

PRZYRODOZNAWSTWO


pod redakcją
Andrzeja Zykubka
i Zbigniewa Wróblewskiego

SKRYPT DLA UCZESTNIKÓW
STUDIÓW PODYPLOMOWYCH
W ZAKRESIE PRZYRODOZNAWSTWA

Lublin 2012

Recenzent
dr hab. Marian Wnuk, prof. KUL

Korekta, skład, adiustacja
i opracowanie graficzne:

Oficyna Wydawnicza *edytor.org* 
Lidia Ciecierska



Wydawnictwo KUL
ul. Zbożowa 61, 20-827 Lublin
tel. 81 740 93 40, fax 81 740 93 50

© Copyright by Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, 2012

ISBN 978-83-7702-463-8

Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚĆ

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt „Wykwalifikowana kadra szansą na lepsze jutro – studia podyplomowe
i kursy dokształcające” współfinansowany ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Spis treści

I. METODOLOGIA NAUK PRZYRODNICZYCH

Dariusz Dąbek

1. *Temporalność nauki* / 9

Zenon Roskal

2. *Obserwacja, eksperyment, metoda naukowa* / 40

Zenon Roskal

3. *Praktyka naukowa – historia i współczesność* / 55

II. NAUKA O POCZĄTKU

Monika Hereć

4. *Symetrie, cykle i rytmy w przyrodzie* / 70

Jacek Golbiak

5. *Modele struktury Wszechświata* / 85

Andrzej Zykubek

6. *Geneza biosystemów* / 98

Zuzanna Kieron

7. *Antropogeneza* / 105

III. KONSEKWENCJE ROZWOJU NAUKI

Zbigniew Wróblewski

08. *Nauka i filozofia* / 121

Józef Zon

09. *Nauka i pseudonauka* / 132

Rafał Lizut

10. *Nauka i technika* / 151

Zbigniew Wróblewski

11. *Nauka i kultura* / 160

Marek Słomka

12. *Nauka i religia* / 171

Rafał Lizut

13. *Nauka i etyka* / 180

Justyna Herda

14. *Nauka i estetyka* / 188

Zbigniew Wróblewski

15. *Popularyzacja nauki* / 200

WSTĘP

Być może – przed milionami lat – jednym z pierwszych uniesień intelektualnych naszych przodków był zachwyt nad pięknie rozgwieżdżonym nieboskłonem, a jednym z pierwszych pytań, które zadawali sobie już samoświadomi przedstawiciele hominidów było pytanie o Początek: *Skąd się wziąłem?* Okazuje się, że podobne pytanie, **pytanie o Początek**, bardzo proste i wydawać by się mogło oczywiste, również i dzisiaj nie traci na swej aktualności.

Wiemy na czym polega krzywizna czasoprzestrzeni i jaki jest najbardziej prawdopodobny wiek Wszechświata, ale wciąż nurtuje nas pytanie: Dlaczego spośród nieskończonej liczby możliwych scenariuszy rozwoju Wszechświata zrealizował się tylko ten jeden – ten, który umożliwił m.in. rozwój naszego gatunku?

W miarę dobrze poznaliśmy zasady ewolucji biologicznej i wiemy jakie są prawidła filogenezy, ale wciąż pytam: Czy możliwe jest istnienie innych form życia niż te, które pospolicie występują na Ziemi?

Wiemy jak funkcjonuje synapsa i jakie długości fal elektromagnetycznych ma promieniowanie w tęczy, ale nie wiemy jeszcze jak „widzi” nasz mózg i jaka jest relacja między myślą, językiem i świadomością.

Trudne problemy? No to może spróbujmy jednoznacznie wskazać, czym różnimy się od innych przedstawicieli świata zwierząt? Genetyka? Metabolizm? Przewodnictwo nerwowe? Nie. A może zmysł moralny, zdolność do myślenia abstrakcyjnego i eksperymentowania? Jeśli tak, to oczywiście rodzi się pytanie: Jaka jest geneza naszej moralności? Na czym polega rozwój nauki, dobra praktyka naukowa i relacja między obserwacją a eksperymentem?

Mimo upływu lat, znakomitego rozwoju cywilizacji i świetnej kondycji nauki nowożytnej pytamy o konsekwencje jej rozwoju. Jaka jest relacja nauki do filozofii i pseudonauki, techniki i kultury, religii i etyki oraz estetyki?

Próba odpowiedzi na wspomniane wyżej intelektualne wyzwania współczesności i, jak się wydaje, interesującą propozycją kształcenia systemowego i interdyscyplinarnego, może być nowy i unikatowy w skali Polski dwustopniowy kierunek studiów realizowany w Instytucie Filozofii Przyrody i Nauk Przyrodniczych Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego im. Jana Pawła II, pod nazwą przyrodoznawstwo i filozofia przyrody oraz towarzyszące mu kwalifikacyjne studia podyplomowe (zob. www.przyrodoznawstwo.pl).

Mamy nadzieję, że propozycja naszego opracowania daje choć wstępną orientację w problematyce przedmiotowej i metaprzekmiotowej współczesnego przyrodoznawstwa oraz jego filozoficznych implikacjach.

Andrzej Zykubek

Studia podyplomowe i kursy doształcające w zakresie przyrodoznawstwa (wraz z tą publikacją) są współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego z Projektu „Wykwalifikowana kadra szansą na lepsze jutro – studia podyplomowe i kursy doształcające”.

Kierownik projektu
dr Marzena Kruk

I. METODOLOGIA NAUK PRZYRODNICZYCH

TEMPORALNOŚĆ NAUKI

1. KOMPLEKSOWOŚĆ METODOLOGII I POTRZEBA JEJ UPRAWIANIA

Metodologia nauk jest jedną z nauk o nauce (metanauką), którą w szerokim rozumieniu konstytuują cztery elementy:

1. teoria języka – logiczna analiza znaków językowych wykorzystywanych w poznaniu i przekazywaniu informacji, pod kątem ich poprawności i sprawności używania;
2. teoria rozumowań – analiza źródeł i natury rozumowań, charakterystyka ich typów (zwłaszcza dowodzenia, wyjaśniania i rozstrzygania) i najczęściej popełnianych błędów;
3. teoria metod naukowych – wąsko rozumiana metodologia nauki, prezentująca ogólną charakterystykę metody naukowej, jak i szczegółowy opis różnych metod typowych dla poszczególnych grup nauk, np. dedukcyjnej, statystycznej, indukcyjnej czy historycznej;
4. teoria nauki – analiza historycznych koncepcji uprawiania nauki (np. początków nauki nowożytnej, tradycji pozytywistycznej czy koncepcji Poppera) lub samego jej pojęcia (np. czym jest, jak ją definiować i dzielić, jaki jest jej przedmiot i stosowane metody).

Przedmiotem ogólnej metodologii nauk są wspólne dla wszystkich nauk sposoby postępowania badawczego. **Metodologia nauk przyrodniczych** (empirycznych) zajmuje się natomiast refleksją nad procedurami badawczymi i osiąganymi rezultatami właśnie w tych naukach. Obok niej funkcjonują również metodologie poszczególnych dyscyplin, np. fizyki, biologii, chemii itp.

Odpowiedź na pytanie, czy metodologia jest potrzebna?, łączy się z zagadnieniem możliwości mechanicznego (w oparciu o ustalone algorytmy) uprawiania nauki. Z jednej strony znaczącą rolę odgrywa inwencja twórcza, z drugiej zaś w praktyce badawczej stosowane są pewne stałe reguły. Metoda stanowi więc w nauce narzędzie niezbędne, choć odkrycia dokonują się w dużym stopniu spontanicznie. Biorąc to pod uwagę, można wskazać kilka racji uzasadniających **potrzebę uprawiania metodologii**:

- dynamiczny rozwój nauki wymaga opracowania strategii gwarantujących postęp;
- znajomość semiotyki logicznej ułatwia rozumienie i precyzyjne używanie języka nauki;
- różnorodność stosowanych rozumowań wymaga wskazania warunków ich poprawności;
- skomplikowanie procedur badawczych wymaga metodologicznych analiz;
- powstawanie nauk interdyscyplinarnych rodzi potrzebę refleksji dotyczącej relacji pomiędzy wchodzącymi w ich skład dyscyplinami i określenia ich poznawczej wartości;
- nowe odkrycia i dokonujące się pod ich wpływem zmiany domagają się filozoficznego namysłu w celu zrozumienia tego, co dzieje się we współczesnej nauce.

2. FILOZOFIA NAUKI LOGICZNEGO EMPIRYZMU

2.1. Geneza, główne zagadnienia i rozwój

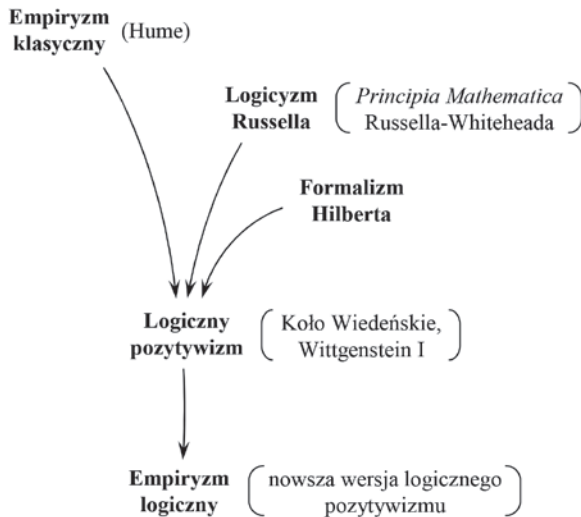
Punktem wyjścia filozofii nauki logicznego empiryzmu był klasyczny empiryzm D. Hume'a, a zwłaszcza jego poglądy dotyczące wrażeń (impresji), idei (prostych i złożonych) oraz języka. Wrażenia są bezpośrednimi obiektami świadomości powstającymi w procesie postrzegania i introspekcji. Pozostałością po nich są idee proste, analizowane następnie przez umysł i łączone w idee złożone. Nie tworzą one jednak jeszcze wiedzy, gdyż ta zawarta jest dopiero w zdaniach (sądach). Stąd dwa główne zagadnienia epistemologiczne logicznego empiryzmu:

- a. problem znaczenia (sensowności zdań),
- b. problem prawdy (prawdziwości zdań sensownych).

W filozofii Hume'a źródłem znaczenia i prawdy są **wrażenia**. Zdania są sensowne tylko wtedy, gdy wszystkie występujące w nich terminy dotyczą związków między ideami bądź faktów. Wartość logiczna (prawda lub fałsz) takich zdań jest wówczas określona na podstawie apriorycznej wiedzy o relacjach między ideami bądź zgodności z wynikami doświadczeń. Ponieważ wrażenia w tej koncepcji są ontologicznie niezależnymi składnikami rzeczywistości, pojawia się problem natury wiedzy o świecie i akceptacji zdań uniwersalnych. Nie ma bowiem zasadnej racji uznania, że zbiory tych samych wrażeń (wyników doświadczeń) pojawią się w przyszłości. Formułowane w nauce prognozy nie mają zatem żadnych racjonalnych podstaw.

Próba rozwiązania tych trudności było zastosowanie w refleksji nad nauką nowej **logiki formalnej** zawartej w *Principia Mathematica* B. Russella i A. Whiteheada. Jedną z podstawowych cech tej logiki jest jej ekstensjonalność – własność polegająca na tym, że wartość logiczna zdań molekularnych nie zależy od treści (znaczenia) zdań elementarnych. Jeśli dwa zdania mają tę samą wartość logiczną, to ich koniunkcja będzie zawsze prawdziwa, bez względu na to, do jakich obiektów się odnoszą. Problem jest jeszcze poważniejszy w przypadku implikacji, gdyż na niej oparte są zasady dowodzenia, a znaczna część formułowanych w nauce zdań uniwersalnych (np. prawa, hipotezy) ma postać implikacyjną (x) ($Px \rightarrow Qx$). Np. zdanie „wszystkie elektrony mają ładunek ujemny” jest zapisywane w postaci: „jeśli jakiś obiekt x jest elektronem (Px), to obiekt ten posiada ładunek ujemny (Qx)”.

Na poglądy przedstawicieli empiryzmu pewien wpływ wywarł również **formalizm D. Hilberta**, zgodnie z którym czysta matematyka jest jedynie grą na symbolach, a jej tezy nie są ani prawdziwe ani fałszywe. Dopiero interpretacja tych symboli daje możliwość empirycznego uzasadnienia stosowania matematyki w badaniach naukowych. Połączenie filozofii empiryzmu z logiką symboliczną i ideami formalizmu doprowadziło do powstania filozofii nauki (logicznej rekonstrukcji wyników nauki), zwanej logicznym pozytywizmem, a w późniejszej wersji empiryzmem logicznym.



Według przedstawicieli logicznego pozytywizmu (Koło Wiedeńskie, L. Wittgenstein) istnieją tylko dwie dopuszczalne formy prowadzenia wiedzotwórczych badań:

- a. badania empiryczne stanowiące fundament uprawiania nauki (*science*),
- b. logiczne badania nauki stanowiące zadanie filozofii (filozofia nauki).

Jednym z podstawowych elementów filozofii nauki logicznego pozytywizmu jest **we-ryfikacyjna teoria znaczenia** – wartość logiczna każdego sensownego zdania może być ustalona definitywnie na podstawie logiki bądź obserwacji. Według Ludwiga Wittgen-

steina podstawowym elementem doświadczenia są fakty, a nie (jak u Hume'a) wrażenia. Analizować należy zatem sytuacje, a nie własności, jakości i cechy. Podstawową jednostką znaczenia jest więc zdanie atomowe opisujące jednostkowy fakt, a nie termin odnoszący się do idei.

Wittgenstein wyróżnił cztery **typy zdań**, podając sposoby określania ich wartości logicznej:

- ✓ czysto formalne (tautologie i kontrtautologie) – wszystkie takie zdania są sensowne, a ich wartość logiczna zależy wyłącznie od formy,
- ✓ atomowe (opisujące pojedyncze fakty) – wszystkie są sensowne, a ich wartość logiczna jest ustalana na podstawie obserwacji,
- ✓ molekularne (złożone ze zdań atomowych) – ich wartość logiczna jest określana wyłącznie na podstawie wartości zdań składowych,
- ✓ pseudozdania (wyrażenia nie mieszczące się w żadnej z trzech wcześniejszych kategorii) – ciągi znaków nieweryfikowalne empirycznie, a więc pozbawione wartości poznawczej.

Z powyższego wynika, że o każdym sensownym zdaniu można na podstawie logiki lub obserwacji jednoznacznie rozstrzygnąć, czy jest ono prawdziwe czy fałszywe. Jeśli nie da się tego zrobić, takie wyrażenie jest bezsensownym pseudozdaniem.

W empiryzmie logicznym nastąpiło osłabienie tej tezy, gdy uświadomiono sobie, że praw naukowych (zdań ogólnych) nie da się ostatecznie zweryfikować za pomocą skończonego zbioru zdań obserwacyjnych (zdań jednostkowych). Na te trudności zwrócił uwagę R. Carnap (*Testability and Meaning*, 1936). Zaproponował w związku z tym, by pojęcie weryfikacji zastąpić pojęciem **stopnia konfirmacji** (potwierdzenia) – rezultaty testowania nie muszą być konkluzywne, ale powinny stanowić jedyną podstawę określania wartości logicznej tez naukowych.

Podstawowymi problemami filozofii nauki logicznego empiryzmu stały się dwa zagadnienia:

- a. relacja między prawami nauki a zdaniami obserwacyjnymi, które je konfirmują lub dyskonnfirmują (problem konfirmacji),
- b. sposób określania znaczenia terminów naukowych, zwłaszcza takich, które nie odnoszą się do obiektów obserwowalnych (problem terminów teoretycznych).

2.2. Konfirmacja

Szczegółową analizę problemu potwierdzania praw i hipotez naukowych (zdań ogólnych, uniwersalnych) za pomocą empirycznych zdań jednostkowych przeprowadził C.G. Hempel. Przyjął kryterium, zgodnie z którym prawa zapisane w postaci:

$$(x) (Px \rightarrow Qx) \quad \text{[dla każdego } x: \text{ jeżeli } x \text{ jest } P, \text{ to } x \text{ jest } Q],$$

są konfirmowane przez zdanie obserwacyjne: $Pa \wedge Qa$ [a jest P i a jest Q],

a dyskonnfirmowane przez zdanie: $Pa \wedge \sim Qa$ [a jest P i a jest $\sim Q$].

Zgodnie z regułami logiki zawartej w *Principiach* (prawo konwersji), zdaniem równoważnym do wyjściowego jest zdanie:

$$(x) (\sim Qx \rightarrow \sim Px) \quad \text{[dla każdego } x: \text{ jeżeli } x \text{ jest } \sim Q, \text{ to } x \text{ jest } \sim P].$$

Jednakże dla takiego zdania, zgodnie z przyjętym kryterium, instancją potwierdzającą są tylko zdania obserwacyjne postaci:

$$\sim Qa \wedge \sim Pa \text{ [} a \text{ jest } \sim Q \text{ i } a \text{ jest } \sim P \text{].}$$

Zatem przyjęcie takiego kryterium uzależnia wynik konfirmacji nie tylko od treści sprawdzanej hipotezy, ale również od formy jej zapisu.

Aby tę trudność rozwiązać, Hempel przyjął tzw. **warunek równoważności**: „Cokolwiek potwierdza (dyspotwierdza) jedno z dwóch równoważnych zdań, potwierdza (dyspotwierdza) także drugie z nich”. Rozwiązanie to generuje jednak nowy problem zwany paradoksem konfirmacji, gdyż zgodnie z nim należy przyjąć, że zdanie obserwacyjne:

$$\sim Qa \wedge \sim Pa$$

potwierdza hipotezę wyjściową:

$$(x) (Px \rightarrow Qx).$$

Oznacza to np., że tezę ogólną „wszystkie kruki są czarne” potwierdza znaleziony w lesie brązowy podgrzybek.

