W ten sposób materializuje się zapowiedziana powyżej taktyka śmiałego wykorzystywania pieczołowicie wyłożonego języka matematyki. Po przygodzie z analizą struktury pola grawitacyjnego przychodzi czas na mechanikę kwantową (Rozdziały 21–26, 29 i 30). Zaczyna się znów niewinnie od podstawowych postulatów tej teorii ze zdecydowanym ukierunkowaniem na jej zagadnienia interpretacyjne takie jak charakterystyka *stanów splątanych* oraz problemu pomiaru. W dyskusji zjawisk nielokalności kwantowych oraz sposobu przenoszenia się kwantowej informacji Roger Penrose sugeruje przyjęcie ukutego przez siebie neologizmu *quanglement* (Rozdział 23), który na język polski najprościej przetłumaczyć jako *kwant–splątanie*. Czyżby nieoczekiwane fascynacje słowotwórstwem Heideggera? (warto jednak od razu zastrzec, iż kwantowe *czasowanie czasowości* nie ma specjalnie szans powodzenia ponieważ nie istnieje coś takiego jak kwantowo mechaniczny operator czasu).

Czytelnicy, którzy przestudiowali poprzednie dzieło Penrose'a, noszące w języku polskim tytuł *Nowy umysł cesarza*, z pewnością wychwycili powody, dla których rozwiązanie problemu pomiaru (*redukcji wektora falowego*), zasugerowane przez Penrose'a, postrzegane jest przez ogół badaczy kwantowego świata jako kontrowersyjne. Jego zdaniem rozwiązanie to leży bowiem poza mechaniką kwantową i powinno dokonać się w ramach teorii *kwantowej grawitacji*, dostosowującej mechanikę kwantową do wymagań ogólnej teorii względności. Autor przewiduje, iż redukcja wektora falowego w czasie pomiaru okaże się efektem grawitacyjnym (Rozdział 30). Kontrowersyjność takiego podejścia tkwi przede wszystkim w naruszeniu „nietykalności" mechaniki kwantowej a także radykalnym odejściu od wszelkich prób nieustannego poprawiania paradygmatu kopenhaskiego (np. interpretacja *spójnych historii kwantowych* Roberta Griffithsa i Rolanda Omnesa określana przez nich jako „Copenhagen done right”). Antycypowana teoria kwantowej grawitacji wymaga również stosownego aparatu matematycznego. W tym celu Roger Penrose wprowadza Czytelnika w tajniki *supersymetrii*, *teorii strun* (Rozdział 31) i *zmiennych zapętlonych* (Rozdział 32) oraz, jak to określa, pewnej bardziej radykalnej propozycji jego własnego autorstwa — *teorii twistorów* (Rozdział 33).

Stając u progu ostatniego (34) rozdziału *The Road to Reality*, w tonie Penrose'a można wyczuć zdecydowane wyhamowanie. Rozdział ten wieńczy filozoficzną klamrę, zainicjowaną w Rozdziale 1. O ile przez blisko tysiąc stron wykładu Autor starał się zaprezentować kluczowe pryncypia, rządzące Wszechświatem jako sposoby dotarcia do rzeczywistości, o tyle tytuł Rozdziału 34: „Gdzie leży droga do rzeczywistości?” jednoznacznie wskazuje, iż sprawa nie jest do końca oczywista. Co więcej, Penrose podkreśla, że ukazanie pełni drogi do rzeczywistości w ramach fizyki wiąże się ze stworzeniem tak zwanej „teorii wszystkiego” (ang. *theory of everything* (TOE)). Pomimo niezwykle doniosłych osiągnięć badawczych XX wieku, do takiego etapu jest jeszcze bardzo daleko. Ten minorowy wydźwięk sumarycznego przesłania książki nie powstrzymuje jednak Autora przed prezentacją kilku intrygujących refleksji w zakresie filozofii nauki. Najbardziej zasadnicza z nich dotyczy wzajemnego oddziaływania między teoriami matematycznymi a światem fizycznym. Penrose przypomina, iż jednym z głównych przesłań jego monografii jest wykazanie istnienia głębokiego związku pomiędzy pewnymi ideami matematycznymi a funkcjonowaniem świata fizycznego, który uwidocznił się na przestrzeni 2500 tysiąca lat historii nauki. Wykorzystywanie modeli matematycznych przez fizyków można przyrównać do poszukiwania „rzeczywistości” w platońskim świecie idei. W takim kontekście znalezienie „teorii wszystkiego” oznaczałoby, że rzeczywistość fizyczna byłaby jedynie odbiciem czysto matematycznych praw. W ramach przedstawionego na wstępie niniejszej recenzji modelu trzech światów (rzeczywistości) Penrose'a, wskazywałoby to na zlanie się niezależnie istniejących obszarów matematyki i świata fizycznego, a w konsekwencji na konieczność modyfikacji samego modelu. Na to z kolei Autor nie godzi się przystać co *implicite* sugeruje, iż nie widzi on możliwości stworzenia „teorii wszystkiego”.

W jednym z poprzednich akapitów padło stwierdzenie, iż w swojej prezentacji Penrose pozostawia ślad samego siebie tak jak kompozytor jest niepowtarzalnie obecny w każdym swoim utworze. Obecność taka może jednak realizować się na różne sposoby. Istotnie, o ile zapis fugi Bacha zaskakuje precyzją i doskonałością, o tyle zapis współczesnej muzyki seryjnej może nieprzygotowanych przyprawić o zawrót głowy. Tak za jednym, jak i za drugim kryje się jednak ich twórca. Aby uchwycić sedno analogii, wystarczy choćby dokładniej przyjrzeć się graficznym odwzorowaniom przestrzeni wektorowych (Rozdział 15) czy też symbolicznemu zapisowi rachunku tensorowego (Rozdział 12). Czyż nie robią one wrażenia odręcznych? Czy można by zmusić komputer do symulacji takich krzywizn? Przykładowo, stosowana przez Penrose'a symboliczna reprezentacja działań na tensorach bardziej przypomina hieroglify z egipskich piramid niż cokolwiek pod czym może kryć się zaawansowana matematyka. Tych, którzy zaznajomili się z korzyściami zapisu bra–ketowego w mechanice kwantowej nie sposób zmusić do powrotu do zapisu całkowego. Biorąc pod uwagę wielokrotnie wyższy poziom złożoności rachunku tensorowego, opanowanie *de facto* mnemotechnicznej metody Penrose'a z pewnością przynosi jeszcze większe uproszczenia obliczeń. W konsekwencji zmuszanie adeptów tej techniki do powrotu do zapisu macierzowego może być jeszcze trudniejsze pod warunkiem, iż tacy w ogóle istnieją. Jeżeli dołożyć do tego przed chwilą wspomnianą teorię twistorów, to na polu walki pozostanie chyba sam Roger Penrose! Okazuje się jednak, że Autor *The Road to Reality* przewidział trudności w odbiorze tego dzieła przez szersze rzesze Czytelników i dlatego proponuje cztery poziomy jej czytania. Najpierw jednak w prawdziwie „dżentelmeński" sposób daje do zrozumienia, że istnieje konieczne minimum, aby choć fragmentarycznie zmierzyć się z treścią książki – trzeba wiedzieć przynajmniej „jak się skraca ułamki". Z drugiej jednak strony można według sugestii autora przeczytać ją z całkowitym pominięciem wzorów (poziom pierwszy). Owszem, jest to z pewnością jakiś sposób, ale przypomina on raczej „jedzenie pączka z pominięciem marmolady". Warto zatem pokusić się o wspięcie na poziom drugi, i próbować zrozumieć sens demonstrowanych przez Penrose'a wzorów bez angażowania się w ich wyprowadzanie. Poziom trzeci wydaje się być zarezerwowany dla tych, którzy posiadają czas i umiejętności, aby całą matematykę przeliczyć wraz z Autorem. Jako pomoc naukowa w tym szczytnym zadaniu mają służyć zadania i problemy, zamieszczane u dołu strony i podzielone na trzy klasy trudności.