Broniąc swojej koncepcji, Hempel twierdził, że paradoks jest pozorny i stanowi jedynie psychologiczną iluzję. Odkrycie bowiem jakiegokolwiek obiektu, który nie jest nieczarnym krukem faktycznie potwierdza tezę „wszystkie kruki są czarne”. Dodatkowo, w procesie konfirmacji $c(h/e)$ hipotezy h pod wpływem świadectwa e nie uwzględniamy tzw. **metodologicznej fikcji**, według której świadectwo e stanowi całą wiedzę, jaką w tym procesie dysponujemy. W rzeczywistości bowiem angażujemy wiedzę znacznie przekraczającą zawartość (*content*) empirycznego świadectwa i stąd pozory paradoksu.

W dyskusji nad zagadnieniem konfirmacji wskazuje się na kwestię zastosowanych do jej analiz narzędzi. Pojawiające się w filozofii nauki problemy zależą w dużym stopniu od przyjętej logiki. W przypadku zastąpienia logiki *Principiów* inną logiką, np. Arystotelesa, takie paradoksy nie wystąpią. Wykorzystanie jednak logiki formalnej zawartej w *Principiach* jako adekwatnego narzędzia rekonstrukcji i analiz naukowych rozumowań było jednym z głównych fundamentów programu logicznego empiryzmu. Ekstensjonalność tej logiki (nieuwzględnianie treści zdań, a jedynie ich formy i relacji syntaktycznych) stanowi zasadniczą przyczynę pojawiających się trudności.

Krytykę czysto syntaktycznej definicji konfirmacji podjął m.in. N. Goodman. Sformułował tzw. **nową zagadkę indukcji**, analizując wysoce potwierdzoną empirycznie tezę ogólną: „Wszystkie szmaragdy są zielone”. Jeśli predykat „zielony” zastąpimy predykatem „ziebieski” (przedmiot jest ziebieski, gdy do chwili t jest zielony, a potem jest niebieski), to nie mamy możliwości rozstrzygnięcia, czy wszystkie przeprowadzone przed chwilą t obserwacje potwierdzają zdanie „wszystkie szmaragdy są zielone” czy też zdanie „wszystkie szmaragdy są ziebieskie”. Szerzej, problem ten dotyczy zasadności naukowej projekcji na podstawie przeprowadzonych dotychczas obserwacji.

Goodman, nawiązując do fikcji metodologicznej Hempla, zwraca uwagę, że w praktyce naukowej wykorzystywana jest (w sposób zasadny) dodatkowa informacja w postaci wyników dotychczas przeprowadzonych projekcji. Pokazują one, że predykat zielony, w przeciwieństwie do predykatu ziebieski, posiada długą historię projekcji efektywnych. W ten sposób Goodman nie tylko wskazuje rozwiązanie zagadki indukcji, ale proponuje nowy program badawczy, który w refleksji nad nauką będzie uwzględniał jej historię.

2.3. Terminy teoretyczne

Zgodnie z empirystyczną teorią znaczenia, termin, którego nie można zdefiniować przez odniesienie do danych zmysłowych, jest bezsensowny. Rodzi to dla filozofii nauki logicznego empiryzmu poważny problem zasadności używania w nauce terminów teoretycznych. Próbę rozwiązania tego problemu podjął B. Russell, proponując program **eliminowania obiektów teoretycznych** i zastępowania ich konstruktami logicznymi (funkcjami), tworzonymi ze zdań obserwacyjnych (np. linii spektralnych, śladów w komorze Wilsona czy wskazań amperomierza) i reguł logiki symbolicznej. Propozycja ta prowadzi jednak do zanegowania systematyzacyjnej funkcji nauki (prognozy i retrognozy), gdyż takie konstrukty są ograniczone do wąskich klas związanych z rodzajem przeprowadzanych obserwacji.

Inną próbą rozwiązania problemu terminów teoretycznych w nauce była propozycja związana z **operacjonizmem**, zgodnie z którą pojęcie teoretyczne może być zastąpione zbiorem określonych operacji pomiarowych. Generuje to jednak wielość pojęć odnoszących się do tych samych obiektów teoretycznych i nie jest zgodne z nauką praktyką badawczą.

Kolejną propozycją były tzw. **zdania redukcyjne** R. Carnapa, który poddał analizie terminy dyspozycyjne. Rozpatrzył termin „rozpuszczalny w wodzie”, definiując go następująco:

$$S(x) \equiv (t) \quad Wxt \rightarrow Dxt$$

soluble time water dissolve

„ x jest rozpuszczalne w wodzie” wtedy i tylko wtedy, gdy „jeśli w dowolnej chwili t , x zanurzymy w wodzie, to x się rozpuści”. Carnap zwrócił uwagę, że w przypadku fałszywego poprzednika w implikacji (x nie został zanurzony w wodzie), cała prawa strona równoważności będzie prawdziwa. Problem ten zachodzi dla wszystkich definicji terminów dyspozycyjnych, gdyż te ze swej natury domagają się postaci warunkowej. Jako rozwiązanie, Carnap zaproponował uwzględnienie (oprócz cech obserwowalnych) również warunków testowych zapisanych w postaci pary zdań redukcyjnych:

$$P \rightarrow (Q \rightarrow S)$$

$$R \rightarrow (T \rightarrow \sim S)$$

gdzie P, R oznaczają warunki testowe (zanurzamy przedmiot w wodzie lub nie), a Q, T – cechy obserwowalne (możliwe rezultaty eksperymentu). Propozycja ta tylko częściowo rozwiązuje problem. Terminy te są w pewnym sensie zredukowane do zdań obserwacyjnych, lecz para zdań redukcyjnych nie może stanowić ogólnie ważnej definicji, gdyż jest ograniczona do konkretnych warunków testowych.

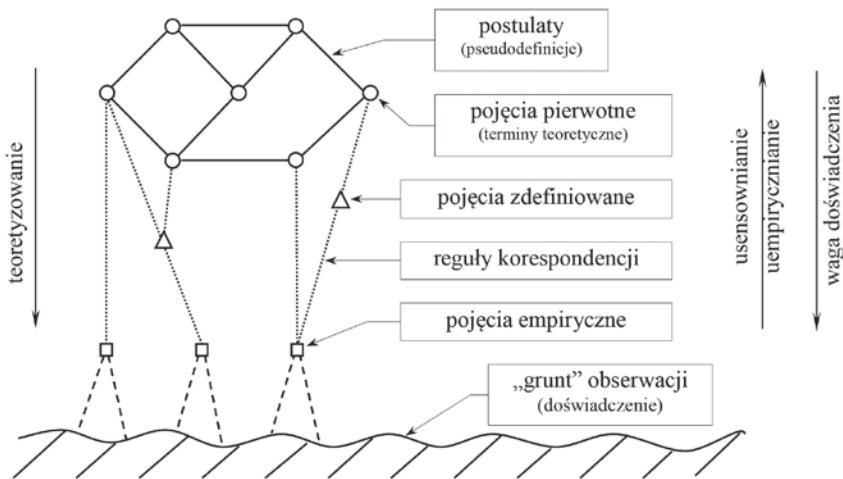
Jeszcze inna propozycja rozwiązania problemu terminów teoretycznych w logicznym empiryzmie odwoływała się do **twierdzenia W. Craiga**. Oferuje ono sposób eliminowania wybranej grupy terminów z systemu sformalizowanego, bez zmiany jego formalnej zawartości. Zastosowanie tego twierdzenia do nauki jako zbioru systemów dedukcyjnych, w których terminami istotnymi są jedynie terminy obserwacyjne, pole-

gałoby na określeniu wszystkich związków między cechami obserwacyjnymi, bez korzystania z terminów teoretycznych i okazaniu w ten sposób, że są one zbędne. Trudność zastosowania tej metody polega na konieczności określenia kryteriów odróżniania terminów istotnych od pomocniczych oraz na ograniczeniu jej stosowalności wyłącznie do dedukcyjnych systemów zupełnych. Propozycja ta posiada też wyraźne wady: nie ujmuje maksymalnej informacji w minimalnym zbiorze aksjomatów, tworzy nieadekwatny obraz nauki jako zbioru niezmiennych systemów dedukcyjnych i nie pokazuje faktycznej zbędności terminów teoretycznych.

Wszystkie powyższe próby wyeliminowania terminów teoretycznych z nauki zakończyły się niepowodzeniem. Zastąpiono je programem empirycznego usensowniania przez wprowadzenie tzw. **reguł korespondencji** wiążących terminy teoretyczne z obserwacyjnymi. Autorem tego pomysłu był N. Campbell, a jego kontynuatorami E. Nagel, H. Reichenbach i C.G. Hempel. W teorii traktowanej jako zaksjomatyzowany system formalny wyróżniono dwie części:

- ✓ hipoteza (część teoretyczna teorii) – zdania teoretyczne sformułowane przy pomocy słownika,
- ✓ słownik (reguły korespondencji) – reguły wiązania terminów teoretycznych z terminami obserwacyjnymi.

Terminy teoretyczne zyskują swoje znaczenie (empiryczne) w systemie jako całości, łącznie z innymi terminami, które występują w regułach korespondencji, a nie indywidualnie (dzięki występowaniu w układzie aksjomatów). To ujęcie schematycznie przedstawił H. Feigl (1970):



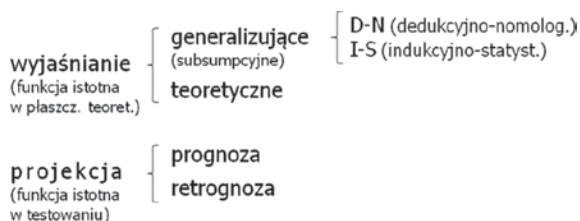
Zgodnie z zasadami logicznego empiryzmu, reguły korespondencji powinny być albo zdaniami analitycznymi, albo regułami używania terminów, czyli metajęzykowymi zasadami określającymi prawdziwość zdań na podstawie konwencji metodologicznej. Nie są jednak zdaniami analitycznymi, gdyż zależą od danych empirycznych. Nie są też

regułami metodologicznymi, gdyż zmieniają się pod wpływem badań naukowych. Charakter tych reguł nie mieści się więc w schemacie założeń logicznego empiryzmu.

Przeprowadzone analizy pokazują wyraźną liberalizację pierwotnego programu empirycznego, który w konfrontacji z pojawiającymi się trudnościami był systematycznie modyfikowany. Zdaniem jego zwolenników, świadczy to jednak o pozytywnych cechach filozofii empiryzmu, takich jak plastyczność i otwartość.

2.4. Wyjaśnianie

Prawa i teorie w naukach przyrodniczych pełnią rolę systematyzacyjną. Obejmuje ona dwie funkcje: wyjaśnianie i projekcję. W naukach przyrodniczych szczególnie ważne są dwa typy wyjaśniania (tłumaczenia): **generalizujące** (gdy jednostkowe zdanie podporządkowujemy ogólnemu prawu empirycznemu) i **teoretyczne** (gdy zdanie ogólne tłumaczymy bardziej ogólnym prawem lub zbiorem praw). Ze względu na rodzaj wnioskowania i typ praw, najczęściej stosowanymi w naukach przyrodniczych odmianami wyjaśniania generalizującego są dwa modele: D-N (dedukcyjno-nomologiczny) i I-S (indukcyjno-statystyczny).



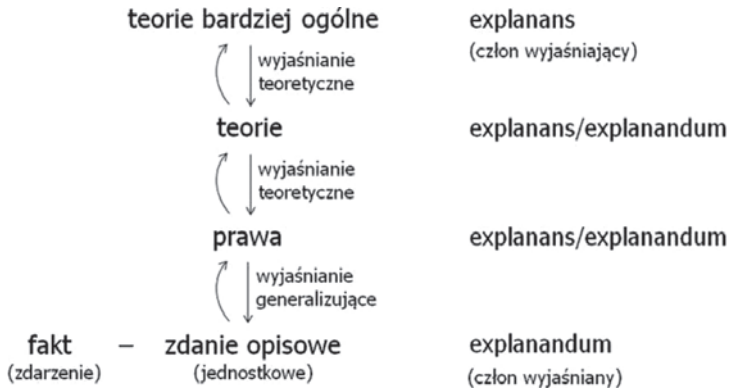
W podejściu do wyjaśniającej funkcji nauki dostrzec można wyraźną ewolucję:

- a. brak rozważań dotyczących tej kwestii (pozytywizm Comte'a),
- b. sprzeciw wobec prób wprowadzania do nauki pojęcia przyczyny jako elementu metafizyki (drugi pozytywizm: E. Mach, R. Avenarius),
- c. zmiana z: „czy nauka wyjaśnia?” na: „jak nauka wyjaśnia?” (trzeci pozytywizm: Koło Wiedeńskie),
- d. początki idei wyjaśniania dedukcyjnego (Popper).

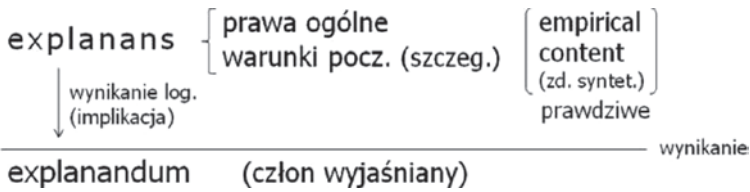
Tłumaczenie (wyjaśnianie) jest dwuetapowym rozumowaniem zmierzającym do znalezienia racji dla przyjętego już zdania (*explanandum*). W pierwszym kroku, na drodze wnioskowania redukcyjnego dobieramy dla tego zdania rację inferencyjną (*explanans*). Mogą się w niej zarówno znaleźć prawa i teorie, jak i hipotezy. W drugim kroku stosujemy wnioskowanie dedukcyjne, wyprowadzając z tej racji wyjaśniane zdanie.

W wyjaśnianiu naukowym (głównie dedukcyjnym) można wyróżnić trzy poziomy tłumaczenia:

- zdarzeń przez prawa,
- praw przez teorie,
- teorii przez bardziej ogólne teorie.

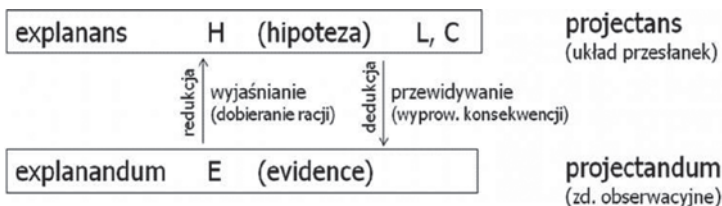


W przypadku wyjaśniania dedukcyjnego sformułowane zostały (Hempel) cztery warunki (trzy logiczne i jeden empiryczny) jego adekwatności: 1) wnioskowanie musi być logicznym wynikaniem (posiadać walor niezawodności), 2) w członie wyjaśniającym (*explanans*) powinny się znaleźć prawa ogólne i warunki szczegółowe, 3) *explanans* powinien posiadać zawartość empiryczną (najlepiej w postaci zdań syntetycznych), 4) *explanans* musi być prawdziwy, a nie tylko dobrze potwierdzony.



Głównym problemem tego typu wyjaśniania jest możliwość tłumaczenia dowolnego zdania przez dowolne prawo. Przyczyną takiej trudności są założenia logicznego empiryzmu w postaci stosowanych narzędzi logiki formalnej, zwłaszcza implikacji materialnej – jej poprzednik (*explanans*) nie musi być ani prawdziwy, ani też nie musi mieć żadnego związku treściowego z następnikiem (*explanandum*).

W celu rozwiązania tego problemu zaproponowano (Hempel, Oppenheim) dodatkowy warunek adekwatności tłumaczenia, związany z przewidywaniem: E (*evidence* – przedmiot wyjaśniania) jest tylko wówczas wyjaśniane przez przesłanki (prawa, hipotezy i warunki szczegółowe), gdy na ich podstawie można to E przewidzieć. Strukturalnie przewidywanie nie różni się niczym od wyjaśniania.



Pojawił się jednak nowy problem związany z koniecznością podania dodatkowego kryterium odróżniania dedukcyjnych wnioskowań wyjaśniających od takich wnioskowań dedukcyjnych, które wyjaśnianiem nie są. Ustosunkowując się do tej kwestii, Hempel zrezygnował z tezy o logicznej nieodróżnialności wyjaśniania i przewidywania na rzecz poglądu, że wszystkie rozumowania wyjaśniające są predyktywne, ale nie odwrotnie. Tłumaczenia stanowią zatem podzbiór przewidywań. W dyskusji zwrócono jednak uwagę na wątpliwą zasadność przyjęcia również takiej tezy, wskazując (M. Scriven) na kontrprzykład: w teorii ewolucji tłumaczymy zdarzenia, których nie potrafimy przewidywać.

Wyjaśnianie indukcyjno-statystyczne różni się od dedukcyjnego jedynie typem angażowanych praw i rodzajem wnioskowania. Prawa tu występujące mają charakter statystyczny a nie deterministyczny, a relacja między członem wyjaśniającym a wyjaśnianym jest jedynie uprawdopodobnieniem, a nie wynikiem implikacyjnym gwarantującym niezawodność.

$L_1 \dots L_n$	laws (prawa)	} explanans (człon wyjaśniający)	
$C_1 \dots C_n$	conditions (warunki)		
E			uprawdopodobnienie
explanandum		(człon wyjaśniany)	

Głównym problemem tego typu tłumaczenia jest jego niejednoznaczność, która może przejawiać się w tym, że dwa poprawnie przeprowadzone wnioskowania prowadzą do różnych (niekonsystentnych) wniosków. Taki przypadek nie zachodzi w wyjaśnianiu D-N. Ta niejednoznaczność stanowi o odrębności tych dwóch typów wyjaśniania. Źródłem tej niekonsystentności może być próba formalnego upodobnienia statystycznego wnioskowania niededukcyjnego do uważanego za wzorzec wnioskowania dedukcyjnego. Wieloznaczność tłumaczenia I-S uważana jest za problem do rozwiązania.

Problematyka wyjaśniania postrzegana jest szerzej, gdy oprócz analiz czysto logicznych zostają uwzględnione zmiany dokonujące się w nauce. Aktualizuje się wówczas zagadnienie relacji między wyjaśnianiem a prawdziwością. Przyjmowany przez logiczny empiryzm kumulatywny model rozwoju nauki prowadzi do problemów związanych z zastępowaniem jednych praw i teorii przez inne, np.:

1. przejście od prawa Galileusza do teorii Newtona – w pierwszym przypadku przyspieszenie ciała swobodnie spadającego na Ziemię jest wielkością stałą ($g = \text{const}$), w drugim zaś zmienia się wraz z odległości od środka Ziemi ($g \propto 1/r^2$); prawie dokładną zgodność obydwu praw zapewnia w praktyce badawczej zaniedbywalnie mały stosunek $\Delta r/r$ (drogi przebytej przez spadające ciało do odległości od środka Ziemi), jednak ich ścisła (logiczna) zgodność nastąpi wówczas, gdy $\Delta r = 0$, a więc gdy „spadające” ciało nie porusza się;
2. związek praw Keplera z teorią Newtona – w pierwszym przypadku uwzględniana jest tylko jedna planeta krążąca wokół Słońca z pominięciem innych, w drugim zaś brane są pod uwagę oddziaływania pochodzące od wszystkich planet; pomijanie obecności innych planet przy próbie uzgodnienia obydwu te-

orii jest ignorowaniem uniwersalności newtonowskiej zasady powszechnej grawitacji, choć w praktyce badawczej różnica między nimi jest traktowana jako zanedbywalnie mała.

W dyskusji tego zagadnienia (Hempel, Nagel) stwierdza się, że choć prawo Galileusza jest ściśle rzecz biorąc sprzeczne z mechaniką Newtona, to jednak dla swobodnego spadania ciał na krótkich odcinkach w pobliżu Ziemi, prawo Galileusza obowiązuje z bardzo dobrym przybliżeniem. Mówimy wówczas, że teoria Newtona wyjaśnia prawo Galileusza **aprosymatywnie**. Hempel odróżnia w związku z tym dwa rodzaje wyjaśniania:

- prawdziwe (oparte na przesłankach traktowanych jako finalnie prawdziwe),
- mniej lub bardziej potwierdzone (oparte na zdaniach posiadających wysoki stopień confirmacji, która zastępuje w tym przypadku weryfikację).

Według Nagla, zadowalające tłumaczenie musi być oparte na przesłankach prawdziwych, choć prawdziwość ta nie musi być znana. Zwraca uwagę, że w nauce funkcjonują tłumaczenia, których przesłanki są (notorycznie) prawdziwe i znane jako prawdziwe, choć trudno podać kryteria przynależności do zbioru zdań notorycznie prawdziwych.

Tego typu analizy uświadomiły możliwość obalenia twierdzeń nauki. Nie potraktowano jej jednak jako doniosłej, gdyż uważano (Feigl), że celem nauki jest zwiększanie pewności wiedzy (przejaw certyzmu) i podkreślano, że faktyczne badania rzadko prowadzą do obalenia jej wyników. W tego typu dyskusjach pojawiły się już analizy uwzględniające historię nauki. Zwrócono w nich uwagę, że kumulatywny model rozwoju nauki nie jest tak adekwatny, jak do tej pory sądzono. Wskazano na kilka argumentów za stanowiskiem przeciwnym:

- ✓ niektóre teorie uznane za prawdziwe zostały po pewnym czasie odrzucone,
- ✓ stosowano teorie, co do których panowało przekonanie, że są fałszywe,
- ✓ wracano do teorii, które wcześniej zostały uznane za definitywnie odrzucone,
- ✓ kwestionowano dane niezgodne z uznanymi teoriami.

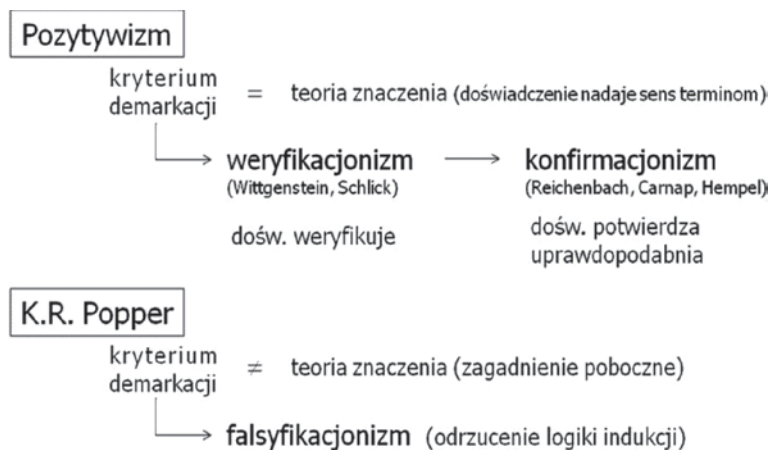
3. FALSYFIKACJONIZM K.R. POPPERA

3.1. Falsyfikacja i koroboracja

Propozycja K.R. Poppera traktowana jest jako stanowisko pośrednie między pozytywizmem a nową filozofią nauki. Zrywa on z programem badawczym logicznego empiryzmu głosząc, że w filozofii nauki nie ma miejsca na teorię confirmacji, gdyż teorii naukowych nie da się potwierdzić indukcyjnie. Mogą być one sprawdzane jedynie przez wyprowadzanie z nich testowalnych konsekwencji i porównywanie z wynikami doświadczeń. W przypadku niezgodności (falsyfikacja) należy je odrzucać. Drugą cechą istotną stanowiska Poppera było dynamiczne (temporalne) ujmowanie nauki.

Głównym zagadnieniem popperowskiej filozofii nauki jest problem **demarkacji** nauki od pseudonauki i metafizyki. W przeciwieństwie do pozytywizmu, Popper nie wiązał

jednak kryterium demarkacji z teorią znaczenia, ani też nie traktował metafizyki jako bezsensownej dziedziny rozważań. Negował natomiast wartość indukcji, a tym samym odrzucał możliwość zasadnego weryfikowania, jak również konfirmowania tez naukowych.



Popper uzasadniał, że wnioskowania indukcyjne nie są logiczne (niezawodne), gdyż wniosek nie może mieć większej zawartości informacyjnej niż przesłanki i zdania ogólnego (prawa) nie można uzasadnić skończonym zbiorem zdań jednostkowych (indukcja niepełna nie jest niezawodna). Poza tym zasada indukcji nie jest ani zdaniem analitycznym, ani syntetycznym *a priori*, zatem sama wymaga uzasadnienia empirycznego, co prowadzi do błędnego koła.

Zasadnym sposobem sprawdzania tez naukowych jest więc **logika dedukcji**, a zwłaszcza prawo *modus tollendo tollens*

$$[(p \rightarrow q) \wedge \sim q] \rightarrow \sim p$$

które prowadzi do niezawodnych wniosków. Ta logiczna asymetria między weryfikacją a falsyfikacją doprowadziła do określenia **nowego kryterium demarkacji**: zdanie jest naukowe, gdy jest doświadczalnie falsyfikowalne (podatne na obalenie). Odwołując się do pozytywnego wyniku testu ogólnej teorii względności przewidującej ugięcie fali świetlnej w pobliżu wielkiej masy (1919), Popper stwierdził, że wynik ten ani nie obalił teorii Newtona, ani też nie udowodnił (zweryfikował) teorii Einsteina. Stanowił jedynie jej **koroborację**, czyli pozytywny wynik sprawdzania (rozstrzygnięcia), polegający na tym, że teoria przetrwała rzetelne próby jej obalenia.

Różnica pomiędzy konfirmacją a falsyfikacją polega na tym, że ta pierwsza ukierunkowana jest na przypadki potwierdzające (przy uwzględnieniu założenia braku instancji przeciwnych), zaś falsyfikacja na surowe testy obalające. Poza tym, koroboracji nie przypisuje się (jak w przypadku konfirmacji) liczbowych wartości prawdopodobieństwa.

Zaproponowany przez Poppera sposób testowania wyznaczał nową strategię badawczą – zamiast wąskiego, ostrożnego formułowania hipotez i szukania ich potwierdzeń (konfirmacji, a w szczególnym przypadku weryfikacji) prowadzących do akceptacji, należy

stawiać odważne, ryzykowne hipotezy i szukać instancji, które mogłyby je obalić. Nieefektywne próby ich obalenia (dysfalsyfikacja, a w szczególnym przypadku koroboracja) prowadzą do akceptacji.

Pomimo nowego spojrzenia na problem demarkacji i strategii badawczej, Popper tkwił jeszcze w znacznym stopniu w pozytywistycznym schemacie myślowym. Świadczy o tym szereg jego poglądów:

- a. logika dedukcyjna jest jedynym sposobem rekonstrukcji nauki,
- b. tezy naukowe mogą być obalone wyłącznie na podstawie empirii,
- c. podstawowe założenia logicznego empiryzmu zachowują swoją ważność:
 - ✓ filozofia nauki to jej logiczna analiza,
 - ✓ metoda filozofii nauki to przekształcenia tautologiczne oparte na logice *Principiów*,
 - ✓ źródło obiektywności nauki to dane empiryczne (jednostkowe zdania egzystencjalne, tzw. zdania bazowe),
 - ✓ logika indukcji to niemożliwe do skonstruowania narzędzie (należy zrezygnować z dalszych prób jej zbudowania),
- d. zdania bazowe stanowią odpowiednik zdań protokolarnych (elementarnych zdań obserwacyjnych w logicznym empiryzmie), a jedyną różnicą jest ich uteoryzowanie.

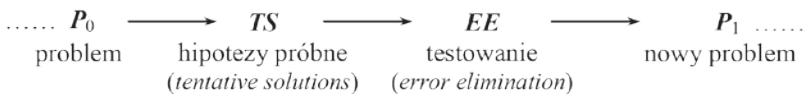
W tradycji pozytywistycznej proces badawczy był trzyetapowy:

1. doświadczenie,
2. wysunięcie hipotez (heureza),
3. konfrontacja z doświadczeniem (uzasadnienie w formie empirycznego sprawdzania).



W filozofii Poppera proces badawczy jest czteroetapowy:

- a. problem pojawiający się na styku dotychczasowej wiedzy i doświadczenia,
- b. wysunięcie hipotez jako próbnych rozwiązań,
- c. procedura sprawdzania hipotez (próby ich obalenia),
- d. wynik testowania poszerzający wiedzę i wskazujący nowe sytuacje problemowe.



3.2. Zdania bazowe

Podstawą testowania (przesłankami wnioskowań falsyfikujących) są w filozofii Poppera zdania bazowe. Moc falsyfikacji zależy od ich statusu epistemicznego. Prawo

logiczne *modus tollendo tollens* zapewnia niezawodność wnioskowania, ale nie wystarcza do otrzymania pewnego (finalnego) wyniku falsyfikacji. Konieczne są finalnie (ostatecznie) ustalone zdania bazowe. Problem w tym, że nawet sam Popper dostrzegał raczej przeciwko ich finalności:

- ✓ każdy wynik eksperymentu jest kwestionowalny, zatem nie ma definitywnej refutacji teorii,
- ✓ dowodzenie to związek logiczny między zdaniami, a nie między doświadczeniem a zdaniami (bazowymi); doświadczenie może jedynie motywować uznanie zdań bazowych,
- ✓ zdania bazowe muszą być falsyfikowalne jeśli mają spełniać kryterium naukowości.

Trudności te skłoniły Poppera do zajęcia stanowiska zwanego **decyzjonizmem** (odmianą konwencjonalizmu) – falsyfikację można przeprowadzić tylko wówczas, gdy naukowcy uznają, że zdania bazowe stanowiące jej podstawę zostały adekwatnie skoroborowane. To naukowcy decydują zatem o losie teorii, ale ich decyzja dotyczy tylko zdań jednostkowych (bazowych), a nie – jak w klasycznym konwencjonalizmie – zdań ogólnych (praw lub całej teorii).

W opracowaniach dotyczących filozofii Poppera akcentowana jest zwykle falsyfikacja i różnica między negatywnym (falsyfikacja) a pozytywnym (koroboracja) wynikiem testowania teorii. Podkreśla się najczęściej, że teorię można obalić, ale nie da się jej ostatecznie potwierdzić. Uwzględnienie próbnej natury zdań bazowych osłabia tę różnicę, a wskazanie na konieczność ich testowania uświadamia, że ostatecznie to koroboracja (zdań bazowych) stanowi konieczny warunek i podstawę falsyfikacji teorii. Obalające zdania bazowe powinny być poparte przez dobrze skoroborowaną empiryczną hipotezę falsyfikującą. Zatem ostatecznymi przesłankami falsyfikacji są hipotezy falsyfikujące skoroborowane na podstawie zdań bazowych, a nie same zdania bazowe. Prowadzi to do wniosku, że podkreślana często asymetria między koroboracją a falsyfikacją jest w dużej mierze pozorna.

Podkreślane znaczenie *modus tollens* (wyższości falsyfikacji nad koroboracją) stanowią jedną z pozostałości założeń logicznego empiryzmu (szczególnej roli logiki formalnej i przekonania o obiektywności nauki opartej na zdaniach obserwacyjnych). Bez tych założeń otrzymujemy inny obraz nauki, w której ocena społeczności uczonych jest ważniejsza od formalnych reguł, a obserwacje i teorie są równoważnymi czynnikami naukotwórczymi. Popper, choć sam takiego zwrotu w sposobie patrzenia na naukę nie dokonał, to jednak odegrał w tym procesie bardzo znaczącą rolę.

3.3. Falsyfikacjonizm – fallibilizm

W popperowskim falsyfikacjonizmie dostrzec można kilka faz jego rozwoju (I. Lakatos):

- a. Popper₀ – falsyfikacjonizm dogmatyczny (naturalistyczny): infallibilna baza empiryczna podstawą obalania fallibilnych teorii naukowych;
- b. Popper₁ – falsyfikacjonizm metodologiczny (hipotetyczny): w teście teorii (porównanie z doświadczeniem) jedynym wartościowym wynikiem jest falsyfikacja hipotez naukowych;

- c. Popper₂ – falsyfikacjonizm zaawansowany (wyrafinowany): nowa trójczłonowa koncepcja testu (rywalizacja dwóch teorii i rozstrzygające ją doświadczenie) ukierunkowanego na koroborację i tłumaczenie sukcesu nowej teorii.

K.R. Popper i H. Albert uważani są za głównych reprezentantów **fallibilizmu**. Podstawowe tezy tego nurtu to:

- ✓ zdania syntetyczne nie są pewne, lecz w różnym stopniu prawdopodobne (posiadają hipotetyczny, fallibilny charakter);
- ✓ nie stanowi to argumentu ani za dogmatyzmem, ani za sceptycyzmem, lecz nakłada wymóg ustawicznej kontroli;
- ✓ wiedza naukowa jest ze swej natury kwestionowalna;
- ✓ teorie uznawane są za prawdopodobne, a nie prawdziwe;
- ✓ definitywna i finalna prawda jest nieosiągalna;
- ✓ eksponowany jest prowizoryczny charakter wiedzy a nie jej fałszywość czy nieosiągalność;
- ✓ nowa wiedza dopełnia starą w sposób korygujący;
- ✓ źródłem kwestionowalności wiedzy jest niedookreśloność teorii naukowych przez dane empiryczne;
- ✓ wiedza o świecie jest temporalna (podatna na modyfikowanie i udoskonalanie);
- ✓ fallibilizm różni się od sceptycyzmu, a jest stowarzyszony z krytycznym realizmem (podstawą krytyki metodologicznych reguł, standardów i zdań są dane empiryczne) i metodologicznym racjonalizmem (podstawą takiej krytyki są racjonalne argumenty).

Filozofia nauki logicznego empiryzmu opierała się na empirystycznej epistemologii (czyste doświadczenie stanowi obiektywne kryterium sensu i prawdziwości) i wykorzystywała narzędzie w postaci logiki formalnej zawartej w *Principiach*. Narastająca nieowocność takiej refleksji nad nauką doprowadziła do powstania w połowie XX wieku nowej filozofii nauki. Przełom ten uważany jest za metanaukową rewolucję.

4. NOWA FILOZOFIA NAUKI

4.1. Uteoretyzowanie obserwacji

W tradycji pozytywistycznej przyjmowano założenie o istnieniu czystych danych doświadczenia (*sense data*). Fakty, znane niezależnie od jakiegokolwiek teorii, stanowią podstawę obiektywności nauki. W latach pięćdziesiątych XX w. wykazano (N.R. Hanson), że założenie takie jest nierealizowalne, bowiem wszystkie dane doświadczeń są uteoretyzowane (*theory-laden*). Krytyka empirystycznej teorii percepcji stała się jednym z punktów wyjścia nowej filozofii nauki.

Analizując problem postrzegania wskazano, że w nauce nie chodzi o zwykłe patrzenie, lecz o **percepcję istotną**, gdy widzi się więcej niż jest do zobaczenia. Laik zobaczy w pracowni fizycznej jedynie płataninę kabli i jakieś połączone nimi przedmioty, zaś

student fizyki ten sam zestaw rozpozna jako obwód mierzący przepływ prądu elektrycznego. Ten sam bodziec może więc prowadzić do różnych opisów. W sporze J. Keplera z Tycho Brahe, Słońce było przez tego pierwszego widziane jako ciało stacjonarne, przez drugiego jako krążące wokół Ziemi (o poprawności jednego z tych opisów rozstrzygnięto dopiero później). W przypadku kaczko-zająca czy wazo-twarzy można widzieć różne obiekty, a kwestia poprawności opisu jest w tym przypadku nierozstrzygalna. W analizach tego problemu wyróżnia się kilka rodzajów percepcji:

- ✓ prosta (widzenie czegoś, widzenie po prostu),
- ✓ istotna
 - widzenie jako coś (*seeing as*),
 - widzenie że (*seeing that*), np. gdy rozpoznajemy, że czegoś brak.