I wreszcie na poziomie czwartym mają się spotkać wszyscy ci, dla których zawartość *The Road to Reality* to zwyczajny elementarz.

Oprócz tych czterech poziomów warto jednak zaproponować zupełnie minimalistyczne podejście do książki, któremu sam Autor pewnie by się sprzeciwił, to jest, ograniczyć się do omawianej powyżej filozoficznej klamry czyli rozdziału pierwszego i ostatniego. Lektura taka jest o tyle godna polecenia, iż ukazuje sam smak filozoficznej koncepcji Roberta Penrose'a i nie zawiera prawie żadnych wzorów. Nie trzeba nawet w tym celu umieć skracać ułamków!

Choć powyższe rozważania wskazały kilka cennych sposobów czytania *The Road to Reality*, to należy przypuszczać, iż każdy Czytelnik wypracuje sobie sposób dla siebie najdogodniejszy. W tym właśnie względzie książka ta kontynuuje najlepsze tradycje „cegieł" ponieważ nie wymaga od nikogo, aby czytał ją „od deski do deski". Z jednej strony może posłużyć jako encyklopedia fizyki, z drugiej może wprowadzić w naukową przygodę z pogranicza fizyki i filozofii. Nie należy zatem uginać się pod ciężarem fizycznym *The Road to Reality*. Po prostu otworzyć i zacząć czytać a droga sama się znajdzie.

Wojciech P. Grygiel

ZROZUMIEĆ FILOZOFIĘ NAUKI

◇ James Ladyman, *Understanding Philosophy of Science*, Routledge, London — New York 2002, ss. 290.

W zamiarze Jamesa Ladymana jego książka ma przede wszystkim służyć jako podręcznik akademicki, wprowadzający do zagadnień filozofii nauki zarówno studentów kierunków niefilozoficznych, jak i filozoficznych. Choć nie zawiera ona zbyt wielu odniesień do historii nauki i praktyki badawczej, unika użycia matematyki, a także bardziej szczegółowych zagadnień, jak np. filozoficznych implikacji mechaniki kwantowej, nie powinna być jednak, zdaniem jej Autora, postrzegana jako powierzchowna. Ma za to zainteresować możliwie szerokie grono potencjalnych czytelników, w tym także specjalistów od filozofii nauki, a nawet samych naukowców.

Zapewnienia Ladymana świadczą o zaproponowaniu przez niego podręcznika o charakterze w jakimś sensie uniwersalnym. Do tego dochodzi wyartykułowany przez Autora cel, aby w trakcie lektury *Understanding Philosophy of Science* „uświadomić czytelnikowi pytania, których by sobie nigdy nie postawił, a następnie, po ich filozoficznym przebadaniu, dać mu raczej sposobność do oceny siły argumentów każdej ze stron, aniżeli dzielić się swoimi własnymi poglądami" (s. XI). Pomijając w tym miejscu częściowo marketingowy *background* takich zapewnień, wypadałoby wniknąć bardziej szczegółowo w strukturę i treść tak zareklamowanego podręcznika.

Nawet jeśli się redaguje możliwie uniwersalny, a przy tym bezstronny podręcznik akademicki, jest przypuszczalnie rzeczą niemożliwą wyzbyć się wszelkich własnych preferencji filozoficznych, nawet tych przemycanych *implicite*. Wydaje się to także dotyczyć książki Ladymana. Już na jej wstępie Autor dzieli się z czytelnikiem określonym rozumieniem filozofii nauki. I tak, według niego, stawia ona pod adresem nauki takie pytania, jakie w długiej swojej historii od zawsze stawiała filozofia, uzyskując na nie odpowiedzi nie w konfrontacji z samą przyrodą (jak badania empiryczne) lub z instytucjonalnymi strukturami społeczności naukowców (jak czyni to socjologia czy psychologia nauki), lecz przez filozoficzną analizę, argumentację i debatę. Dla Ladymana filozofia nauki ani nie jest typem „fotelowej spekulacji" (*armchair reflection*), ani nie wyraża się w przekonaniu o zasadniczej ciągłości filozofii i badań empirycznych w samej nauce.

To ostatnie przekonanie podzielane jest współcześnie przez licznych zwolenników tzw. naturalizmu w filozofii nauki, zacierających różnice między filozofią a naukami empirycznymi. Znając ich niezaprzeczalne „wpływy" w aktualnie toczonych dyskusjach, Ladyman sprytnie zapewnia, iż „nie musi się przyjmować absolutnego rozdziału między filozofią a empirycznymi formami badania, by uznać wyraźne różnice między tymi ostatnimi a dociekaniem problemów filozoficznych zrodzonych z refleksji nad nauką" (s. 4). Jednocześnie Autor *Understanding Philosophy of Science* skądinąd słusznie zauważa, że wypowiadanie się w tym przypadku o różnicach pozostaje niejasne, dopóki nie postawi się bodajże najważniejszego dla filozofii nauki pytania: „czym jest nauka?".

Pytanie o naturę czy charakter nauki pociąga z kolei kwestię jej odróżnienia od innych form aktywności człowieka. Ladyman dydaktycznie korzysta z okazji pojawienia się tej kwestii, aby zaakcentować doniosły dla filozofii nauki tzw. problem demarkacji, czyli ustalenia kryteriów naukowości. A stąd już tylko krok do stwierdzenia, że natura nauki najpełniej wyraża się w stosowanej przez nią metodzie lub metodach i to one stanowią *differentia specifica* nauki. Oczywiście pozostaje nadal problem demarkacji, gdyż należałoby się obecnie przyjrzeć tym metodom. Dociekania dotyczące metody naukowej (zwane także metodologią nauki) są z kolei, zdaniem Ladymana, priorytetowym zadaniem filozofii nauk.

Ponieważ metoda naukowa przede wszystkim wyraża się w sposobach zdobywania i uzasadniania określonego typu wiedzy, rodzi się szereg pytań o charakterze epistemologicznym. Autor *Understanding Philosophy of Science* dostrzega w tym możliwość nawiązania do tradycyjnych pytań teoriopoznawczych zrelatywizowanych do aktywności naukowej. Dla Ladymana filozofia nauki to jednak nie tylko epistemologia, ale i metafizyka. Tym ostatnim terminem obejmuje on szereg kwestii głównie związanych z interpretacją uzyskiwanej metodycznie wiedzy naukowej. Czy dotyczy ona jedynie obserwowanych zjawisk, czy także odnosi się do realnych, choć często nieobserwowalnych bytów, które są postulowane przez teorie naukowe? Jak się okazuje, problematyka epistemologiczna i metafizyczna wyznacza także strukturę książki Ladymana.

Po wstępnych wyjaśnieniach i rozróżnieniach Autor ten dokonał objętościowego podziału swojego podręcznika na dwie niemal równe części. Pierwsza dotyczy natury metody naukowej i skupia się na postulowanej uprzednio problematyce metodologiczno–epistemologicznej. Druga część omawia debatę wokół tzw. realizmu naukowego, w ramach której poruszana jest problematyka epistemologiczno–metafizyczna nauki.

Wydaje się, że taki układ, oprócz niewątpliwych zalet dydaktycznych, posiada także ważną zaletę, dającą pewną perspektywę natury historycznej. Patrząc mianowicie na dwudziestowieczną filozofię nauki niejako z lotu ptaka można dostrzec, że w pierwszym jej półwieczu dominowała głównie refleksja (i spory) nad charakterem metody naukowej (empiryzm logiczny, K. Popper), a następnie nad jej racjonalnością (T. Kuhn), z kolei w drugim półwieczu na czołowe miejsce wysunął się spór o realizm naukowy, zasadniczo skupiający się na kwestii statusu poznawczego teorii naukowych. Oczywiście, nie oznacza to, że problem racjonalności nauki nie jest także obecny na przełomie wieków XX i XXI (weźmy choćby „ferment postmodernistyczny") i *vice versa* — w latach polemik Poppera z Carnapem także można dostrzec w tle aspekty sporu o realizm.

Połowę materiału pierwszej części swojej książki Ladyman poświęcił problemowi indukcji i indukcjonistycznym koncepcjom nauki. Nic dziwnego, przekonanie o zasadniczej roli rozumowań indukcyjnych w metodzie naukowej panowało, mimo ich sceptycznej oceny ze strony Hume'a oraz krytyki ze strony m.in. Whewella i Jevonsa, aż do pojawianie się prac Poppera. Koncepcja falsyfikacjonizmu tego ostatniego, jego „spór o metodę" z indukcjonistami, jak również znane dzisiaj powszechnie słabości koncepcji nauki zaproponowanej przez austriackiego filozofa są kolejnymi zagadnieniami omawianymi przez Autora *Understanding Philosophy of Science*. Pierwszą część kończy odniesienie się do prac T. Kuhna. Ladyman zauważa (s. 94), że jak spór Poppera z indukcjonistami zasadniczo nie naruszał racjonalnych i obiektywnych filarów nauki, tak koncepcje Autora *Struktury rewolucji naukowych* prowadziły do ich zakwestionowania.

Relacjonując „spór o metodę naukową" Ladyman stosunkowo dużo miejsca poświęca krytyce Popperowskiego falsyfikacjonizmu. Przy tej okazji nie kryje także swoich preferencji filozoficznych. Uważa on, że jakkolwiek wielu naukowców uznaje falsyfikowalność za kryterium naukowości, „wydaje się, że nie jesteśmy w stanie wyjaśnić metody naukowej i uzasadniania wiedzy bez odwołania się do takiej czy innej formy indukcji. W nauce mamy do czynienia zarówno z konfirmacją, jak i falsyfikacją. Stąd wiele osób sądzi, że pewne Popperowskie idee mogą stać się pomocne w wypracowaniu bardziej wyrafinowanego induckjonizmu" (s. 90). Ladyman kilkakrotnie powraca do tej idei na kartach swojego podręcznika. Jakby na swoje usprawiedliwienie dość szczegółowo omawia (ss. 21–28) koncepcję nauki, powszechnie uznawanego za indukcjonistę, Francisa Bacona, widząc w jego rozróżnieniu eksperymentów „ślepych" i „planowanych" antycypację metody hipotetyczno–dedukcyjnej (s. 76). Tym samym stara się pokazać wątłość czarno–białych schematów w próbach ustalania natury metody naukowej.

Druga część książki Ladymana poświęcona jest debacie wokół realizmu naukowego; stanowiska głoszącego, że „jesteśmy w stanie poznać, iż nasze najlepsze teorie faktycznie odnoszą się do bytów nieobserwowalnych, istniejących niezależnie od naszych umysłów" (s. 268). Wydaje się, że przedstawia ona jedno z najlepszych, przynajmniej znanych autorowi tego omówienia, wprowadzeń do tej bardzo aktualnej i wciąż niezakończonej dyskusji filozoficznej drugiej połowy XX r. Ladyman przede wszystkim ukazuje realizm naukowy jako złożoną tezę, w której można wyróżnić przynajmniej trzy płaszczyzny — metafizyczną, epistemologiczną i semantyczną (s. 158). Podejmuje się zrelacjonowania zarówno argumentacji na rzecz realizmu naukowego (głównie argumentu z sukcesu nauki), jak i kontrargumentów antyrealistycznych: tezy o niedookreśleniu teorii przez dane, krytyki tzw. zasady wnioskowania do najlepszego wyjaśnienia, argumentu historycznego L. Laudana.

W związku z tym ostatnim argumentem Ladyman przy końcu swojego podręcznika krótko szkicuje charakterystyczne punkty stanowiska zwanego „realizmem strukturalistycznym" (s. 260). Wraz z nim znaleźliśmy się praktycznie w sercu toczonej aktualnie debaty, która od początku lat 90. XX r. zdominowała dotychczasowy spór o realizm naukowy. Warto dodać, że sam Ladyman, znany skądinąd jako zadeklarowany zwolennik realizmu strukturalistycznego, sam bierze w tej debacie udział, odgrywając w niej jedną z niepośledniech ról. W swoim podręczniku jednak na jej rzecz nie agituje czytelnika, zachowując programową bezstronność.

Na uwagę w pracy Ladymana zasługuje skrupulatny indeks osobowo–rzeczowy, niezbyt obszerny słowniczek podstawowych terminów z filozofii nauki, a także kończąca każdy z ośmiu rozdziałów literatura do „dalszego przeczytania". W lepszym zrozumieniu omawianych tematów mają natomiast pomóc, również pojawiające się przy końcu kolejnych rozdziałów, krótkie i ciekawe dialogi prowadzone przez zafascynowaną nauką Alicję i nieco sceptycznego Tomka. Także i one powinny ułatwić zrozumienie meandrów współczesnej filozofii nauki.

Jacek Rodzeń

W OBRONIE REALIZMU NAUKOWEGO

◇ Jacek Rodzeń, *Czy sukcesy nauki są cudem? Studium filozoficzno–metodologiczne argumentacji z sukcesu nauki na rzecz realizmu naukowego*, Biblos — OBI, Tarnów 2005, ss. 353.

Jacek Rodzeń podjął się trudnego zadania. Postanowił przeanalizować pojęcie sukcesu naukowego, jakie pojawiło się w dyskusjach na temat tzw. realizmu naukowego, zarówno w pismach jego rzeczników, jak i przeciwników. Równocześnie zadeklarował, że będzie bronił tezy, iż sukces nauki jest argumentem na rzecz realizmu naukowego. Tak sformułowany temat jest obszerny i ambitny; kto go podejmuje, musi wykazać się nie lada kompetencją, która ujawni się już na etapie wyboru bohaterów rozprawy. Autor książki — moim zdaniem — dokonał trafnego wyboru autorów.

W rozdziale pierwszym omówił poglądy trzech głównych obrońców realizmu naukowego i równocześnie zwolenników argumentu na rzecz realizmu z sukcesu nauki: J. Smarta (uznawanego za pierwszego filozofa, który sformułował argument z sukcesu), H. Putnama z pierwszego okresu twórczości (który systematycznie opracował ten argument) oraz R. Boyda (którego wersje argumentu z sukcesu nauki Rodzeń uznał za najdojrzalszą). Argument z sukcesu nauki, jaki zaproponował J. Smart, zwykle bywa określany mianem „argumentu z kosmicznego porządku"; głosi on, że popularny w dobie pozytywizmu instrumentalizm w istocie zakłada „kosmiczny zbieg okoliczności" albo „szczęśliwy przypadek", gdyż uchyla się przed wyjaśnieniem prawidłowości, jakie nauki przyrodnicze skutecznie odkrywają. Realizm w sprawie teorii naukowych, postulując istnienie takich prawidłowości, jest w istocie prostszym wyjaśnieniem tego, co robią naukowcy aniżeli popularny instrumentalizm. Co więcej, użyteczność instrumentalna teorii naukowych nie jest niczym innym jak tylko rodzajem sukcesu nauki, więc ona sama także domaga się wyjaśnienia. Łatwo zgadnąć, że realizm naukowy — zdaniem Smarta — przynosi takie wyjaśnienie.