Objektami percepcji istotnej są znaczenia, a nie czyste dane zmysłowe. Znaczenia te w momencie uświadomienia stają się fragmentem wiedzy. Różnice empirystycznej teorii percepcji i teorii percepcji istotnej można zestawić w tabelce:

Empirystyczna teoria percepcji	Teoria percepcji istotnej
postrzegamy czyste własności obserwowalne (czyste dane zmysłowe)	percepcja jest uteoretyzowana (nie ma czystych danych doświadczenia)
znaczenia nie są postrzegane, lecz uświadamiane (są niezależne od percepcji)	znaczenia są obiektami percepcji istotnej (stają się fragmentem naszej wiedzy)
znaczenia nie są naczelnymi obiektami wiedzy	wiedza, przekonania i teorie determinują przedmiot percepcji
czyste dane zmysłowe gwarantują obiektywność nauki (są niezależne od teorii)	dane doświadczenia nabierają znaczenia (zyskują sens) w świetle teorii, która oferuje kryteria ich oceny
doświadczenie usensownia teorię	teoria określa wagę doświadczenia

Empirystyczna teoria percepcji napotyka na problem **psychologizmu**, który w sformułowaniu Poppera można zilustrować na schemacie testowania teorii:



Problem ten wynika z empirystycznego założenia, że na doświadczenie składają się hume'owskie wrażenia, a te nie są zdaniem i nie mogą występować jako człony związków logicznych. Nie ma więc uzasadnienia dla przejścia od obserwacji (zbiór wrażeń) do wiedzy (zbiór zdań). Propozycją rozwiązania tego problemu jest teoria percepcji istotnej i uwzględnienie znaczeń postrzeganych obiektów wraz z rozumieniem ich teorii. Znaczenia są bowiem tego samego typu logicznego co teorie (wiedza).

Drugim problemem związanym z percepcją jest jej **uteoretyzowanie** (ten sam bodziec a różny odbiór). Propozycji rozwiązania dostarcza koncepcja danych zmysłowych, w której podkreśla się, że same dane zmysłowe pozostają identyczne, ale skojarzenia i interpretacje powodują różnice w percepcji tego samego obiektu. Wykorzystywane są tu wyniki badań nad zjawiskiem iluzji i złudzeń wzrokowych prowadzonych w ramach tzw. psychologii postaci (M. Wertheimer, W. Kohler, K. Koffka), która podkreśla, że: 1) całość nie jest prostą sumą poszczególnych części, 2) w percepcji nie można pomijać miejsca i funkcji obiektu w całości, 3) postrzeganie jest twórczym chwytaniem rzeczywistości.

Trzecim podnoszonym zarzutem jest **poznawczy relatywizm** wyprowadzany z uteoretyzowania rozumianego jako brak obiektywności. Problem ten jawi się wyłącznie w przypadku dychotomicznego rozróżniania na percepcję będącą pasywną obserwacją przedmiotów i na percepcję rozumianą jako kreowanie obserwowanych przedmiotów. Dostrzec należy jednak trzecią, pośrednią, możliwość – przedmioty obserwowane są ukształtowane z materiału posiadającego już własną strukturę, ale w dalszym ciągu plastycznego (podatnego na interpretację). Zakres możliwych interpretacji jest jednak ograniczony. Za źródło tego problemu uważa się empirystyczne założenie, że tylko nieuteoretyzowane dane mogą stanowić podstawę akceptacji teorii.

4.2. Rewolucje naukowe

Naukowa praktyka badawcza pokazuje, że niezgodność teorii z doświadczeniem nie zawsze jest traktowana jako kontrprzykład (instancja falsyfikująca) dla uznawanej teorii. Przykładem mogą być perturbacje orbit planet: Urana i Merkurego. W obydwu przypadkach niezgodność obserwacji z przewidywaniami mechaniki Newtona potraktowano jako problem badawczy i wysunięto (U.J. Leverrier i J.C. Adams) hipotezę istnienia nieznannej planety, co w pierwszym przypadku doprowadziło do odkrycia Neptuna. Potraktowano to jako wielki sukces mechaniki Newtona. W drugim zastosowano identyczny schemat postępowania, postulując istnienie planety Vulcan. Okazało się jednak, że takiej planety nie ma, i że ruch peryhelionowy Merkurego – wyjaśniony dopiero przez Einsteińską OTW – jest kontrprzykładem dla mechaniki klasycznej.

Na podstawie tego typu analiz opracowano (T. Kuhn) **nową strukturę badania naukowego**:

- uznana teoria stanowi podstawę badań, wyznaczając ich kierunek i określając sposób interpretowania uzyskanych wyników (etap nauki normalnej),
- pojawiające się trudności prowadzą do kryzysu, po którym następuje zmiana paradygmatu (etap rewolucji naukowej),

- wysiłki naukowców koncentrują się wokół nowego paradygmatu (następuje ponowny etap nauki normalnej rozwijającej się do kolejnego kryzysu).

W rozumieniu Kuhna **paradygmat** jest osiągnięciem (teoretycznym lub empirycznym) skupiającym wysiłki naukowców i określającym sposób prowadzenia badań. Może też być rozumiany jako całokształt podzielanych przez naukowców przekonań (w sensie socjologicznym – zobowiązań, w sensie epistemicznym – roli teorii w badaniach).

Przykładami badań w ramach nauki normalnej są m.in.:

- ✓ geostatyzm – wysuniętą przez Arystarcha z Samos (III w. przed Chr.) hipotezę ruchu Ziemi poddano empirycznemu sprawdzeniu i z powodu braku paralaksy gwiazdowej odrzucono ją, zachowując paradygmatyczny obraz świata aż do czasów Kopernika;
- ✓ zasada Platona (kołowy ruch ciał niebieskich) – wypracowany na jej podstawie system Ptolemeusza był przez 1400 lat traktowany jako kanon astronomii;
- ✓ rozpad β – niezgodności tego rozpadu z zasadami zachowania nie potraktowano jako argumentu za ich odrzuceniem, lecz wysunięto hipotezę (Pauli, Fermi – 1930) istnienia nieznannej cząstki (neutrino), którą odkryto w 1956 roku.

W nauce funkcjonują zatem pewne przedzałożenia (presupozycje), które nie są ani zdaniem analitycznymi (nie są tautologiami, istnieje logiczna możliwość instancji przeciwnej, a przy permanentnym braku wyjaśnienia anomalii podlegają zmianie), ani też zdaniem syntetycznymi (są w szczególności chronione przed bezpośrednią refutacją empiryczną). Są to tzw. **zdania paradygmatyczne**, które:

- są uznane na podstawie doświadczenia, lecz chronione przed bezpośrednim obaleniem,
- pełnią kluczową rolę w strukturze nauki (w stylu naukowego myślenia i sposobie prowadzenia badań).

Przykładami takich zdań są:

- ✓ zasada ruchu kołowego (Platon),
- ✓ euklidesowość przestrzeni (Kant),
- ✓ zasada przyczynowości,
- ✓ zasada zachowania.

Pierwsze dwa zostały obalone, dwa ostatnie nadal zachowują swoją ważność.

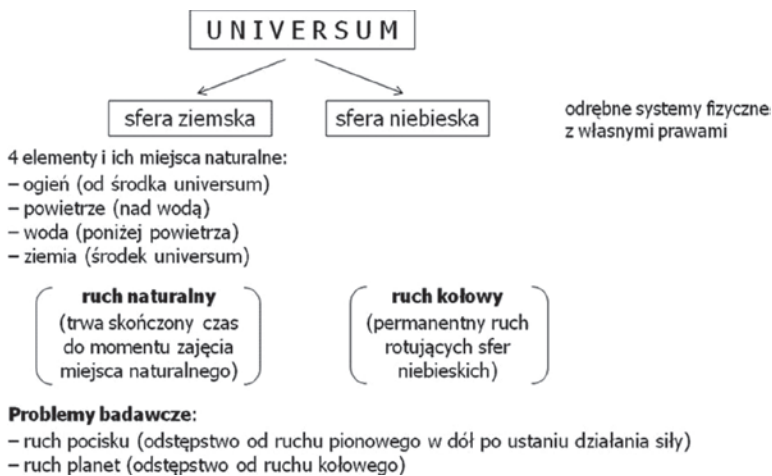
Z powyższych analiz wyłania się nowy obraz natury badania naukowego. W starym obrazie, pojedynczy naukowiec posługiwał się metodą, uzyskiwał dzięki niej wyniki i dołączał je do korpusu gromadzonej wiedzy. W nowym, badanie jest możliwe tylko wtedy, gdy naukowiec przyjmuje **zobowiązania** (*commitments*) wobec jakiejś teorii i w ich ramach prowadzi badania. Porzuca je dopiero wówczas, gdy anomalie okażą się instancją przeciwną. Nie ma jednak gwarancji, że przyjęte zobowiązania są słuszne, dlatego z szukaniem prawdy w nauce stowarzyszone jest ryzyko błędu. Każde zdanie

naukowe jest podatne na rewizję, gdyż nauka ze swej natury jest fallibilna, korygowalna, falsyfikowalna, podatna na zmianę.

Dokonujące się w nauce zmiany rodzą potrzebę określenia kryteriów pozwalających na rozstrzygnięcie, które z nich mają charakter rewolucyjny. Prowadzi to do dyskusji, w której jednej uważają, że w historii dokonała się tylko jedna rewolucja naukowa (związana z wielkim przełomem i powstaniem nauk nowożytnych), a inni twierdzą, że tych rewolucji było wiele. Przychylając się ku opinii tych ostatnich, wskazuje się zwykle na trzy takie kryteria rewolucyjnego charakteru zmiany w nauce:

- a. zmiana założeń:
 - paradygmatu,
 - problemów badawczych;
- b. zmiana pojęć przez:
 - wprowadzenie nowych,
 - modyfikację dotychczasowych;
- c. zmiana wizji świata (sposobu ujmowania rzeczywistości).

Przykładem spełniającym wszystkie te kryteria jest **rewolucja kopernikańska**. Zmiana założeń dotyczyła różnych płaszczyzn – naukowej, filozoficznej i teologicznej. Nastąpiła też zmiana podstaw fizykalnych pociągająca za sobą konieczność sformułowania zupełnie nowej fizyki. Obraz świata przed Kopernikiem, wraz z głównymi problemami badawczymi, można przedstawić na schemacie:



Uwzględnienie kontekstu historycznego w analizach recepcji hipotezy Kopernika prowadzi do następujących wniosków:

- a. teza o większej prostocie i precyzji nowej teorii jest tylko częściowo uzasadniona, gdyż:

- wyeliminowała większość (choć nie wszystkie) epicykly,
 - wyjaśniała ruch Merkurego i Wenus (określała, która z nich jest bliżej Słońca),
 - zachowywała jednak zasadę ruchu kołowego (epicykle) i krystaliczne sfery;
- b. minimalne zyski formalne prowadziły do poważnego podważenia starej fizyki:
- obalenie rozróżnienia sfer nad- i podksiężycowej,
 - uznanie Ziemi za ciało niebieskie (zmiana pojęciowa i usunięcie jej z centrum Wszechświata),
 - powstanie nowych problemów (konieczność opracowania nowej mechaniki).

Pierwszy krok w stronę nowej fizyki wykonał **Galileusz** poprzez:

- ✓ wprowadzenie pojęcia ruchu inercyjny (nieskończony gdy na ciało nie działają żadne siły),
- ✓ określenie nowego ideału porządku natury (sposobu działania przyrody),
- ✓ uznanie ruchu kołowego za inercyjny (krok zmierzający do złamania dychotomii ciał ziemskich i niebieskich).

Dopełnienia zmian prowadzących do opracowania nowej uniwersalnej fizyki dokonali **Kartezjusz** i **Newton**, przyjmując nowe założenia:

- ruch inercyjny odbywa się po linii prostej ze stałą prędkością (taki ruch nie wymaga tłumaczenia),
- te same prawa obowiązują dla ciał ziemskich i niebieskich.

W rewolucji kopernikańskiej dokonały się również **zmiany pojęciowe**:

- a. zmiana treściowa pojęcia „planeta”:
- ✓ przed Kopernikiem – ciało obracające się wokół Ziemi i gwiazd stałych,
 - ✓ według Keplera i Newtona – ciało krążące wokół Słońca,
 - ✓ współcześnie (do 2006 roku) – ciała poruszające się wokół gwiazd,
 - ✓ obecnie (od 2006 roku) – obiekt astronomiczny spełniający pewne kryteria (okrąża gwiazdę lub pozostałości gwiazdne, w jego wnętrzu nie zachodzą reakcje termojądrowe, jest wystarczająco duży, by uzyskać prawie okrągły kształt, osiągnął dominację w przestrzeni wokół swojej orbity);
- b. zmiana zakresowa pojęcia „planeta”:
- ✓ przed Kopernikiem – Słońce i Księżyc uważane były za planety, Ziemia nie była planetą,
 - ✓ po Koperniku – Ziemia jest planetą, Słońce nią nie jest, a dla Księżyca utworzone zostało nowe pojęcie;
- c. zmiana pojęć relacyjnych – „spadanie” i „ciężar”:
- ✓ w starożytności – uważano, że ciała ciężkie spadają w dół, lekkie unoszą się ku górze; każde ciało dąży do zajęcia swego miejsca naturalnego,

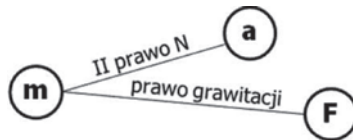
- ✓ w systemie Galileusza – miejsce naturalne nie jest (jak u Arystotelesa) absolutne, lecz określone przez jego źródło (kamień ziemski spada na Ziemię, kamień księżycowy na Księżyc),
- ✓ w mechanice Newtona – wyeliminowano pojęcie lekkości i miejsca naturalnego (ruch odbywa się pod wpływem siły grawitacji),
- ✓ we współczesnym schemacie pojęciowym – wyeliminowano pojęcie siły grawitacji (ruch odbywa się po geodetykach), choć opis dynamiczny stosowany jest dla niektórych ruchów (dla ciał w pobliżu Ziemi zachowano pojęcie spadania).

W nowej filozofii nauki zmienił się również sposób określania znaczenia terminów. W empiryzmie były one traktowane jako niezależne od zdań w których występują i od tego, czy zdania te są przyjmowane czy odrzucane. W nowej filozofii nauki znaczenia zostały związane z treścią zdań, w których występują. Po odrzuceniu niektórych pojęć, następuje zmiana znaczenia innych, np. odrzucenie miejsca naturalnego spowodowało zmianę rozumienia terminu spądanie;

- d. zmiana pojęcia masy (ilości materii) – w mechanice klasycznej masę definiowano jako iloczyn $\rho \cdot V$, który był rozumiany jako:
- miara bezwładności (inercja) – masa bezwładna,
 - źródło grawitacji – masa ciężka.

W takim sposobie definiowania tkwił błąd *ignotum per ignotum* (nieznane przez nieznane), gdyż występowała w nim niezdefiniowana gęstość. Usunięto go przez wykorzystanie praw mechaniki newtonowskiej – drugiego prawa dynamiki $F = m \cdot a$ oraz prawa powszechnego ciężenia $F = G (M \cdot m) / r^2$. W takiej sytuacji albo siła jest traktowana jako pojęcie pierwotne i definiowana jest masa, albo też pojęciem pierwotnym jest masa i wówczas definiowana jest siła.

W strukturze nauki jako siatki (metafora Hempla), te trzy pojęcia – masa, siła i przyspieszenie – występują w jej węzłach, a krawędziami są obydwie prawa teorii Newtona:



Drugim ważnym w dziejach nauki przykładem rewolucji naukowej jest powstanie **Einsteinowskiej teorii względności**. Dokonana w niej zmiana pojęć jest szczególnie widoczna w przypadku pędu i energii.

1. Analiza pojęcia pędu:

- a. w definicji pędu mechaniki klasycznej masa oznacza:
- masę bezwładną (miarę oporu względem siły zmieniającej prędkość lub kierunku),

- wielkość niezmienną, niezależną od warunków zewnętrznych (grawitacja, ruch, temperatura itp.),
 - wielkość posiadającą cechę addytywności (masa ciał równa sumie ich mas);
- b. w definicji pędu w mechanice relatywistycznej:
- wzór jest formalnie identyczny z wzorem mechaniki klasycznej,
 - masa jest wielkością zmienną (zależną od prędkości),
 - masa nie posiada cechy addytywności (poza przypadkiem mas spoczynkowych nieoddziaływujących grawitacyjnie).

2. Analiza pojęcia energii:

- a. w mechanice klasycznej – energia związana jest z pojęciem pracy (wykonanej przez siłę na pewnej drodze) uzewnętrznionej w postaci:

$$\begin{aligned} &\text{- energii potencjalnej} & E_p &= mgh & \text{lub} & E_p &= -G Mm/r^2, \\ &\text{- energii kinetycznej} & E_k &= \frac{1}{2} mV^2. \end{aligned}$$

W układach izolowanych: $E_c = E_k + E_p = \text{const.}$ (zasada zachowania energii);

- b. w mechanice relatywistycznej:

- energia potencjalna wyraża się takimi samymi wzorami,

$$\text{- energia kinetyczna} \quad E_k^r = \quad E \quad - \quad E_0 = mc^2 - m_0 c^2$$

e. cząstki w ruchu
(zwana e. całkowitą)

energia cząstki
spocz.

$E_0 = m_0 c^2$

Dla prędkości małych w porównaniu z prędkością światła, relatywistyczna energia kinetyczna E_k^r przyjmuje postać klasycznej energii kinetycznej $E_k = \frac{1}{2} mV^2$, jednak formalna zgodność obydwu wzorów nastąpi wówczas, gdy $V = 0$, czyli wyłącznie dla zerowej E_k , co łatwo widać przy wykorzystaniu wzoru na masę relatywistyczną i rozwinięciu czynnika Lorentza w szereg MacLaurina:

$$E_k^r = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}} - 1 \right) = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}} = 1 + \frac{1}{2} \frac{V^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{V^4}{c^4} + \dots$$

$$E_k^r = m_0 c^2 \left(\frac{1}{2} \frac{V^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{V^4}{c^4} + \dots \right) = \frac{1}{2} m_0 V^2 + \frac{3}{8} m \frac{V^4}{c^2} + \dots$$

co daje przybliżoną równość $E_k^r \approx \frac{1}{2} m_0 V^2$

wyłącznie przy zaniedbaniu czynników dalszych niż pierwszy, które przy małych prędkościach są dla fizyków „zaniedbywalnie małe”.

Niektórzy (zwłaszcza zwolennicy kumulatywnego modelu rozwoju nauki) twierdzą, że teoria względności jest uogólnieniem mechaniki Newtona. Teza ta jest atrakcyjna, gdyż:

- ✓ zrealizowany jest postulat zgodności z dotychczasową wiedzą,
- ✓ zachodzi formalna identyczność równań zapewniająca tę zgodność,
- ✓ przewidywania obu teorii są dla pewnego zakresu zjawisk zgodne.

Jednakże wskazać można **elementy nieciągłości**:

- równania teorii względności nie „redukują się” do równań mechaniki klasycznej, lecz dla pewnej klasy zjawisk równania Newtona stanowią wystarczająco dobre ich przybliżenie,
- teoria Einsteina wyrosła nie tyle z sukcesów teorii klasycznej, ile z jej braków,
- przejście dokonano nie przez uogólnienie starej teorii, lecz przez przyjęcie nowych założeń i przekształcenie podstawowych pojęć.

Termin „rewolucja naukowa” jest pojęciem filozoficznym stosowanym w konstruowaniu teorii nauki. Jego znaczenie i przedmiotowe odniesienia ulegały zmianom. Tradycyjnie, używano go na oznaczenie przełomu zapoczątkowanego przez Kopernika, a dopełnionego przez innych, zwłaszcza Galileusza i Newtona. Przełom ten uważany jest za początek nowożytnej nauki. W nowej filozofii nauki wskazuje się na wiele rewolucji naukowych, których najważniejszą cechą jest zmiana sposobu ujmowania rzeczywistości.

4.3. Problematyka odkrycia

Jedną z istotnych cech filozofii nauki logicznego empiryzmu było dychotomiczne odróżnianie kontekstu odkrycia od kontekstu uzasadniania (H. Reichenbach). Uzasadnienie takiego poglądu dostrzegano w przekonaniu, że filozof nauki powinien być zainteresowany wyłącznie problemami logicznymi, a takie można sformułować dopiero po skonstruowaniu teorii. Natomiast analizę procesu jej odkrywania (wymyślenia) należy pozostawić historykowi, psychologowi i socjologowi.

Odróżnienie kontekstów charakteryzowały dwie tezy:

- ✓ przekonanie o możliwości dokonania wyraźnego oddzielenia procesu myślowego prowadzącego do odkrycia od zabiegów uzasadniania (testowania prowadzącego do akceptacji lub rejekcji) hipotez i teorii naukowych,
- ✓ filozoficzna refleksja nad nauką powinna mieć charakter logiczny, a taki mogą posiadać wyłącznie analizy dotyczące testowania.

Dychotomia kontekstów opierała się na wąskim rozumieniu terminu odkrycie, które utożsamiano z samym wysuwaniem pomysłu (stawianiem i podtrzymywaniem nowej hipotezy). Została ona zakwestionowana przynajmniej z dwóch powodów:

- a. wysuwane hipotezy nie są od razu odkryciem, ponieważ integralnym elementem kontekstu odkrycia jest zawsze uzasadnienie, czego potwierdzeniem mogą być przykłady z historii nauki:
 - Kepler przez kilka lat pracował nad odkryciem eliptycznego kształtu orbit planet, wysuwając po drodze wiele innych hipotez,

- Leverriera i Adamsa uznano za odkrywców Neptuna, lecz nikt nie uważa Leverriera za odkrywcę Vulcana, mimo że wysunął hipotezę jego istnienia,
- Einstein potrzebował 9 lat, by odkryć ostateczną postać równań pola OTW,
- Pauliego uznano za odkrywcę neutrina dopiero 26 lat po wysunięciu przez niego hipotezy, gdy udało się ją potwierdzić empirycznie.

Przykłady te wskazują, że dostatecznie szeroko rozumiany kontekst odkrycia obejmuje również elementy uzasadniania, które decydują, że wysunięta hipoteza zostaje uznana za odkrycie naukowe

kontekst odkrycia { część logiczna (uzasadnienie)
(szeroko ujmowany) { część pozalogiczna (twórcza)

- b. logika odkrycia nie musi być konstruowana na wzór logiki dedukcyjnej, która pełni rolę jedynie retrospektywną, służąc racjonalnej rekonstrukcji teorii; w konwencji Poppera, gdzie „racjonalny” = „logiczny” = „tautologiczny” = „algorytmiczny”, brak możliwości opracowania reguł postępowania (algorytmów), prowadzących niezawodnie do odkrycia, musiał oznaczać, że każdy akt twórczy jest araracjonalny.

Jeśli natomiast logiczność utożsamimy z racjonalnością w sensie własności pewnych struktur inteligibilnych, wówczas logika odkrycia:

- nie jest zbiorem reguł generowania nowych teorii,
- nie musi zawierać związków koniecznych,
- stanowi raczej eksplikację związku nowej teorii z dotychczasową wiedzą.

Takie jej rozumienie może stanowić podstawę analizy rozumowań prowadzących naukowca do odkryć.

W tego typu analizach pomocna okazuje się **metoda dialektyczna**. Wykorzystywane jest tu platońskie pojęcie dialektyki jako metody operującej czystym, bezobrazowym myśleniem, pozwalającym z przeciwstawnych założeń dojść do praw związków między ideami. Charakterystyczną cechą zbudowanej w ten sposób logiki jest to, że ma ona zastosowanie w poszukiwaniu odpowiedzi na pytania postawione wyłącznie w kontekście określonych założeń. Uwzględnia zatem treść, a nie tylko formę zdań (jak jest w przypadku logiki dedukcyjnej). Nie próbuje też formułować związków koniecznych między zdaniem. Formalna logika odkrycia (konstruowana na wzór logiki dedukcyjnej) musiałaby uwzględniać historyczny kontekst dziejowy naukowych osiągnięć.

Porównanie logiki dialektycznej z logiką dedukcyjną wskazuje na pewne cechy decydujące o możliwościach zastosowania tej pierwszej w próbie racjonalizacji odkrycia naukowego:

logika dialektyczna	logika dedukcyjna
stanowi narzędzie analizy: – związków między następującymi po sobie teoriami – faktycznego procesu poznawczego	jest narzędziem rekonstrukcji gotowych teorii i programów badawczych

W nowej filozofii nauki podkreśla się, że dostrzeżenie i sformułowanie problemu badawczego dokonuje się zawsze w kontekście przyjętej teorii (na styku jej przewidywań z danymi empirycznymi). Ważnym historycznym przykładem potwierdzającym tę tezę jest przywoływane już kilkakrotnie odkrycie Neptuna. Obserwowane perturbacje orbity Urana (niezgodność z przewidywaniami teorii Newtona) doprowadziły do wysunięcia hipotezy istnienia Neptuna i odkrycia go. Identyczny schemat postępowania badawczego zastosowano do próby rozwiązania problemu perturbacji orbity Merkurego. Propozycja Leveriera była racjonalną hipotezą, mimo że istnienia Vulcana nie potwierdzono.

Jednym z głównych celów przeprowadzanych analiz jest określenie racjonalności zwłaszcza tych odkryć, które prowadzą do rewolucji naukowych. Nawet w najbardziej rewolucyjnych propozycjach dostrzec można **elementy intelektualnej tradycji**, co nie pomniejsza twórczego wkładu odkrywcy. Nie zawsze jednak odkrycie, nawet rewolucyjne, musi oznaczać całkowicie nowy pomysł. Przykładów dostarcza historia nauki:

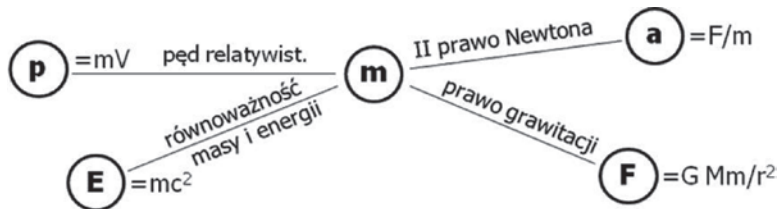
- a. heliocentryczna hipoteza Kopernika zawierała stare założenia (orbity kołowe i epicykle) i była starą ideą (w starożytności wysunęli ją: Heraklidesa z Pontu i Arystarcha z Samos, a w średniowieczu – Buridanus),
- b. pomysł Keplera (orbit eliptycznych) ewoluował kilkanaście lat,
- c. STW była poprzedzona wcześniejszymi propozycjami (J. Larmora i H. Poincarégo) i zawierała stare założenia (zasada względności i stała prędkość światła), a jej rewolucyjność polegała na:
 - nowym sposobie połączenia tych starych założeń,
 - odważnej akceptacji nieintuicyjnych wniosków (zerwaniu z tradycyjnym rozumieniem czasu).

Odkrycie nie musi zatem oznaczać wysunięcia nowej propozycji (pomysłu, idei), lecz raczej opracowanie nowej idei, zwłaszcza w postaci skonstruowania teorii.

Nowe teorie prowadzące do rewolucji w nauce nie są więc teoriami dedukowanymi z wcześniejszych, nie są też ich uogólnieniami, ani też stare teorie nie są wyprowadzalne z nowych jako ich przypadki graniczne. Określane są jako teorie zawierające:

- ✓ inne założenia,
- ✓ nowe lub zmodyfikowane pojęcia,
- ✓ nowy sposób rozumienia rzeczywistości.

W sytuacji pojawienia się rewolucyjnej teorii rodzi się pytanie o logiczny **związek** (relację) **pomiędzy starą a nową teorią**. Problem tego typu przejścia tłumaczony jest zmianą dialektyczną jednej teorii na drugą, polegającą na reorganizacji krawędzi siatki:



Niektóre krawędzie są eliminowane, a w ich miejsce wprowadzane są inne. Pociąga to za sobą zmianę sposobu rozumienia pojęć (węzły siatki) i interpretacji danych empirycznych związanych z rewolucją naukową.

W kontekście zmiany teorii powstaje problem określenia **kryteriów wyboru** (porównywania) teorii. Wysuwane były tu różne propozycje:

- ✓ ogólne zasady niezależne od teorii – np. przyczynowości, racji dostatecznej, jedności przyrody, prostoty teorii,
- ✓ reguły metodologiczne (Popper), logika indukcji,
- ✓ moc eksplanacyjna – możliwie najszerszy zakres tłumaczenia danych empirycznych (empiryści),
- ✓ elementarne i wprost testowalne empiryczne prawa naukowe, a nie dane empiryczne (Feigl).

W analizach powyższych propozycji wskazuje się na brak ponadczasowych standardów oceny teorii, gdyż:

- obserwacje i prawa są zależne od teorii (uteoretyzowane),
- zasady ogólne można kwestionować na podstawie wyników empirycznych,
- reguły metodologiczne, choć są niezależne od teorii, to jednak zmieniają się wraz z filozofią nauki.

W praktyce badawczej wybór teorii dokonywany jest w oparciu o standardy zawarte w nauce (w teoriach naukowych), a nie w filozofii nauki, gdyż ta zmienia się wraz z systemami filozoficznymi.

Podsumowując powiemy, że sam proces odkrycia, jak i związek między starą a nową teorią ma **charakter dialektyczny**. Oznacza to, że:

- ✓ nowa teoria jest przedłużeniem starej (wyrasta z jej braków w rozwiązywaniu problemów i tłumaczeniu zjawisk),
- ✓ nowa teoria przejmując wyniki, metody, pojęcia i zasady dotychczasowej wiedzy, lecz jednocześnie zmienia ich znaczenie, co widać na przykładzie zmian przy przejściach między fizyką Arystotelesa, Galileusza i Newtona, a dotyczących:
 - miejsca naturalnego,
 - inercji i prawa swobodnego spadku,
 - fizyki niebieskiej i ziemskiej,
 - ruchu kołowego.

Ilustracją niektórych problemów związanych z naukowym odkryciem może być historia Daniela Shechtmana, który za badania struktury krystalicznej stopu glinu i manganu (kwazikryształy, 1982), otrzymał w 2011 roku nagrodę Nobla z chemii:

Gdy w kwietniu 1982 roku Daniel Shechtman spojrzął na wyniki swoich badań, sam nie mógł w nie uwierzyć. Obraz, jaki uzyskał z mikroskopu elektronowego, przeczył

zdrowemu rozsądkowi i podważał dotychczasowe reguły przyjęte przez naukę. Stop glinu i manganu tworzył kryształy o symetrii pięciokrotnej – coś, czego, jak się zdawało, w przyrodzie nie ma. Młody naukowiec pokazał wyniki swoich prac kolegom z laboratorium, ale, jak wspominał po latach, „ludzie po prostu śmiali mi się w twarz”. Opór środowiska był tak silny, że Shechtman został zmuszony do zmiany pracy, bo – jak określił to dyrektor administracyjny jego grupy badawczej – „przynosi wstyd kolegom”. Po powrocie do Izraela, Shechtman kontynuował swoje badania, a ich wyniki opublikował dwa lata po pierwszym odkryciu. Znalezienie pisma gotowego na druk jego pracy też nie było łatwe. Zanim zgodził się na to „Physical Review Letters”, dwa inne prestiżowe czasopisma jego artykuł odrzuciły. Nawet po publikacji środowisko naukowe nie zaakceptowało otrzymanych wyników. Jeden z największych naukowców swoich czasów, krytalograf i dwukrotny laureat Nagrody Nobla (z dziedziny fizyki i pokojowej) Linus Pauling stwierdził że „nie ma czegoś takiego jak kwazikryształy, są za to kwazinaukowcy. (T. Rożek, *Zabronione kryształy*, „Gość Niedzielny” 2011, nr 41, s. 52)

Problematyka odkrycia naukowego jest złożona i wieloaspektowa. Może być badana z różnych punktów widzenia i przez różne metanauki:

meta-metaprzmiotowy	np. filozofia metodologii	} ontologia nauki psychologia nauki historia nauki metodologia nauki epistemologia nauki socjologia nauki ekonomia nauki
metaprzmiotowy	METANAUKA	
poziom przedmiotowy	NAUKA	

Wśród wielu tendencji badawczych najczęściej wymienia się cztery, które analizują tę problematykę: historyczna, psychologiczna, epistemologiczna, metodologiczna. Każdy z tych sposobów prowadzenia badań koncentruje się na innym aspekcie dokonywanych w nauce odkryć.

Złożoność tej problematyki wynika również z wielości sposobów rozumienia samego pojęcia „odkrycie”. Wyróżnia się kilka **rodzajów odkryć**:

1. ze względu na przedmiot:
 - a. faktualne (empiryczne) – obiekty, stany rzeczy,
 - b. interpretacyjne (teoretyczne) – osiągnięcia w wymiarze teoretycznym, zwłaszcza tłumaczenia;
2. ze względu na charakter:
 - a. zrutynizowane – prowadzące do kumulatywnego rozwoju wiedzy,
 - b. rewolucyjne – wskazujące na nieciągły rozwój nauki.

Oprócz tych wyraźnie określonych rodzajów odkryć występują również przypadki mieszane.

Wszystko to sprawia, że sposób ujmowania problemu odkrycia naukowego we współczesnej filozofii nauki jest spluralizowany, a ściśle powiązanie refleksji metaprzmiotowej z praktyką badawczą prowadzi do wyraźnego ukierunkowania na pragmatyzm.

5. EPISTEMOLOGIA KONSENSUALNA

Podstawą tradycyjnej (empirystycznej) filozofii nauki były założenia empirystycznej teorii poznania. Nowa filozofia nauki wyrosła natomiast nie tyle z jakiejś założonej epistemologii, ile z refleksji nad praktyką badawczą w połączeniu z dostrzeżeniem nieowocności (nieadekwatności) tradycyjnych dociekań nad nauką. Wyniki tych badań doprowadziły do opracowania nowej epistemologii zwanej epistemologią konsensualną.

W tradycyjnej filozofii nauki wyraźnie odróżniano wiedzę (*episteme*) od przekonań (*doxa*). Wiedza (w przeciwieństwie do przekonań) musiała być z definicji prawdziwa (nie ma wiedzy fałszywej). **Postulat infallibilności** (pewności, niezmienności, niepodważalności) stanowił naczelne założenie logicznego empiryzmu. Oparty był na przekonaniu o:

- a. pewnym (niepodważalnym) punkcie wyjścia – czyste dane doświadczenia,
- b. niezawodnych narzędziach – logiczne procedury rozumowań.

W celu zrealizowania tego postulatu podejmowano próby eliminowania ludzkiej oceny w odniesieniu do teorii naukowych:

- ✓ algorytmizacja – redukcja wszystkich zdań teorii do funkcji prawdziwościowych złożonych jedynie ze zdań atomowych (Wittgenstein),
- ✓ logika indukcji oparta na teorii prawdopodobieństwa – układ reguł pozwalający określić stopień potwierdzenia hipotezy (teorii) przez dane empiryczne (neopozytywizm),
- ✓ reguła *tollendo tollens* – algorytm wykazujący fałszywość teorii w oparciu o zdania bazowe (falsyfikacjonizm Poppera).