To, co Smart wypowiedział w sposób zalążkowy, H. Putnam opracował systematycznie. Amerykanin — twierdzi Rodzeń — jest autorem kilku argumentów na rzecz realizmu naukowego, które w literaturze określa się zbiorczym mianem argumentu „z cudu", gdyż to, co robi nauka trzeba by uznać za cud, twierdzi Putnam, gdyby nie można było przyjąć, że teorie naukowe prawdziwie opisują rzeczywistość, a pojęcia naukowe mają swoje przedmiotowe odniesienie. W ujęciu autora *Wielu twarzy realizmu* da się wyróżnić przynajmniej trzy synonimy sukcesu nauki. Są nimi: moc predykcyjna, jednocząca progresja teorii oraz tzw. sukces metodologiczny, którego wyrazem jest płynne zastępowanie teorii starych przez nowe (stare teorie byłyby w tym ujęciu przypadkami granicznymi teorii nowych). Putnam był przekonany, że jedynie teza realizmu naukowego dobrze tłumaczy wszystkie wymienione odmiany sukcesu nauki. Ponieważ sam nie określił statusu poznawczego tezy realizmu naukowego, Rodzeń omawia wielu autorów (m.in. Trigga, Lucenę, Seidlera), którzy się tym zajmowali. Autor rozprawy skłania się w stronę stanowiska, które tezie realizmu naukowego nadaje filozoficzny charakter, lecz przewiduje możliwość jej testowania, a przynajmniej dyskutowania w duchu znanego stanowiska Poppera (do tej kwestii wrócę podczas omawiania uwag krytycznych).

Dojrzałą („wyrafinowaną") wersję argumentu z sukcesu nauki zaproponował R. Boyd, który mocno podkreślił fakt, iż to fenomen skutecznej metody naukowej domaga się wyjaśnienia. Empiryści — zdaniem Boyda — nie potrafią tego wytłumaczyć, robią to natomiast realiści, którzy wskazują na „przybliżoną prawdziwość" teorii naukowych tworzących wraz z metodami naukowymi rodzaj „dialektycznego związku". Rodzeń, doceniając przejrzystość wykładu Boyda, zarzuca mu jednocześnie oderwanie od rzeczywistej historii nauki. Z tego m.in. powodu — twierdzi — wystawił się on na kontratak przeciwników realizmu naukowego.

W drugim rozdziale rozprawy Rodzeń przedstawia poglądy głównych krytyków argumentu z sukcesu nauki, mianowicie B. van Frassena, L. Laudana i A. Fine'a. Pierwszy ze wspomnianych filozofów nauki podważył argumentację z sukcesu z pozycji radykalnego empiryzmu. Autor *Scientific Image* uważał, że selekcją teorii naukowych rządzą te same lub podobne mechanizmy, które kierują ewolucją biologiczną. Z kolei L. Laudan skrytykował argument z sukcesu nauki z pozycji historyka nauki. Według niego nie da się wykazać, że istnieje związek między tak czy inaczej rozumianym sukcesem teorii naukowych a ich prawdziwością bądź referencją kluczowych terminów teoretycznych występujących w tych teoriach. Wreszcie A. Fine ostrze swojej krytyki skierował w stronę samej „potrzeby" szukania filozoficznych wyjaśnień sukcesu nauki. Jego zdaniem filozoficzne interpretacje — realistyczne czy antyrealistyczne — nie tylko nie przyczyniają się do rozumienia nauki, lecz jeszcze utrudniają jej rozumienie, tworząc nad nauką rodzaj inflacyjnej nadbudowy.

Jacek Rodzeń bardzo umiejętnie zestawia poglądy swoich bohaterów, „zderza" je ze sobą, w razie potrzeby wykorzystując innych uczestników debaty (Psillos, Grobler, Trigg i in.). W trzecim, ostatnim rozdziale przystępuje do sformułowania swej mocnej tezy, że doktryna realizmu, którą przedstawił w pierwszym rozdziale, ma się w zasadzie dobrze, jednak dopiero gdy uwzględnimy metodę naukową, zwłaszcza jej matematyczny wymiar, zaczynamy doceniać wszystkie komponenty argumentu z sukcesu nauki na rzecz realizmu, mianowicie: informacyjną naddatkowość teorii, zdolność unifikacyjną, algorytmiczną upraszczalność oraz możliwości idealizacji (s. 283–290). Opierając się zarówno na wcześniej omówionych autorach, jak też na pismach innych filozofów, Rodzeń próbuje w tej części dookreślić pojęcie sukcesu nauki oraz bronić tzw. realizmu strukturalnego, reprezentowanego nie tyle przez filozofów nauki, ile przez samych naukowców (głównie fizyków).

Jak widać z tego pobieżnego omówienia plan rozprawy jest przejrzysty i spójny; w rzeczywistości jednak Rodzeń wprowadza wiele pobocznych wątków, co czyni z pracy dzieło wielowątkowe, z tematami zapowiadanymi, na nowo podejmowanymi etc. Wspominam o tym, ponieważ w końcowej partii recenzji chciałbym zasugerować nieco inny układ materiału, który uczyniłby z recenzowanej rozprawy dzieło łatwiejsze do odczytania, zwłaszcza dla mniej przygotowanego czytelnika.

Obecnie spróbuję zasygnalizować dwie wątpliwości, na które w tekście Jacka Rodzenia nie znalazłem odpowiedzi. Po pierwsze, Autor sugeruje, by tezy realizmu naukowego nie traktować jako doktryny, której należy bronić, lecz jako filozoficzny program badawczy (s. 13, 155, 180), który mógłby być „testowany" lub „dyskutowany" zgodnie z Popperowskim ideałem (*notabene*, Popper w rozprawie Rodzenia nie jest bezpośrednio omawiany, lecz pozostaje w tle prowadzonych dyskusji i polemik). Nie jest jasne, jak takie testy miałyby przebiegać. W pracy mamy jedynie mglistą sugestię, że ich rezerwuarem winna być historia nauki i aktualna praktyka badawcza. Nie ma natomiast prób naszkicowania strategii takich „testów". Co więcej, połączenie kryterium testowalności z kryterium dyskutowalności jest dość problematyczne. U Poppera i jego następców testowalność jest ostrym kryterium odróżnienia tego, co naukowe od tego, co nienaukowe. Zatem „płynne przejście" od postulatu empirycznej sprawdzalności do postulatu dyskutowalności domaga się usprawiedliwienia, którego w pracy nie ma.

Po drugie, skupienie się na skuteczności metody naukowej, a nie na samych teoriach naukowych (np. ich prawdziwości etc.), Rodzeń uznaje za jedną z bardziej oryginalnych propozycji swego ujęcia. Wszelako wyjaśniając stanowisko Putnama, Boyda oraz ich krytyków, Autor wspomina, że oni także podkreślali rolę metody naukowej (np. wtedy, gdy rozważali moc predykcyjną teorii). Czytelnik dowiaduje się w końcu, że skuteczność metody — jeśli ma być odróżniona od tamtych propozycji — jest dla Rodzenia skutecznością matematyki. Czy takie postawienie sprawy nie wyrzuca za burtę znaczną część praktyki naukowej? Nie sugeruję, że tak jest; twierdzę jedynie, że przy takim założeniu (skuteczność metody = skuteczność matematyki) problematyka „matematyczności świata" winna być w książce gruntowniej omówiona.