Istota problemu polega na braku jasnej relacji pomiędzy obserwacją a teorią. Nawet w najprostszymi przypadkach (np. braku paralaksy gwiazdowej, perturbacjach orbit planet) niezgodność danych empirycznych z przewidywaniami teorii nie prowadzi do jej odrzucenia. Decyzję dotyczącą oceny tej niezgodności (uznanie jej za kontrprzykład bądź za problem badawczy) w każdym przypadku podejmują specjaliści. Historia nauki pokazuje, że decyzje te są fallibilne. Główny więc rdzeń tego sporu dotyka założeń tkwiących u podstaw różnych pojęć racjonalności.

W logicznym empiryzmie racjonalność utożsamiano z działaniem algorytmicznym, próbując eliminować w ten sposób rolę podmiotu poznającego. Wydaje się jednak, że w procedurach sprawdzania teorii nie wystarczą same reguły. Potrzebne jest bowiem odwołanie się do twórczego rozumu dokonującego osądu. Warto więc odnieść się do klasycznej koncepcji **człowieka praktycznie mądrego**, zawartej w arystotelesowskiej etyce. Dla Arystotelesa nauka jest dedukcyjnym dowodzeniem prawd koniecznych. Dowodzenie takie dokonuje się na podstawie zdań zarówno koniecznie prawdziwych, jak

i uznanych za prawdziwe. Ponieważ etyka nie spełnia tych kryteriów, nie mogła zostać uznana za naukę. Decyzje są w niej podejmowane po deliberacji, a jej wynikiem są wnioski, które nie są ani infallibilne, ani obiektywne w sensie pewności, że wszyscy w takiej samej sytuacji podejmą te same decyzje.

Zdolność podejmowania takich decyzji mają ci, którzy posiadają:

- praktyczną mądrość,
- odpowiednie doświadczenie,
- rozwiniętą sprawność deliberacji,
- umiejętność stosowania ogólnego prawa, zgodnie z jego duchem do konkretnych sytuacji.

Takie cechy można potraktować jako **wzorzec racjonalnego myślenia**, a obdarzonego nią człowieka uznać za wzór uczonego podejmującego decyzje dotyczące teorii naukowych.

Przykłady takich postaw i decyzji znajdujemy w historii nauki:

- ✓ perturbacje orbity Urana – teorię niezgodną z obserwacją należało (na podstawie reguł ówczesnej metodologii) odrzucić, jednak Leverier i Adams, nie przekreślając ogólnej reguły, zawiesili ją w tym konkretnym przypadku i podjęli inną decyzję;
- ✓ rozpad neutronu – proces ten był niezgodny z zasadą zachowania, jednak Pauli i Fermi zdecydowali, że ta niezgodność jest problemem badawczym, a nie świadectwem obalającym zasadę zachowania.

W obydwu przypadkach uczeni podjęli właściwą decyzję wbrew ogólnej regule metodologicznej. Tego typu umiejętność rozstrzygnięcia o sposobie potraktowania konkretnego, wyjątkowego przypadku stanowi miarę naukowej racjonalności. Potwierdza jednocześnie tezę o konieczności uwzględniania w analizach metodologicznych faktycznej praktyki badawczej.

Przedstawione cechy człowieka praktycznie mądrego stanowią wzorzec naukowej racjonalności w wymiarze indywidualnym. Współczesna nauka uprawiana jest przede wszystkim w zespołach badawczych. Problem racjonalności dotyczy w tym wypadku decyzji grupowych, podejmowanych w społeczności naukowców. W takiej sytuacji nawet racjonalna decyzja uczonego nie musi od razu oznaczać powszechnej zgody i natychmiastowego włączenia wyników jego badań do korpusu wiedzy. Żadna teza nie stanie się fragmentem nauki, dopóki nie zaakceptuje jej społeczność specjalistów w danej dziedzinie. Daje to większą możliwość korygowania błędów lub niekompetencji. Jednak nawet powszechna akceptacja nie wyklucza możliwości pomyłek.

Istnieją również **inne koncepcje racjonalności**. Wspomnimy tylko o funkcjonującym ich podziale ze względu na zamierzony cel:

- ✓ racjonalność praktyczna (dotycząca działań efektywnych, ukierunkowanych na sukces),
- ✓ racjonalność epistemiczna (dotycząca działań zmierzających do osiągnięcia prawdy).

Kwestia racjonalności, zwłaszcza w wymiarze epistemicznym, łączy się nierozdzielnie z **problemem prawdy**. W takiej perspektywie wiedza i prawda uznawane są za dopełniające się elementy teorii nauki. Wiedza stanowi zbiór twierdzeń uznanych przez naukowców. Może on być modyfikowany na podstawie nowych osiągnięć (zarówno empirycznych, jak i teoretycznych), które również są fallibilne i mogą podlegać kolejnym modyfikacjom. W związku z tym podnoszony bywa zarzut relatywizmu i historyzmu, dotyczący problemu określenia, które zdania w korpusie wiedzy są faktycznie prawdziwe.

Odpowiadając na ten zarzut, wskazuje się na trzy możliwe rozwiązania:

1. stworzenie nowej epistemologii przez wyeliminowanie pojęcia wiedzy naukowej i opracowanie nowej metody dokonywania refleksji nad nauką – oznaczałoby to prawdopodobnie trudności równie istotne, jak w przypadku tradycyjnej epistemologii;
2. kontynuowanie programu logicznego empiryzmu zmierzającego do skonstruowania logiki indukcji, dzięki której dałoby się liczbowo (za pomocą prawdopodobieństwa) określić stopień pewności wiedzy – co prawda nie wykazano, że projekt ten należy odrzucić, jednak jego nieefektywność podważyła podstawy logicznego empiryzmu;
3. uchylenie zarzutów relatywizmu i historyzmu i opracowanie nowego projektu badawczego, którego punktem wyjścia byłyby trudności logicznego empiryzmu, a podstawą – analiza wiedzy jako fallibilnego korpusu uznanych przez naukowców twierdzeń.

Podnoszone trudności ulegają osłabieniu, gdy zrezygnuje się z absolutystycznej epistemologii i z koncepcji wiedzy jako zbioru ostatecznie ustalonych prawd. Przyjęcie natomiast słabszej tezy, że nauka dąży jedynie do osiągnięcia racjonalnego konsensusu opartego na dostępnym świadectwie, uchyla zarzut o poznawczym relatywizmie. Podobnie z zarzutem historyzmu – jeśli określi się go jako pogląd, zgodny z którym wiedza naukowa jest zbiorem tez uznanych za taką przez społeczność naukowców, to zarzut ten jest bezzasadny. Nie ma bowiem kryteriów odróżniania tez uznanych ostatecznie za prawdziwe od tych, które należy odrzucić jako fałszywe. Zatem jedynym racjonalnym wyborem jest przyjęcie tezy, że wiedzę naukową tworzy fallibilny zbiór uznanych przez naukowców twierdzeń.

W analizach dotyczących prawdziwości używa się dwóch pojęć prawdy:

- ✓ **prawda₁** (prawda absolutna, ostateczna, stanowiąca cel dążeń poznawczych) – teoria jest prawdziwa₁, gdy jest zgodna z rzeczywistością;
- ✓ **prawda₂** (prawda związana z wiedzą) – każde zdanie będące fragmentem fallibilnej wiedzy jest zdaniem prawdziwym₂.

W analogiczny sposób określa się dwa pojęcia fałszu:

- ✓ **fałsz₁** – zdanie jest fałszywe₁, gdy nie jest tak, jak to zdanie głosi;
- ✓ **fałsz₂** – zdanie jest fałszywe₂, gdy zostało odrzucone przez aktualny konsensus.

Używając tak określonych pojęć możemy uznać, że wiedza naukowa jest prawdziwa₂ i znana jako prawdziwa₂. Lepiej też rozumiemy stwierdzenie, że teorie prawdziwe₂ w pewnym okresie, mogą być fałszywe₂ w innym, i odwrotnie. Przykładem takiej sytuacji jest teoria dryfu kontynentalnego – odrzucona w latach 20. XX wieku (wówczas fałszywa₂), w latach 70. została włączona do uznanej teorii wielkich kier litosfery (obecnie jest prawdziwa₂). Kwestią otwartą pozostaje pytanie, czy jest prawdziwa₁?

LITERATURA

- Bunge M., *Philosophy of Science*, vol. 2, New Brunswick, New Jersey: Transaction Publishers 1998.
- Feyerabend P.K., *Przeciw metodzie*, tłum. S. Wiertlewski, Wrocław: Siedmioróg 2001.
- Grobler A., *Metodologia nauk*, Kraków: Wydawnictwo Aureus, Wydawnictwo Znak 2006.
- Hajduk Z., *Metodologia nauk przyrodniczych*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2002.
- Hajduk Z., *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2011.
- Hajduk Z., *Temporalność nauki. Kontrowersyjne zagadnienia dynamiki nauki*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 1995.
- Heller M., *Filozofia nauki. Wprowadzenie*, Kraków: Petrus 2009.
- Pabis S., *Metodologia i metody nauk empirycznych*, Warszawa: PWN 1985.
- Wójcicki R., *Wykłady z metodologii nauk*, Warszawa: PWN 1982.
- Życiński J., *Elementy filozofii nauki*, Tarnów: Biblos 1996.

OBSERWACJA, EKSPERYMENT I METODA NAUKOWA

1. WSTĘP HISTORYCZNY

Eksperyment należy do centralnych kategorii metodologii nauk przyrodniczych i m.in. dlatego jego koncepcje powinny być modernizowane wraz z rozwojem nauki. Proces dostosowywania tej kategorii do zmieniającej się nauki nie zawsze jednak nadąża za dynamicznie rozwijającymi się naukami przyrodniczymi. Ukształtowane na XIX-wiecznej nauce pojęcie eksperymentu zestawiane było z pojęciem obserwacji i definiowane jako szczególnie jej rodzaj. Pomimo jednak tego, że tego typu próby pojawiają się od początku istnienia filozoficznej refleksji nad poznaniem naukowym, nie zostały wypracowane wiążące dystynkcje pojęciowe pomiędzy obserwacją i eksperymentem.

Można w tym miejscu zastanowić się nad genezą filozoficznej refleksji nad nauką. We współczesnej filozofii nauki przyjmuje się, że ta metanauka została ukonstytuowana wraz z pozytywizmem, który zawsze poznanie naukowe stawiał w centrum swoich zainteresowań badawczych. Z drugiej jednak strony, trzeba zauważyć, że metodologiczną refleksję nad nauką prowadził m.in. Arystoteles w swoim organonie (zwłaszcza w *Analitykach*) oraz większość wybitnych uczonych. Można kwestionować tezę, zgodnie z którą w starożytnej Grecji były ukonstytuowane nauki empiryczne, jednakże istnieją poważne argumenty by przyjąć, że w IV wieku przed Chr. była uprawiana astronomia, która spełniała standardy metodologiczne nauki empirycznej. Ożywienie refleksji metodologicznej nastąpiło jednak wraz z ukonstytuowaniem się nowożytnych nauk eksperymentalnych.

¹ Obszerne fragmenty niniejszego tekstu są uzupełnioną i zmodyfikowaną wersją artykułu Z. Roskał, *Tradycyjne i zmodernizowane koncepcje eksperymentu*, [w:] W. Depo, M. Leszczyński, T. Guz, *Veritatem in Caritate. Księga Jubileuszowa z okazji 70. urodzin Księdza Biskupa profesora Jana Śrutwy*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2011, s. 531–543.

Bardzo ważną rolę w rozwoju problematyki eksperymentu odegrała Akademia Eksperymentów (*Accademia del Cimento*) ze swoim słynnym hasłem: *Provando e riprovando*.

W najnowszych publikacjach z zakresu historii nauki zagadnienie to było szczególnie analizowane². Udokumentowany został wpływ uczonych z kręgu Akademii Eksperymentów na rozwój metody eksperymentalnej w XVII-wiecznej Europie, w szczególności zaś na uczonych z kręgów Royal Society wzorujących się zgodnie z tradycyjnymi wyobrażeniami głównie na pracach F. Bacona. Nie jest zgodna ze stanem współczesnych badań historycznych, często pojawiająca się w opracowaniach z zakresu metodologii nauk przyrodniczych, teza³, zgodnie z którą ideę eksperymentu jako kryterium rozstrzygającego należy wiązać głównie z pracami Galileusza i Newtona (tzw. eksperyment krzyżowy – dwie różne hipotezy mające się tak do siebie, że gdy jedna z nich zostaje potwierdzona przez eksperyment, to druga jest obalona). Idea eksperymentu krzyżowego najpełniej została rozwinięta w Akademii Eksperymentów, gdzie próbowano wykazać prawdziwość hipotezy Huygensa dotyczącej zjawiska Saturna i zarazem obalić hipotezę Fabriego-Diviniego.

Z kolei inna również często powielana teza, według której teorię eksperymentu budowali m.in. J.S. Mill, J.W. Whewell i J. Herschel, ale pełny i klasyczny wykład przedstawił Claude Bernard, gdyż pojawia się u niego koncepcja falsyfikacji znajduje potwierdzenie w pracach historyków nauki. Inną dobrze udokumentowaną konstatacją jest stwierdzenie, iż na przełomie XIX i XX wieku idea eksperymentu była przenoszona i aplikowana do socjologii, psychologii (psychologia eksperymentalna), filozofii (metafizyka indukcyjna), czy szerzej do humanistyki. Punktem wyjścia dla XIX-wiecznej refleksji metodologicznej były jednak uwagi na temat eksperymentu, jakie znajdujemy przede wszystkim m.in. Johna Herschela (1792–1871) i Claude’a Bernarda (1813–1878). Ten ostatni w swoim klasycznym już dziele wstępnie rozróżnia eksperyment od obserwacji na potrzeby filozofii medycyny⁴, twierdząc, że obserwacja wskazuje (informuje, opisuje), a eksperyment poucza (instruuje). „Dans le sens philosophique, l’observation montre et l’expérience instruit. Cette première distinction va nous servir de point de départ pour examiner les définitions diverses qui ont été données de l’observation et de l’expérience par les philosophes et les médecins”⁵. Należy też odróżnić wysiłki idące w kierunku zdefiniowania pojęć obserwacji i eksperymentu od prób uchwycenia istoty metody doświadczalnej (indukcyjnej, empirycznej) i metody eksperymentalnej. Tutaj jeszcze trudniej jest o podanie klarownych dystynkcji.

We współczesnej metodologii nauk przyrodniczych problematyka eksperymentu była wielokrotnie podejmowana, ale głównym przedmiotem zainteresowania były teorie.

² Por. m.in. M. Beretta, A. Clericuzio, L.M. Principe (eds.), *The Accademia del Cimento and its European Context*, Sagamore Beach: Science History Publications 2009.

³ Por. m.in., Z. Hajduk, *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: RW KUL 2000, s. 143.

⁴ C. Bernard oddziałł szczególnie silnie na reprezentantów „starszej” polskiej szkoły filozofii medycyny (m.in. Tytus Chałubiński, Feliks Nawrocki, Henryk Nusbaum, Feliks Szokalski).

⁵ C. Bernard, *Introduction à l’étude de la médecine expérimentale*, (1865) rep. Paris: Éditions Garnier-Flammarion 1966, s. 4

Według J. Sucha na miano „filozofów eksperymentu”, obok F. Bacona, zasługują dopiero twórcy tzw. nowego eksperymentalizmu⁶ (*New Experimentalism*), do których zalicza się zazwyczaj I. Hackinga, A. Franklina⁷ i P. Galisona. Teoretycyzm neopozytywistycznej proweniencji filozofii nauki został współcześnie poddany krytyce, co znalazło wyraz w szeregu publikacji⁸. Drugim źródłem renesansu problematyki eksperymentu były spektakularne sukcesy nauk eksperymentalnych i rosnąca w nich rola techniki. Próby filozoficznego ujęcia płodności poznawczej nowych metod skierowały zainteresowanie filozofów na problematykę eksperymentu. W wyniku tych tendencji we współczesnej metodologii nauk przyrodniczych pod wpływem nowego eksperymentalizmu, ale także rosnącego zainteresowania coraz bardziej pomysłowymi eksperymentami, wykorzystującymi najnowsze zdobycze techniki⁹, różnym aspektom problematyki eksperymentu poświęca się zdecydowanie więcej uwagi¹⁰.

⁶ J. Such, *O tak zwanych eksperymentach komplementarnych*, [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań WN IF UAM 1994, s. 123–132.

⁷ Por. M. Czarnocka, *Koncepcja eksperymentu Allana Franklina. Nowy eksperymentalizm na rozdrużu?* [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań: WM IF UAM 1994, s. 109–122, gdzie nowy eksperymentalizm jest krytykowany jako eklektyczny i filozoficznie niedojrzały kierunek w filozofii nauki nie rokujący nadziei na ujawnienie bogactwa epistemologicznych problemów kryjących się w naukach eksperymentalnych.

⁸ Por. m.in. I. Hacking, *Representing and Intervening, Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge: Cambridge University Press 1983; P. Galison, *How experiments end*, Chicago: University of Chicago Press 1987; A. Franklin, *Experiment, Right or Wrong*, Cambridge: Cambridge University Press 1990; D. Sobczyńska, *Sztuka badań eksperymentalnych. Z zagadnień filozofii i metodologii eksperymentu naukowego*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM 1993; D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań: WM IF UAM 1994; D. Sobczyńska, *Teoretycyzm vs eksperymentalizm we współczesnym spojrzeniu na naukę*, [w:] H. Korpikiewicz, E. Piotrowska (red.) *Alternatywy i przewartościowania we współczesnej filozofii nauki*, Poznań: IF UAM 1997, s. 49–67; D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań: WIF UAM 2003.