Intrygujący tekst Rodzenia — jak podkreśliłem — ma *prima facie* klarowną strukturę, która jednak w toku dyskusji ginie w gąszczu przytaczanych i omawianych poglądów. W związku z tym chciałbym przedstawić propozycję nieco innego układu pracy. Moim zdaniem wywód rozprawy mógłby zyskać na jasności, gdyby jej treść została ułożona zgodnie z logiką następujących pytań:

1. Czy nauka odnosi sukces?
a. Nie (np. Feyerabend)
b. Tak
2. Czy sukces nauki jest wyjaśnialny?
a. Nie (np. Popper)
b. Tak
3. Jaki charakter (zarówno z formalnego, jak i z materialnego punktu widzenia) mają przytaczane wyjaśnienia?

Przedstawiony układ pytań i odpowiedzi pokazuje, że stanowiska Feyerabenda i Poppera mogłyby zostać rozważone na początku rozprawy — w gruncie rzeczy obaj zajmują się wstępnymi pytaniami: czy nauka odnosi sukces? Czy sukces ten jest wyjaśnialny? Co więcej, przy takim ustawieniu zagadnienia natychmiast pojawia się kwestia ewentualnego związku między realizmem a brakiem sukcesu nauki. Sądzę bowiem, że negatywna odpowiedź na pierwsze pytanie wcale nie pociąga odrzucenia realizmu; przeciwnie, przy pewnym dookreśleniu pojęć można śmiało argumentować, że brak sukcesu nauki jest dobrym (jeśli nie najlepszym) argumentem na rzecz realizmu, aczkolwiek niekoniecznie „naukowego". Ta ostatnia uwaga prowadzi do stwierdzenia, że Rodzeń pisze wprawdzie o realizmie naukowym, lecz czasem — gdy tylko tok argumentacji tego wymaga — *de facto* zajmuje się realizmem metafizycznym. Zaproponowany układ pytań i odpowiedzi sugeruje, że można wyszczególnić poszczególne znaczenia zarówno sukcesu nauki, jak i realizmu — nie tylko metafizycznego i naukowego, lecz także różnych typów realizmu naukowego — a następnie pokazać, jak te sensy dają się zestawić w myśl argumentacji z cudu.

Jak łatwo zauważyć, większość przedstawionych uwag dotyczy układu pracy Jacka Rodzenia. Nie jestem wcale pewien, że sugerowany rozkład byłby lepszy od tego, który znajdujemy u Rodzenia. Książka *Czy sukcesy nauki są cudem?* jest dziełem udanym i pożytecznym. Analizy Rodzenia są intrygujące, a znajomość szerokiego grona filozofów nauki budzi szacunek. Odpowiedź Jacka Rodzenia na pytanie: *Czy sukcesy nauki są cudem?* zasługuje na przeczytanie zarówno przez specjalistów, jak i studentów.

Stanisław Wszołek

NOWA TEORIA INDETERMINISTYCZNEGO ŚWIATA

◇ Ilya Prigogine, *Kres pewności. Czas, chaos i nowe prawa natury*, WAB i CiS, Warszawa 2000, s. 267, przekład: I. Nowoszewska, P. Szwajcer.

Jednym ze współtwórców teorii chaosu jest Ilya Prigogine, który w 1977 roku otrzymał nagrodę Nobla w dziedzinie chemii za prace na temat termodynamiki układów dalekich od stanu równowagi. W 1990 roku na polskim rynku wydawniczym ukazała się jego książka „Z chaosu ku porządkowi" (recenzja ZFwN XIII/91), w której Prigogine wspólnie z I. Stengers przedstawia podstawowe wyniki swoich badań nad chaosem deterministycznym w układach nierównowagowych. Prigogine wykazuje w tej publikacji, że w takich układach mogą się pojawić w określonych warunkach uporządkowane struktury o wysokim stopniu samoorganizacji, zaś nieodwracalny charakter tego typu procesów decyduje o istnieniu strzałki czasu i temporalnej asymetrii fizycznej rzeczywistości. W książce „Kres pewności" Prigogine jeszcze bardziej radykalizuje swoje stanowisko i dowodzi, że teoria chaosu prowadzi do odrzucenia klasycznego modelu nauki, zakładającej deterministyczny obraz świata, na rzecz modelu opisującego rzeczywistość w kategoriach przypadkowości i prawdopodobieństwa.

Punktem wyjścia dla Prigogine'a jest znany i analizowany przez wielu autorów „dylemat determinizmu", który przejawia się w zasadniczej niespójności deterministycznej wizji świata, do jakiej prowadzi naukowe poznanie rzeczywistości, z powszechnym przekonaniem o podmiotowej wolności człowieka, przejawiającej się w możliwości dokonywania indywidualnych wyborów. Niespójność uwidacznia się w tym, iż człowiek przekonany subiektywnie o własnej wolności i niezdeterminowaniu, stanowi zarazem fizyczny układ, podlegający ściśle deterministycznym prawom przyrody. Analogiczna rozbieżność pomiędzy naukowym i subiektywnym pojmowaniem rzeczywistości kryje się w zagadnieniu fizycznego czasu. Jak wiadomo, prawa przyrody nie wyróżniają żadnego kierunku upływającego czasu, to znaczy, że na podstawowym poziomie opisu natury nie istnieje strzałka czasu. Z drugiej jednakże strony, wyraźna świadomość różnicy, jaka istnieje pomiędzy przeszłością i przyszłością jest podstawowym doświadczeniem każdego człowieka; różnica ta znajduje swój wyraz również w takich dziedzinach nauki, jak chemia, geologia, historia, biologia itp.

Powyższe dwa paradoksy — determinizmu i czasu — stanowią osnowę książki „Kres pewności". Podstawowym problemem, z jakim autor postanawia się zmierzyć, jest wyjaśnienie mechanizmów, które sprawiają, że na pewnym poziomie opisu rzeczywistości strzałka czasu wyłania się ze świata rządzonego przez symetryczne względem czasu prawa fizyki. Strzałka czasu jest z kolei kluczowym zagadnieniem dla wyjaśnienia problemu determinizmu, ponieważ „paradoks czasu przenosi dylemat determinizmu w dziedzinę fizyki" (s. 12). W fizyce ciągle jeszcze dominuje pogląd, zgodnie z którym strzałka czasu jest wynikiem przybliżonego charakteru opisu natury, jaki dostarczają nauki ścisłe. Prigogine dowodzi, że przybliżony charakter opisu wynika nie z ograniczeń epistemologicznych ludzkiego poznania, ale z fundamentalnych własności fizycznego świata, w którym strzałka czasu jest definiowana jednoznacznie przez nieodwracalne procesy nierównowagowe. Ponieważ nieodwracalność jest koniecznym warunkiem koherencji zjawisk, które w stanach dalekich od równowagi prowadzą do samoorganizacji (np. powstanie życia), dlatego strzałka czasu ma charakter obiektywny, a nie subiektywny. Do zerwania z symetrią czasu przyczynił się również w ostatnich latach rozwój teorii niestabilnych układów dynamicznych. Klasyczny (deterministyczny) model nauki stawiał na pierwszym miejscu porządek, stabilność i wynikającą z niej przewidywalność zjawisk. Tymczasem „na wszystkich poziomach obserwacji zasadniczą rolę odgrywają fluktuacje, niestabilność, złożoność wyborów oraz ograniczenia przewidywalności" (s. 15). Oznacza to, zdaniem Prigogine'a, iż obecnie zakwestionowana została wiara w pewność poznania, zaś prawa przyrody wyrażają jedynie możliwości lub prawdopodobieństwa. Indeterminizm jest zatem w sposób konieczny wpisany w strukturę fizycznej rzeczywistości.

Książka Prigogine'a składa się z dziewięciu rozdziałów, w których autor systematycznie rozwija i uzasadnia swoje stanowisko. W pierwszych rozdziałach Prigogine wskazuje na konieczność nowego sformułowania praw fizyki, w którym indeterminizm i asymetria czasu będą się wyłaniać z dynamiki w oparciu o procesy nieodwracalne, odgrywające zasadniczą rolę w przyrodzie.

Autor wykazuje, iż prawa fizyki w swoim tradycyjnym sformułowaniu opisują „wyidealizowany stabilny świat, nie zaś świat ewoluujący i niestabilny, w jakim naprawdę żyjemy” (s. 38). Niestabilność oraz związana z nią nieodwracalność w stanach dalekich od równowagi prowadzi do powstawania złożonych i uporządkowanych struktur, co dowodzi, iż procesy nieodwracalne są równie rzeczywiste, jak opisywane przez klasyczne prawa przyrody procesy odwracalne. Uogólnienie dynamiki, które pozwoli uwzględnić niestabilność i nieodwracalność, musi się opierać na opisie probabilistycznym, ponieważ tylko taki opis pozwala scharakteryzować całą złożoną mikrostrukturę przestrzeni fazowej, która ginie przy opisie pojedynczych trajektorii. Prawa chaosu deterministycznego pojawiają się na poziomie statystycznym. Do opisu takich praw Prigogine wykorzystuje pojęcie niecałkowalnego układu dynamicznego. Termin ten został wprowadzony przez Poincarégo, który wykazał, że większość dynamicznych układów nie daje się całkować, a powodem tego jest istnienie rezonansów pomiędzy stopniami swobody układu. Niecałkowalność równań ruchu prowadzi z kolei do statystycznego sformułowania praw dynamiki.

W kolejnych rozdziałach swojej książki Prigogine wskazuje na rolę procesów nieodwracalnych w procesie generowania entropii; podaje przykłady struktur dyssypatywnych, w których „materia, z dala od stanu równowagi wzbogaca się o nowe właściwości, w których główną rolę odgrywają fluktuacje i niestabilność” (s. 89); omawia łamanie symetrii układu w punktach bifurkacji; charakteryzuje i ilustruje wieloma przykładami prawa chaosu deterministycznego. W oparciu o rezonanse Poincarégo oraz nielokalność funkcji rozkładu, Prigogine nadaje również nowe sformułowanie mechanice kwantowej; sformułowanie „zachowujące jej probabilistyczny charakter a zarazem eliminujące jej aspekt subiektywistyczny” (s. 203). Autor proponuje także nową interpretację standardowego modelu kosmologicznego, w którym istnienie czasu poprzedza narodziny wszechświata, zaś Wielki Wybuch jest spowodowanym niestabilnością, procesem nieodwracalnym, w którym od pierwszych chwil pojawia się samoorganizacja materii.

„Kres pewności” stanowi interesującą propozycję alternatywnego (w stosunku do klasycznego modelu nauk ścisłych) spojrzenia na dynamiczną strukturę świata. Aktualność tego typu koncepcji została już tutaj zasygnalizowana, a w perspektywie gwałtownego rozwoju teorii chaosu, który można zaobserwować w ostatnich latach, staje się ona jeszcze bardziej oczywista. Profesjonalizm, z jakim Prigogine podchodzi do zagadnienia, jest niepodważalnym atrybutem omawianej pozycji. Fachowość, a zarazem łatwość w operowaniu technicznymi terminami z zakresu fizyki, matematyki i kosmologii — sprawia, że lektura tej książki jest prawdziwą przyjemnością, mimo iż w wielu miejscach zrozumienie wywodu autora domaga się więcej niż tylko pobieżnej znajomości fizyki i matematyki.

Co prawda, w kilku paragrafach tekst wydaje się niejasny, a argumenty niedostatecznie uzasadnione. I tak np. na s. 221 czytamy, iż Wielki Wybuch spowodowany został „niestabilnością przed–Wszechświata", ta zaś — „oddziaływaniem między grawitacją i materią". Materia i grawitacja istnieją zatem w niestabilnym stanie przed rozpoczęciem kosmicznej ewolucji wszechświata, co jest sformułowaniem co najmniej zagadkowym. Inne niezrozumiałe stwierdzenie znajduje się na s. 254, w paragrafie zamykającym całą książkę. Prigogine pisze tam, iż w indeterministycznym świecie „wszystko jest przypadkowym absurdem". Sformułowanie to jest o tyle nieszczęśliwe, iż przez cały czas autor dowodzi, że indeterminizm i niestabilność prowadzą do stanów w wysokim stopniu uporządkowanych, zaś przypadkowość i probabilistyczny charakter zachowania układów nieliniowych nie oznacza, że są to układy nieprzewidywalne.

Książkę Prigogine'a można polecić nie tylko entuzjastom teorii chaosu, ale również wszystkim, którzy interesują się rozwojem nauk ścisłych, takich jak fizyka, czy kosmologia. Jeśli nawet koncepcja Prigogine'a nie doprowadzi do zmiany dotychczasowego paradygmatu nauki, opartego na deterministycznej wizji świata, to jednak jest ona bardzo dobrym i skutecznym sposobem „oswajania się" z hipotezą indeterministyczną, która powoli zdobywa coraz większą liczbę zwolenników, nie tylko na terenie fizyki kwantowej. „Kres pewności" pokazuje, iż hipoteza ta jest naturalną konsekwencją nowoczesnej teorii niestabilności i chaosu, oraz że nadaje ona zasadnicze znaczenie strzałce czasu, tak ważnej dla zrozumienia jedności, a zarazem różnorodności obecnej w świecie fizycznym. Zaznajomienie się z tym argumentem wystarcza, aby sięgnąć po książkę Prigogine'a.

Tadeusz Pabjan

WIARA I WIEDZA Z ROSYJSKIEJ PERSPEKTYWY

◇ T. Obolevitch, *Problematyczny konkordyzm — Wiara a wiedza w myśli Włodimierza S. Sołowjowa i Siemiona L. Franka,* Rozrawy OBI, OBI — Kraków, Biblos — Tarnów, 2006, ss. 360.

Jest rzeczą zastanawiającą, że pomimo sąsiedztwa i bliskich kontaktów z Rosją, filozofia rosyjska (niemarksistowska) jest w Polsce nie tylko mało znana, lecz również panuje na jej temat wiele nieporozumień i mylnych przekonań. Szczególnie dotyczy to zagadnień z pogranicza filozofii i teologii. Dlatego rozprawę podejmującą ten zespół zagadnień w myśli klasycznych przedstawicieli filozofii rosyjskiej należy powitać z uznaniem. Autorka rozprawy, wychowana i wykształcona zarówno w kręgu kultury polskiej, jak i rosyjskiej, jest szczególnie predysponowana do podjęcia tego tematu. Zresztą udowodniła to w swojej nowej książce.

Książka składa się z czterech obszernych rozdziałów. Pierwszy, bardzo istotny dla zrozumienia całości, kreśli historyczną genezę (cofając się aż do źródeł patrystycznych) stosunku rozumu do wiary w filozofii rosyjskiej. Pod koniec rozdziału znajdujemy prezentację tytułowych postaci rozprawy, Sołowjowa i Franka, jako dziedziców długiej tradycji.

Rozdział drugi przedstawia teorię poznania obydwu rosyjskich myślicieli. Główne pytanie tego rozdziału brzmi: „czym jest, według nich, wiedza?”. Nie można jednak tego pytania oddzielić od pytania o wiarę, okazuje się bowiem, że zarówno w poglądach Sołowjowa, jak i Franka wiara wchodzi do samej struktury wiedzy.