⁹ Por. m.in. Z. Roskal, *Eksperymentalny test ogólnej teorii względności*, „Roczniki Filozoficzne” 58 nr 1 (2010), s. 187–200, gdzie przykład takiego eksperymentu (Gravity Probe B) jest analizowany w aspekcie historyczno-metodologicznym. Nazwa ta (Gravity Probe B) wskazuje na kontynuację przedsięwzięcia badawczego (Gravity Probe A) podjętego przez Smithsonian Astrophysical Observatory i NASA w 1976 roku. Celem pierwszego z tej serii eksperymentów kosmicznych było zbadanie przewidywanej przez OTW grawitacyjnej dylatacji czasu. Eksperyment kosmiczny nazwany Gravity Probe B miał na celu przede wszystkim pomiar 1) krzywizny czasoprzestrzeni w okolicach Ziemi (efekt geodetyczny) oraz 2) tzw. efektu Lense-Thirringa z dokładnością do 1%. Pomiary te służą konfirmacji ogólnej teorii względności, ale także fałsyfikacji niektórych jej modyfikacji.

¹⁰ Por. m.in. D. Batens, J.P. van Dendegem (eds.), *Theory and Experiment. Recent insights and new perspectives on their relation*, Dordrecht – Boston: D. Reidel Publishing Co. 1988; R. Harré, *Great Scientific Experiments. 20 Experiments that Changed our View of the World* (tłum. pol. J. Kuryłowicz, *Wielkie eksperymenty naukowe*, Warszawa: Wiedza Powszechna 1991); J. Szymański, *Teknika a eksperymentalne sprawdzanie praw nauki*, Poznań: WAW 1994; W. Oktaba, *Historia teorii eksperymentu*, Lublin: LTN 2002. Na uwagę zasługują także monografie ukazujące rolę technologii

Dyskusja tradycyjnych i zmodernizowanych koncepcji eksperymentu (m.in. nowego typu eksperymentu zwanego *zdalnym eksperymentem kosmicznym*, ale także tzw. *eksperymentów komputerowych*) reflektowanych zarówno w dziełach wybitnych uczonych, jak i w dziełach teoretyków poznania naukowego¹¹ ma nie tylko wymiar teoretyczny, ale i praktyczny, gdyż umożliwia poprawę jakości kształcenia i staje się ważnym elementem praktyki edukacyjnej.

2. RELACJE OBSERWACJI I EKSPERYMENTU W REFLEKSJI METODOLOGICZNEJ

Historia i typologia pojęć obserwacji i eksperymentu ma bogatą literaturę, ale nie wiążą się z tym faktem jednoznaczne rozstrzygnięcia kwestii wzajemnych relacji tych pojęć. Na ogół jednak akceptowane jest stanowisko, według którego zakresy terminów *obserwacja* i *eksperyment* są rozłączne, trudno jednak przeprowadzić równie ostry podział w faktycznej praktyce językowej. Analizując wiele wypowiedzi, można wręcz odnieść wrażenie, że mamy do czynienia z identycznością zakresów tych terminów.

W polskiej literaturze metodologicznej istotne ustalenia terminologiczne w związku z problematyką obserwacji i eksperymentu zostały poczynione m.in. przez J. Sucha i Z. Cackowskiego¹². Drugi z tych autorów (Z. Cackowski) podjął się zadania sprecyzowania pojęcia obserwacji w kontekście ludzkiego działania. W tym celu wyróżnił cztery typy obserwacji 1) bierną i bezpośrednią, 2) bierną i pośrednią, 3) czynną i bezpośrednią oraz 4) czynną i pośrednią. Typ trzeci i czwarty zbliża obserwację do eksperymentu, ale zdaniem Cackowskiego obserwację należy odróżnić od eksperymentu. Nie mogą jednak do tego celu służyć – jak twierdzi – rozstrzygnięcia C. Bernarda, który przyjmował, że obserwacja w odróżnieniu od eksperymentu jest podwójnie bierna (w stosunku do przedmiotu i w stosunku do podmiotu). Po pierwsze jej bierność wobec poznawalnego **przedmiotu** wyklucza interwencję w jego strukturę, po drugie zaś bierność w zakresie **podmiotu** wyraża się tym, że podmiot nie narzuca wynikom obserwacji żadnej idei organizującej dane empiryczne. Zdaniem Cackowskiego rozwój nauki i towarzyszący mu rozwój refleksji metodologicznej zakwestionował ideę czystej obserwacji. Cackowski za-

w poznaniu naukowym i filozoficznym. Por. m.in. M. Bourguet, Ch. Licoppe, H. Sibum (eds.), *Instruments, Travel and Science. Itineraries of precision from the seventeenth to the twentieth century*, London – New York: Routledge 2002, C. Mitcham, *Thinking Through Technology. The path between Engineering and Philosophy*, Chicago – London: Chicago University Press 1994.

¹¹ Przede wszystkim mamy tu na uwadze artykuły: P. Nowak, *Obserwacja czy eksperyment? O badaniach naukowych prowadzonych w przestrzeni kosmicznej*, [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań: WIF UAM 2003, s. 211–234, S. Leciejewski, *Status eksperymentatora w naukach empirycznych a współczesne techniki informatyczne*, [w:] tamże, s. 159–187 i A. Szczuciński, *Eksperyment komputerowy. Przełom poznawczy?* [w:] tamże, s. 139–158.

¹² Por. m.in. J. Such, *Eksperyment* [w:] Z. Cackowski, J. Kmita, K. Szaniawski (red.), *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk – Łódź: Ossolineum 1987, s. 120–133; Z. Cackowski, *Obserwacja*, s. 433–444.

kwestionował też odróżnienie obserwacji od eksperymentu na podstawie kryterium materialnej interwencji w strukturę badanego obiektu. Jego zdaniem struktura czynności poznawczych w obserwacji materialnie aktywnej nie różni się istotnie od struktury tych czynności w eksperymencie. O różnicy między nimi decydują dopiero relacje obrazu zmysłowego do innych elementów struktury poznawczej. Według Cackowskiego z obserwacją mamy do czynienia wówczas, gdy rozstrzygnięciem pytania problemowego jest pojedyncze zdanie obserwacyjne (protokolarne, sprawozdawcze) lub zbiór takich zdań. **Obserwacją będzie zatem zdobywanie informacji realizujących funkcje poznawcze przy pomocy receptorów zmysłowych, które wystarczają do rozstrzygnięcia pytania problemowego.** W sytuacji, kiedy obraz zmysłowy obserwowanego przedmiotu wyrażony w zdaniach protokolarnych nie wystarcza do rozstrzygnięcia naukowego problemu, mamy do czynienia z eksperymentem. W eksperymencie uzyskana informacja zmysłowa (obserwacja) nie ma autonomicznego charakteru i pełni rolę jedynie przesłanki w złożonej procedurze zorientowanej na rozstrzygnięcie danego problemu naukowego.

Reasumując można zatem powiedzieć, że według Cackowskiego, który w nieznaczonym tylko stopniu uzupełnił propozycje C. Bernarda, **obserwacja przede wszystkim dostarcza wiedzy** (opisuje, informuje), zaś **eksperyment rozstrzyga** (poucza, instruuje) tam, gdzie obserwacja do tego celu nie wystarcza. Eksperyment jest zatem przedłużeniem i rozwinięciem obserwacji i można interpretować go jako bardziej wyrafinowaną obserwację, a nie zupełnie odmienną procedurę naukową.

Podjęty przez Cackowskiego problem był poruszany nie tylko przez Bernarda, ale dużo wcześniej był analizowany przez Johna Herschela, który we *Wstępie do badań przyrodniczych*¹³ wyróżnił dwa rodzaje doświadczenia nazwane przez niego obserwacją czynną i bierną¹⁴. W obu przypadkach mamy odwołanie się do świadectwa zmysłów, ale obserwacja czynna zakłada większy wpływ na przebieg obserwowanych zjawisk.

Precyzacja tych pojęć na tej drodze była bardziej obiecująca, ale angielski logik i ekonomista¹⁵, zajmujący się także metodologią nauk przyrodniczych, William S. Jevons

¹³ J.F. Herschel, *Discourse on the Study of Natural Philosophy*, London: Longman 1830. Wyd. pol. *Wstęp do badań przyrodniczych*, tłum. T. Pawłowski, Warszawa: PWN 1955.

¹⁴ Charakteryzując doświadczenie jako źródło wiedzy o przyrodzie J.F. Herschel zauważa, że „Doświadczenie można zdobywać dwoma sposobami. Po pierwsze – przez postrzeganie faktów tak, jak one się zdarzają, bez żadnej próby wpływania na częstość ich zachodzenia lub bez zmieniania okoliczności, w których występują: mienimy to *obserwacją*. Po drugie – przez wprawianie w ruch przyczyn i czynników, nad którymi mamy władzę, i przez umyślne urozmaicenie ich zestawień oraz rejestrowanie wynikłych skutków: nazywamy to *eksperymentem*. [...] Rozróżniając obserwację i eksperyment, nie pragniemy wszakże przeciwstawiać ich sobie. Są one w istocie bardzo podobne, różniąc się raczej stopniem niż rodzajem, tak iż terminy *bierna obserwacja* i *czynna obserwacja* oddawałyby może nawet lepiej ich odrębność”. Tamże, s. 76.

¹⁵ Był jednym z twórców tzw. szkoły neoklasycznej oraz gorącym zwolennikiem stosowania metod matematycznych do badania zjawisk gospodarczych. Nawiązał do koncepcji, która pojawiła się już w starożytności i zakładała relację pomiędzy zjawiskami kosmicznymi (plamy na Słońcu) i koniunkturą gospodarczą.

(1835–1882), bardzo zbliżył pojęcie obserwacji i eksperymentu, wprowadzając pojęcie eksperymentu naturalnego, który w jego rozumieniu polega na umiejętnym wykorzystaniu przebiegu zjawiska w taki sposób, by osiągnąć zamierzony cel poznawczy. Przykładowo twierdził, że obserwacja położenia gwiazdy przy próbie określenia jej paralaksy polegająca na wyborze odpowiedniego czasu, a zatem położenia Ziemi na orbicie wokółsłonecznej, pozwala mówić o eksperymentcie także w przypadku badań astronomicznych. Wybór miejsca obserwacji w przypadku badań meteorologicznych (np. u podnóża i na szczycie góry) w podobny sposób nadaje eksperymentalnego charakteru badaniom meteorologicznym, a zatem badaniu zjawisk, na które nie mamy wpływu¹⁶.

Tendencję utożsamiania kategorii obserwacji z kategorią eksperymentu najlepiej ilustruje wprowadzony przez D. Sobczyńską termin *eksperyment obserwacyjny*, który ma odnosić się do obserwacji astronomicznych prowadzonych na orbicie okołoziemskiej, np. obserwacje prowadzone przy pomocy teleskopu Hubble'a¹⁷.

Jeszcze bardziej pojęcia obserwacji i eksperymentu zostały zbliżone w przez M. Czarnocką, która wprowadziła aż sześć odmian obserwacji¹⁸. Według tej koncepcji eksperyment (obserwacja III) **to szczególnie typ obserwacji pozwalający na stworzenie bardziej dogodnego** (usuwanie czynników niepożądanych, unikanie przypadkowych błędów pomiarowych) i **poznawczo wartościowego** (ustalanie ścisłych zależności, badanie procesów nie występujących naturalnie w przyrodzie) **poła badawczego**. Czarnocka stawia tezę o braku radykalnych różnic pomiędzy obserwacją i eksperymentem i zarazem odrzuca tradycyjne przekonanie o istnieniu dychotomicznego podziału zbioru doświadczeń naukowych na dwa rozłączne podzbiory: obserwacji i eksperymentów. Autorka ta twierdzi, że różnica pomiędzy obserwacją i eksperymentem ma jedynie charakter ilościowy, wyrażający się w różnym stopniu dynamiki w konstruowaniu układu obserwacyjnego¹⁹.

¹⁶ Por. W.S. Jevons, *Zasady nauki*, t. 2, s. 8–14. Warto jednak zauważyć w kontekście stwierdzeń Jevonsa, że współczesna technika eksperymentalna (m.in. eksperyment Schaefera i Langmuira) dysponuje środkami wpływania na zjawiska meteorologiczne (np. wywoływanie deszczu /i śniegu/, czy rozpraszanie chmur). Kontrowersyjna jest natomiast teza, zgodnie z którą występują globalne zmiany klimatyczne pod wpływem działalności technicznej człowieka. Por. P.L. Hoag, *Weather Modification technology is in use today*, Emigrant, Montana: Yellowstone River Publishing 1998².

¹⁷ Por. D. Sobczyńska, *Sztuka badań eksperymentalnych*, Poznań: WN UAM 1993, s. 64–70.

¹⁸ M. Czarnocka, *Zmiany pojęcia obserwacji w naukach przyrodniczych*, „Panta Rei” 2 (1986): 219–244. Pojęcie obserwacji wprowadzone przez Czarnocką krytycznie omawia D. Sobczyńska, *Sztuka badań eksperymentalnych*, Poznań: WN UAM 1993, s. 62–64. Warto jednak zauważyć, że krytykę koncepcji obserwacji lansowanej przez Czarnocką można rozwinąć. Przede wszystkim należy podważyć zbyt daleko idący demarkacjonizm tej koncepcji, który prowadzi do jej nieadekwatności w stosunku do aktualnej praktyki badawczej. Współczesny eksperyment angażuje często wszystkie wymienione typy obserwacji na raz, i dlatego podział ten nie prowadzi do lepszego zrozumienia działalności eksperymentalnej. Można jednak twierdzić, że dodatkowe dystynkcje pojęciowe są zawsze poznawczo cenne.

¹⁹ Por. M. Czarnocka, *Obserwacja a eksperyment*, „Studia Filozoficzne” 4 (1989): 117–131.

W metodologii nauk przyrodniczych została także wypracowana koncepcja, zgodnie z którą obserwację rozumie się jako szczególny przypadek eksperymentu. Z taką propozycją wystąpił J. Giedymin. Według niego obserwacją jest eksperyment w sensie szerszym, który odróżnia od eksperymentu w sensie węższym²⁰. Koncepcja eksperymentu Giedymina jest tak szeroka, że obejmuje nie tylko obserwację, ale nawet sam program testowania hipotezy badawczej. „Eksperymentem w sensie szerszym nazywa się każdą obserwację przeprowadzoną lub planowaną dla rozstrzygnięcia pytania dotyczącego zjawiska nieobserwowalnego. W obu przypadkach nazywa się czasem eksperymentem nie samą tylko operacją manipulowania czynnikami lub samą obserwacją, a program (lub schemat) sprawdzenia jakiejś hipotezy lub rozstrzygnięcia między kilku hipotezami przy pomocy takiej operacji”²¹.

Problematyką eksperymentu, zwłaszcza jego relacji do pojęcia naukowej obserwacji, zajmował się także S. Wójcicki, który w monografii zatytułowanej *Zasady eksperymentu* pojmuje eksperyment naukowy jako jedno z ogniw metody indukcyjnej, tzn. metody nauk przyrodniczych. Wykorzystując metaforę wprowadzoną przez Kanta²² i utrwaloną przez H. Reichenbacha, zgodnie z którą eksperyment to pytanie skierowane do przyrody, Wójcicki uzupełnia ją o stwierdzenie: „Posługując się odpowiednimi wskazówkami, eksperymentator sztucznie wywołuje jakieś zjawisko, które dostarcza mu odpowiedzi twierdzącej bądź przeczącej”²³. Według Wójcickiego „[...] Z punktu widzenia metodologii nauk eksperyment naukowy jest jednym z ogniw metody badań panującej w naukach przyrodniczych, a mianowicie metody indukcyjnej. Metoda ta polega na obserwowaniu faktów, eksperymentowaniu, tłumaczeniu danych uzyskanych na podstawie obserwacji przez hipotezy oraz wysnuwaniu z tych hipotez wniosków o innych faktach. Podstawowym źródłem wiedzy w tej metodzie jest doświadczenie, któremu faktów z kolei dostarcza obserwacja lub rozwinięty z naturalnej obserwacji eksperyment”²⁴.

Metafora Kanta jest także punktem wyjścia dla rozważań metodologicznych poświęconych pojęciu eksperymentu J. Szymańskiego²⁵. Autor ten traktuje Kantowską metaforę jako definicję, a nawet krytykuje Reichenbacha za jej nieadekwatność (za wąską), gdyż nie uwzględnia eksperymentów w naukach społecznych. Ten filozof techniki krytykuje również koncepcję obserwacji jako czystej recepcji danych, w niczym niezaburzającej przedmiotu poznania. Według niego „Niemał każda obserwacja związana

²⁰ Eksperyment w sensie węższym definiuje jako „[...] taką sytuację badawczą, w której eksperymentator może manipulować dowolnie, chociaż w pewnych granicach, pewnymi cechami sytuacji, o których przypuszcza, że są czynnikami determinującymi pojawienie się lub nieobecność danego zjawiska nieobserwowanego”. J. Giedymin, *Problemy, założenia, rozstrzygnięcia*, Poznań 1964, s. 57.

²¹ Tamże.

²² Genealogia tej metafory jest starsza, gdyż używał jej już Leonardo da Vinci, ale Kant rozpoznał ją na tyle, że można wiązać ją z twórcą filozofii transcendentalnej.

²³ S. Wójcicki, *Zasady eksperymentu*, Warszawa: W MON 1964, s. 11.

²⁴ Tamże.