Rozdział trzeci jest poświęcony roli rozumu w teologii. Wprawdzie Bóg jest ujmowalny w każdym akcie poznawczym, ale Jego pełne ujęcie wykracza poza jakiekolwiek poznanie. Te ogólne prawidłowości znajdują swoje konkretyzacje w pismach obydwu tytułowych bohaterów. Wprawdzie Sołowjow uważał, że właściwym narzędziem racjonalizacji wiary jest filozofia a nie teologia, ale filozofię traktował jako „wiedzę integralną”, która powinna być wewnętrznie spojona z wiarą religijną. Frank pod tym względem szedł jeszcze dalej; według niego teologia winna przejąć zadanie szeroko rozumianej refleksji rozumowej, a teologię pojmował on apofatycznie.

Rozdział czwarty stanowi niejako spięcie dotychczasowych analiz. Autorka, po przedstawieniu koncepcji nauki według Sołowjowa i Franka, omawia relację pomiędzy wiarą a wiedzą naukową wedle tych autorów. Dokonuje również krytycznej oceny ich stanowisk. Porównanie z ujęciami „nauka a wiara” w „myśli zachodniej” jest oczywiście nieuniknione. I tu właśnie pojawia się tytułowe „oskarżenie” obu autorów o konkordyzm, ale jest to konkordyzm rozumiany specyficznie, nie chodzi w nim bowiem o uzgadnianie prawd religijnych z twierdzeniami nauki, lecz o stworzenie „wiedzy integralnej”, w której zarówno nauka, jak i religia uzyskałyby swoje naturalne miejsce.

Wybór Sołowjowa i Franka jako przedmiot analiz nie jest przypadkowy. Wyboru Włodzimierza Sołowjowa nie potrzeba uzasadniać, gdyż autor ten jest powszechnie uznawany za najwybitniejszego przedstawiciela religijnej filozofii rosyjskiej XIX wieku (lub w ogóle filozofii rosyjskiej tego okresu). Siemion Ludwigowicz Frank, o 22 lata młodszy od Sołowijowa, był nie tylko spadkobiercą jego myśli, ale ją w sposób twórczy rozwijał, w wielu przypadkach znacznie ulepszając system swojego poprzednika. Co więcej, Frank był myślicielem oryginalnym, którego nie można uważać za zwykłego kontynuatora idei Sołowjowa. Należy uznać, że poglądy obu tych myślicieli stanowią „reprezentatywną próbkę” rosyjskiego stylu filozofowania tego okresu. Autorka rozprawy zwykle rozpoczyna analizy danego zagadnienia od przedstawienia stanowiska Sołowjowa, by je potem skonfrontować z często bardziej radykalnymi poglądami Franka.

Z oczywistych względów pracę tę czyta się pod kątem porównań rosyjskiego stylu filozofowania ze stylem zachodnim. Pozwolę sobie wypunktować (wybiórczo) różnice, które najbardziej mnie uderzyły:

1. Istotna różnica ujawnia się w stosunku do zagadnienia „nauka a wiara”. Dobrze różnicę tę przedstawia Kiriejewski: Pomiędzy nauką objawioną a naukami ludzkimi (włączając w nie naukę Kościoła) istnieje przepaść. „Myśl religijna, choćby nie wiedzieć jak usiłowała pogodzić rozum z wiarą, nigdy nie uzna żadnego dogmatu Objawienia za zwykły wynik rozumowania, nigdy wyniku rozumowania nie obdarzy autorytetem dogmatu Objawienia”. Zabezpiecza to prawdy religijne przed niewłaściwymi interpretacjami rozumu, ale i chroni naukę przed ingerencją kościelnych autorytetów.

2. Myśl rosyjska (nie tylko teologia) jest przesiąknięta podejściem apofatycznym. Zachodni myśliciele często podkreślali *via negativa* w poznaniu Boga, ale na ogół pozostawało to w sferze mniej lub bardziej teoretycznych deklaracji, podczas gdy myśl

rosyjska rzeczywiście zatrzymuje się „na progu tajemnicy”. Prowadzi to do nastawienia mistycznego. Oczywiście na Zachodzie także istnieje mistyka, ale na ogół jest ona oddzielona od akademickiej teologii. W Prawosławiu granica między mistyką a teologią zaciera się. Nawet gdy Sołowjow deklaruje się jako zwolennik teologii katafatycznej, myśli on mistycznie, a jego idea „nauki integralnej” bardziej przypomina koncepcje wizjonerskie niż racjonalny dyskurs. Frank nie czyni nawet deklaracji w tym kierunku. Jego doktryna o *docta ignorantia* jest postawieniem kropki nad i.

3. Równocześnie zarówno Sołowjow, jak i Frank (a także inni myśliciele rosyjscy) chętnie odwołują się do filozofów zachodnich, nawet tak bardzo racjonalistycznie nastawionych jak Kartezjusz, Spinoza czy Leibniz. Najchętniej jednak czerpią z idealizmu niemieckiego, najczęściej z Hegla. Nie trzeba przy tym dodawać, że ich interpretacja filozofów zachodnich bywa bardzo swoista. Na przykład Frank twierdził, że filozofem, który dokonał prawdziwej syntezy „czystego myślenia” z religią był... Kant.

Omawiana książka stanowi istotny przyczynek do naszego zrozumienia myśli i mentalności rosyjskiej. Autorka umiejętnie przedstawia poglądy swoich bohaterów i czyni to na szerokim tle intelektualnej panoramy epoki. Poglądy te analizuje i poddaje — często surowej — krytyce.

Ważnym elementem książki jest aspekt krytyczno–oceniający. Elementy krytyki i oceny pojawiają się na wielu miejscach, ale zebrane, rozszerzone i usystematyzowane znajdują się na jej końcu. Autorka źródło wszystkich trudności koncepcji Sołowjowa i Franka relacji pomiędzy religią a nauką widzi w rozumieniu metafizyki przez tych autorów. Ich teza o obecności metafizyki w naukach, zdaniem autorki, dałaby się obronić, gdyby wprowadzić rozróżnienie pomiędzy metafizyką „w słabym sensie” i metafizyką „w mocnym sensie”. Obydwaj autorzy rozumieją metafizykę w maksymalistycznym sensie jako „metafizykę wszechjedności”, obejmującą wszystkie dziedziny wiedzy, łącznie z naukami empirycznymi i teologią. Tu właśnie pojawia się oceniający termin „konkordyzm”, chociaż autorka na określenie stanowisk swoich bohaterów używa także innych określeń, takich jak: integracja, harmonia, asymilacja.

Autorka uważa, że koncepcja Sołowjowa „ma niezaprzeczalną wartość w pewnych granicach”, ale traci swoją użyteczność, „gdy dochodzi do wskazania konkretnych rozstrzygnięć”. Chociaż koncepcja Franka pod wieloma względami różni się od koncepcji Sołowjowa (np. koncepcja Sołowjowa „nosi piętno fundacjonizmu", czego nie można powiedzieć o poglądach Franka), podobną ocenę można wypowiedzieć i pod adresem jego doktryny.

Wreszcie — za autorką rozprawy — należy postawić pytanie: jakie znaczenie mają poglądy obydwu myślicieli dla współcześnie rozpatrywanego zagadnienia relacji pomiędzy nauką a religią (teologią)? Autorka jest zdania, że wnikliwe studium myśli Sołowjowa i Franka dostarcza motywacji do przekonania, że analiza relacji pomiędzy nauką a religią jest ważnym zagadnieniem. Ale nie jest to zagadnienie wolne od pułapek. I pod tym względem program Sołowjowa i Franka stanowi znakomitą przestrogę i ilustrację „zależności proponowanych rozwiązań od wyznawanych filozoficznych preferencji". Inną pułapką jest brak równowagi pomiędzy wiarą i wiedzą. Właśnie ten brak równowagi, w przypadku obydwu autorów, prowadzi do konkordystycznych tendencji.

Od siebie dodałbym, że myśliciel Zachodu może się jednak nauczyć czegoś bardzo ważnego od Sołowjowa i Francka, a mianowicie „poczucia Tajemnicy". Wiele obfitujących w następstwa konfliktów między wiarą i wiedzą bierze się stąd, że myśliciele zachodni często „mierzą rzeczywistość" swoimi własnymi kategoriami. Jeżeli Wszechświat jest pojmowany na miarę własnych możliwości, to każda trudność zrozumienia przybiera postać fundamentalnej sprzeczności.

Książka Teresy Obolevitch jest bardzo cennym studium filozoficzno–hisoryczno–krytycznym. Może ono spełnić ważną rolę w polskim piśmiennictwie filozoficznym, przyczyniając się do lepszego zrozumienia filozofii rosyjskiej — zrozumienia tak bardzo zniekształconego marksistowską uzurpacją rosyjskiej kultury.

Michał Heller

Zagadnienia Filozoficzne
w Nauce
XXXVIII (2006)

STWÓRCA — WSZECHŚWIAT — CZŁOWIEK, Tom I
Tadeusz Sierotowicz (red.)

Jest to wybór referatów wygłoszonych podczas cyklu konferencji zorganizowanego przez *Watykańskie Obserwatorium Astronomiczne* i *Center for Theology and the Natural Sciences* w Berkely pod wspólnym tytułem: „Boże działanie w perspektywie nauki". Cykl ten odbywał się w latach 1988–2001. Tematy poszczególnych konferencji: 1. Kosmologia kwantowa i prawa natury; 2. Chaos, złożoność i samoorganizacja. 3. Ewolucja i biologia molekularna, 4. Neurologia i badania dotyczące mózgu. 5. Fizyka kwantowa i kwantowa teoria pola. Przewidziany jest drugi tom (już w druku).

OBI — Kraków, Biblos — Tarnów, 2006, s. 307 + XXVI.

PROBLEMATYCZNY KONKORDYZM
Wiara i wiedza w myśli Włodzimierza S. Sołowjowa i Siemiona L. Franka
Teresa Obolevitch

Zawsze aktualny problem *wiedza — wiara* został w tej monografii podjęty w "nietypowej" perspektywie, jaką wyznacza filozofia rosyjska, istotnie różna od „perspektywy zachodniej". Obszerniejsza recenzja w tym numerze „Zagadnień".

Seria: Rozprawy OBI, OBI — Kraków, Biblos — Tarnów, 2006, s. 360.

CZY SUKCESY NAUKI SĄ CUDEM?
Studium filozoficzno–metodologiczne argumentacji z sukcesu nauki na rzecz relaizmu naukowego
Jacek Rodzeń

„...sukcesy nauki pozostałyby czymś cudownym, gdybyśmy ich nie wyjaśnili przez odwołanie się do realizmu, tzn. do stanowiska zakładającego istnienie postulowanych przez udane teorie naukowe bytów, struktur, czy tez mechanizmów przyrody”. Głębokie studium na temat jednej z ważniejszych, toczących się obecnie, dyskusji w filozofii nauki.

Seria: Rozprawy OBI, OBI — Kraków, Biblos — Tarnów, 2006, s. 353.

KONCEPCJE ANALOGII W KOLE KRAKOWSKIM

Zbigniew Wolak

Niewielka grupa logików, filozofów i teologów, funkcjonująca w ramach filozoficzno–logicznej Szkoły Lwowsko–Warszawskiej, próbowała zbudować pomosty między filozofią klasyczna a logiką. Czy da się zbudować logiczny model analogii, pojęcia kluczowego dla filozofii? W Kole Krakowskim modele analogii zaproponowali: Jan Salamucha, Jan Franciszek Drewnowski i Józef Maria Bocheński. Autor rozprawy analizuje ocenia ich poglądy.

Seria: Rozprawy naukowe, Biblos, Tarnów 2005, s. 376.

ZNAK, Nr 609, luty 2006.
Labirynty lidzkiego umysłu

Wraz z postępem nauk przyrodniczych coraz więcej wiemy o budowie mózgu. Neurofizjolodzy obwieszczają, że znaleźli „ja” w jego lewej półkuli. Czy oznacza to, że naukowcy rozwiązali ostatnią zagadkę rzeczywistości — zagadkę ludzkiego umysłu?

Znak. Kraków 2006, s. 192.

KSIĘŻYC W NAUCE XVII WIEKU
Libracja: od astronomii do fizyki
Jarosław Włodarczyk

Historia badań, które doprowadziły do ukształtowania się współczesnego obrazu Srebrnego Globu. Autor stawia hipotezę, że badania ruchów Księżyca uzmysłowiły Newtonowi znaczenie keplerowskiego prawa pól w mechanice nieba.

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005, s. 176.

FRAGMENTY KOPERNIKAŃSKIE
Galileusz, przekład i komentarz: Tadeusz Sierotowicz

Książka zawiera polski przekład *Fragmentów kopernikańskich* Galileusza. *Fragmenty* to rodzaj intelektualnego dziennika Galileusza, będącego cennym i ineresującym świadectwem sposobu myślenia Pizańczyka, ze wszystkimi jego sprzecznościami i całym jego rozmachem.

Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005, s. 147.

ZAPOMNIANA REWOLUCJA
Grecka myśl naukowa w nauka nowoczesna
Lucio Russo, przekład: Ireneusz Kania

Autor przekonuje do dość ryzykownej hipotezy, że rewolucja naukowa, w wyniku której powstały nauki przyrodnicze dokonała się nie w XVII w. Lecz w okresie hellenistycznej. W każdym razie bardzo interesujące studium starożytnej historii nauki.

Universitas, Kraków 2005, s. 469.

PATHS OF DISCOVERY
Plenary Session, 5–8 November 2004

Tom zawiera materiały z Plenarnej Sesji Papieskiej Akademii Nauk, jaka odbyła się w Rzymie w dniach 5–8 listopada 2004 r. Celem Sesji, co odzwierciedla ten tom, było dokonanie przeglądu „dróg do naukowego odkrycia" w oparciu o osobiste doświadczenia członków Akademii i dokonanie nad nimi filozoficznej refleksji.

The Pontifical Academy of Sciences, Acta 18, Vatican City 2006, s. LXVIII + 297.

THE SCIENTIST AS PHILOSOPHER
Philosophical Consequences of Great Scientific Discoveries
Freidel Weinert

Autor docieka, jaką ewolucję przeszło nasze rozumienie nauki i świata wskutek wielkich dokonań naukowych, takich jak: sformułowanie teorii elektromagnetyzmu, termodynamiki, teorii względności, mechaniki kwantowej. Zagadnienia typowe dla filozofii nauki są przedstawiane „z wnętrza nauki" i często w ujęciu znanych uczonych.

Springer, Berlin–Heidelberg–New York, 2005, s. XII + 342.

COMMENT LES PATTES VIENNENT AU SERPENT?
Essai sur l'éronnante plasticité du vivant
Dominique Lambert, René Rezsöhazy

Fizyk (Lambert) i biolog (Rezsöhazy) dociekają istoty życia i mechanizmów ewolucji. Autorów szczególnie interesuje plastyczność, ta niezwykła cecha, obecna na wszystkich szczeblach ewolucji i złożoności. Okazuje się, że nowoczesne metody matematyczne coraz bardziej przenikają i tę dziedzinę nauki. Pasjonująca lektura...

Flammarion, 2004, s.412.