²⁵ J. Szymański, *Technika a eksperymentalne sprawdzanie praw nauki*, Poznań; WAW 1994, s. 30

jest z pewnym, chociażby minimalnym działaniem na otoczenie”²⁶. Szymański wyróżnia jednak skutki działania poznawczego, które: 1) są jedynie zauważalne w skali makroskopowej i dlatego – według niego – obojętne dla obserwacji oraz 2) deformują przedmiot poznania. W dalszych fragmentach swojej pracy próbował uzasadnić tezę, zgodnie z którą utożsamienie eksperymentu z jego funkcją testowania hipotez i ingerowania w badane zjawiska prowadzi do trudności z wyróżnieniem tych dwóch metod badawczych. W konkluzji swojego rozumowania stwierdza, że **dotychczasowe definicje doświadczenia (obserwacji) i eksperymentu są wadliwe i w efekcie nie pozwalają na wyróżnienie metody eksperymentalnej wśród innych metod badawczych.**

Obok części krytycznej praca Szymańskiego zawiera też część konstruktywną, w której przede wszystkim można znaleźć definicje obserwacji i eksperymentu – zdaniem jej autora – pozbawione wad, które posiadały wcześniejsze definicje. Według Szymańskiego:

1. „Obserwacja polega na dążeniu do rozpoznania właściwości interesującego nas obiektu bądź przebiegu jakiegoś naturalnego procesu w sytuacji nie zmniejszonej przez człowieka, przy czym jakiegokolwiek nasze zakłócające działanie zalicza się do zjawisk niepożądanych;
2. Eksperyment zmierza zaś do takiego celowego przetworzenia przedmiotu poznania, które polega na przystosowaniu go do zadań stawianych przez badacza”²⁷.

W nowszych pracach pojęcie eksperymentu w dalszym ciągu konstruowane jest w oparciu o klasyczną opozycję na osi eksperyment-obserwacja²⁸. W. Patryas w swojej monografii na temat eksperymentu²⁹ twierdzi, że „[...] różnica między obserwacją a eksperymentem jest następująca: w eksperymencie przez czynności fizyczne (między innymi) minimalizuje się wielkości uboczne, przy obserwowaniu zaś czynności minimalizujących wielkości uboczne nie wykonuje się. [...] Staje się jasne, dlaczego w astronomii przeprowadza się obserwacje. Trudno bowiem żądać od astronoma, aby na przykład usuwał on pył międzygwiazdny”³⁰.

²⁶ J. Szymański, *Technika a eksperymentalne sprawdzanie praw nauki*, Poznań; WAW 1994, s. 32.

²⁷ Tamże, s. 35–36.

²⁸ „Przez eksperyment rozumie się najczęściej zabieg badawczy, polegający na celowym wywołaniu określonego zjawiska (lub jego zmiany) w warunkach sztucznie wytworzonych (laboratoryjnych) oraz zbadaniu jego przebiegu, cech lub zależności między nimi a czynnikami mogącymi wpływać na jego charakter”. A. Szczuciński, *Eksperyment komputerowy. Przełom poznawczy?* [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań: WIF UAM 2003, s. 139. „Eksperyment nie jest prostą obserwacją tego, co doświadczenie przynosi. Eksperyment polega na zaaranżowaniu sytuacji stwarzającej okazję do obserwacji, która bez planowego działania uczono-mogłaby się nie nadarzyć”. A. Grobler, *Metodologia nauk*, Kraków: ZNAK 2006, s. 24.

²⁹ W. Patryas, *Eksperyment a idealizacja*, Warszawa-Poznań 1976.

³⁰ Tamże, s. 21. Anachroniczność takich stwierdzeń najlepiej widać, kiedy zestawia się je ze współczesnymi metodami obserwacji w astronomii, wykorzystującymi tzw. optykę adaptacyjną. Pyłu

Po linii wytyczonej przez J. Herschela, W.S. Jevonsa³¹ i W. Patryasa idzie również Z. Hajduk, pojmując eksperyment w kontekście metody indukcyjnej jako rodzaj obserwacji czynnej. Według Hajduka: „Obserwacja jest to planowe i systematyczne postrzeganie zdarzenia lub obiektu, które jest odpowiedzią na jakieś pytanie. Postrzeganie to może mieć charakter a) jakościowy (czy jest i jakie jest?), b) ilościowy (liczenie i pomiar przedmiotów)”³². Eksperyment natomiast to „[...] obserwacja czynna (sprowokowana). Obserwacja następuje po czynnościach przygotowawczych. Najpierw wywołujemy zdarzenie, potem następuje przebieg i obserwacja. Inaczej mówiąc, eksperyment to dowolne wywołanie zjawiska w określonych warunkach dla dokonania obserwacji. Od obserwacji różni się tym, że bada się zjawiska, na których powstanie i przebieg się wpływa”³³.

Pojęcie eksperymentu trochę odmiennie definiowane jest przez tego autora w *Powszechnej encyklopedii filozofii*, gdzie pisze, że eksperyment to „[...] dowolnie powtarzalne wywoływanie zjawiska (zdarzenia, stanu rzeczy) przyrodniczego, psychicznego, społecznego; wpływanie na jego przebieg w kontrolowalnych warunkach i poddawanie go systematycznej obserwacji; nazywany też «doświadczeniem» – polega na obserwacji czynnej (sprowokowanej)”³⁴.

3. NOWSZE KONCEPCJE EKSPERYMENTU

Przed wszystkim, co zauważono już w drugiej dekadzie XX wieku (R.A. Fisher), eksperymentowanie wiąże się nierozłącznie z wykorzystywaniem metod statystyki matematycznej. Ten stan rzeczy wynika głównie z tego, że złożoność badanych obiektów powoduje, iż mierzy się coraz więcej wielkości fizycznych, które pozostają w trudnych do określenia i często niepoznanych relacjach. Poza tym istnieją czynniki, które w istotny sposób modyfikują badane zjawiska, ale pomijane z różnych względów w procedurach pomiarowych.

Nowe koncepcje eksperymentu zestawione z tradycyjną koncepcją obserwacji zaproponował już stosunkowo dawno S. Pabis. Według niego z obserwacjami mamy do czynienia wówczas, „[...] gdy badacz B, lub inaczej system badający B, może tylko odbierać sygnały pochodzące z systemu badanego S i nie wywiera na ten system żadnego wpływu. [...] Przykładem obserwacji są np. badania prowadzone przez astronomów”³⁵.

międzygwiazdowego co prawda się nie usuwa, ale np. fluktuacje (turbulencje) atmosfery zaburzające obraz gwiazdy są eliminowane w układzie optycznym teleskopu. Przy czym – oczywiście – nie chodzi o usunięcie zjawiska, ale wyeliminowanie zakłóceń, które powoduje w trakcie obserwacji.

³¹ W.S. Jevons, *The Principles of Science* (tłum. pol. M. Choynowski, B.J. Gawecki, *Zasady nauki. Traktat o logice i metodzie naukowej*, t. 1–2, Warszawa: PWN 1960).

³² Z. Hajduk, *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: RW KUL 2000, s. 142.

³³ Tamże, s. 143.

³⁴ A. Maryniarczyk (red.), *Powszechna Encyklopedia Filozofii*, Lublin: Polskie Towarzystwo Tomasz z Akwinu 2002, t. 3, s. 83.

³⁵ S. Pabis, *Metodologia i metody nauk empirycznych*, Warszawa: PWN 1985, s. 59.

Z tą standardową w filozofii nauki koncepcją zestawia nowsze ujęcie kategorii eksperymentu, którą według niego będą stanowić „[...] procesy badawcze, podczas których badający system B steruje działaniem systemu S w czasie wykonywania pomiarów. Przykładem takich eksperymentów są eksperymenty przeprowadzane na pokładach pojazdów kosmicznych, w tym także załogowych. Realizujących programy badawcze w powiązaniu z odpowiednimi ośrodkami lotów kosmicznych zlokalizowanych na Ziemi”³⁶. Nowe w tym ujęciu są z pewnością przykłady i język nawiązujący do terminologii informatyki i teorii systemów, ale wątki, na których utkane są nowe koncepcje należą do starej tradycji empirystycznej.

Do koncepcji eksperymentu Pabisa nawiązał, aczkolwiek *explicite* nie wymienił jej w swoim artykule, P. Nowak, wprowadzając kategorię eksperymentu zwaną eksperymentem kosmicznym³⁷, który tym różni się od eksperymentów tradycyjnych, że tego typu badania przeprowadza się w warunkach nieważkości (mikrograwitacja) na orbicie okołoziemskiej. Nowak przywołał w swoim artykule nowe typologie eksperymentów wyróżniając: 1) biologiczne eksperymenty kosmiczne (*Space Biology Experiments*), 2) medyczne eksperymenty kosmiczne (*Human Life Science Experiments*) oraz 3) techniczne eksperymenty kosmiczne (*Space Technology Experiments*). Według innego kryterium podziału tego typu eksperymentów wyróżnia się: 1) klasyczne eksperymenty kosmiczne, w których eksperymentującym podmiotem jest astronauta i 2) zdalne eksperymenty kosmiczne prowadzone przy pomocy sterowanej z Ziemi aparatury badawczej umieszczonej w przestrzeni pozaziemskiej.

Istotne zmiany przede wszystkim w zakresie typologii eksperymentu, ale także w zakresie koncepcji eksperymentu, pojawiły się w związku z nowymi możliwościami jakie stworzyła technika komputerowa. Jak zauważa A. Szczuciński szerokie zastosowania komputerów w badaniach fizycznych i astrofizycznych (m.in. do dynamicznego modelowania zjawisk przyrodniczych) doprowadziło do sytuacji, w której tradycyjny podział na nauki teoretyczne i doświadczalne został zakwestionowany³⁸.

Najlepiej ilustruje tę trudność sytuacja, w której komputery przełamują problemy związane z przeprowadzeniem doświadczenia. Fizycy używają kategorii eksperymentu komputerowego lub tzw. doświadczenia wspomaganego komputerowo. Traktują jednak tego typu doświadczenia jako wstępny etap działalności badawczej. Zdarzają się jednak sytuacje, w których z uwagi na ekonomiczne lub technologiczne bariery, niemożliwe jest przeprowadzenie eksperymentów w tradycyjnym tego słowa znaczeniu. Przykładem mogą być symulacje komputerowe procesów zachodzących w gwiazdach neutronowych czy nawet ewolucję galaktyk i całego wszechświata. Prowadzi to także do przełamania tradycyjnych wyobrażeń o astronomii jako nauce obserwacyjnej.

³⁶ Tamże, s. 60.

³⁷ Pojęcie eksperymentu kosmicznego wykorzystane przez Nowaka pochodzi od A.D. Ursuła, ale podawane jest za pracą D. Sobczyńska, *Sztuka badań eksperymentalnych*, s. 148.

³⁸ Por. A. Szczuciński, *Eksperyment komputerowy. Przełom poznawczy?* [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań: WIF UAM 2003, s. 140.

Współczesna astronomia wykazuje cechy nauki eksperymentalnej, czego wyrazem jest wychodzące już od 27 lat czasopismo pt. *Astronomia Eksperymentalna (Experimental Astronomy. Astrophysical Instrumentation and Methods)*, w którym publikowane są artykuły m.in. na temat nowych technik teledetekcji oraz eksperymentów kosmicznych. Programy komputerowe pozwalają także na badanie konsekwencji zmodyfikowanych praw przyrody i na tej drodze testowania zasad antropicznych. Tego typu eksperymenty przypominają próby kreacji świata. Aczkolwiek jest to świat tylko wirtualny, to jednak badanie takiego świata przyczynia się do lepszego poznania świata rzeczywistego.

4. TYPY EKSPERYMENTÓW

We współczesnej metodologii nauk przyrodniczych wyróżnia się następujące typy eksperymentów:

1. **myślowy** – nie dokonuje się tu żadnych operacji na przedmiotach fizycznych (np. rozważa się zachowanie układu fizycznego w określonej sytuacji). Termin *eksperyment myślowy* jest niewątpliwie oksymoronem. Jednakże tzw. eksperymenty myślowe spotykamy w XX-wiecznej fizyce, zwłaszcza w Szczególnej i Ogólnej Teorii Względności (m.in. winda Einsteina), w mechanice kwantowej (m.in. kot Schrödingera), ale także w historycznych teoriach fizycznych, z takim typem „eksperymentu” spotykamy się m.in. u Galileusza (m.in. eksperymenty z rzucaniem przedmiotów różniących się ciężarem) i Newtona (m.in. eksperyment z wiadrem). Bardzo dużo eksperymentów myślowych zostało przedstawione w trakcie polemiki, jaką toczyli Bohr z Einsteinem na temat interpretacji mechaniki kwantowej.
2. **diagnostyczny** – tj. taki, typ eksperymentu, którego głównym celem jest zaklasyfikowanie badanego obiektu do określonej kategorii obiektów, w ramach pojęciowych wyznaczonych przez akceptowane teorie. Przykładem eksperymentu diagnostycznego są badania pozwalające rozstrzygnąć, czy próbka danego materiału zawiera określoną substancję. Eksperymenty diagnostyczne rutynowo przeprowadzone są w ramach badań klinicznych.
3. **krzyżowy** (*experimentum crucis*) – eksperyment rozstrzygający, jest to taki typ eksperymentu, którego zadaniem jest rozstrzygnięcie, która z dwóch konkurencyjnych i znajdujących się w relacji alternatywy rozłącznej hipotez jest prawdziwa lub przynajmniej bardziej prawdopodobna. Pojęcie to pojawiło się już u F. Bacona, który pisał, że „Kiedy przy badaniu jakiejś własności rozum znajduje się jakby na szalkach wagi, i ponieważ często, a nawet zwykle razem występuje więcej własności, nie jest pewny, którą z dwóch, a niekiedy którą z kilku własności ma uważać albo uznawać za przyczynę własności badanej, to wtedy wypadki-drogowskazy pokazują, że łączność jednej z tych właściwości z własnością badaną jest pewna i nierozzerwalna, drugiej zaś – zmienna i niestała.

W ten sposób kwestia zostaje rozwiązana: ową pierwszą własność przyjmuje się jako przyczynę, drugą zaś pomija się i odrzuca”³⁹. Według Bacona istnieją tzw. *experimenta lucyfera*, których celem jest czysto poznawcze (teoretyczne) badanie przyrody oraz, tzw. *experimenta fructifera*, które są podejmowane w celach praktycznych (wytwarzanie dóbr materialnych). Pojęcie eksperymentu krzyżowego jest kontrowersyjne we współczesnej metodologii nauk empirycznych. Krytycy tej koncepcji twierdzą, że taki eksperyment nie jest możliwy, gdyż nie można wyizolować z kontekstu jedynie dwóch hipotez opozycyjnych. Jednym z częściej wymienianych przykładów eksperymentu krzyżowego jest eksperyment wykonany przez Foucaulta. Eksperyment został zaprojektowany w celu rozstrzygnięcia czy hipoteza falowa, czy hipoteza korpuskularna światła jest prawdziwa, i polegał na pomiarze prędkości światła w powietrzu i w wodzie. Eksperyment Foucaulta dowiódł, że prędkość światła w powietrzu jest większa niż w wodzie i tym samym potwierdził falową teorię światła, a obalił hipotezę korpuskularną (w jej ówczesnej postaci). Współczesne interpretacje tego eksperymentu pokazują, że nawet po obaleniu hipotezy korpuskularnej była ona rozwijana i ostatecznie pojawiła się taka teoria światła, która łączyła opozycyjne, jak wcześniej sądzono hipotezy. Jak ujął to jeden z XX-wiecznych filozofów nauki: „[...] nauka może eliminować hipotezy, chociaż [...] wskutek błędów doświadczalnych nawet tzw. *obalenia* czynią teorię tylko mało prawdopodobną, nie dowodzą jednak z pewnością jej fałszywości. Wynikiem ciągłego eksperymentowania jest nadawanie teorii większego lub mniejszego prawdopodobieństwa”⁴⁰.

Wśród innych typologii eksperymentów wymienia się m.in. takie ich rodzaje, jak: odkrywcze, dydaktyczne, orientacyjne czy kontrolne. Mówi się też o eksperymentach negatywnych (obalenie, refutacja hipotezy) lub pozytywnych (potwierdzenie, konfirmacja hipotezy). W procedurze eksperymentalnej wyróżnia się m.in. takie etapy (kroki), jak: 1) postawienie pytania, 2) wysunięcie odpowiedzi tymczasowej (hipotezy), 3) interpretacja wyników.

5. TERMIN I POJĘCIE METODY NAUKOWEJ

Etymologia terminu *metoda* wywodzi go z języka greckiego (*ta methá ta hodós* = po wyznaczonej drodze) i wskazuje, na metaforę drogi, która ma przybliżyć pojęcie metody. Znaczenie tego terminu w dużej mierze utożsamia się z systematycznie stosowanym sposobem postępowania (badania). Aczkolwiek termin „sposób” jest intuicyjnie zrozumiały, to jednak wymaga dookreślenia. Precyzując znaczenie tego terminu, powiemy,

³⁹ F. Bacon *Novum Organum*, Warszawa: PWN 1955, s. 258–259

⁴⁰ J. Kemeny, *Nauka w oczach filozofa*, Warszawa 1967, s. 122.

że jest to pewna postać (forma) działania, która może być wyartykułowana przy pomocy dyrektyw (zespołu przepisów) wyznaczających to postępowanie. Sposób postępowania można zatem utożsamiać ze spójną logicznie grupą przepisów (reguł) działania, które mają zwiększyć jego efektywność. Przepisy te mogą odnosić się do dowolnego działania, ale w przypadku metody wyznaczają sposób naukowego badania. Metoda zatem wskazuje na taki sposób postępowania, który charakteryzuje systematyczność i powtarzalność. W pojęciu metody zawarty jest element normatywny, gdyż narzuca z wielu możliwych pewien sposób działania oraz wyznacza kryteria jego wartościowania. Pojęcie metody nie ogranicza się tylko do wskazania sposobu działania, ale także determinuje środki stosowane w tym działaniu, a nawet zespół założeń przyjętych jako ramowe wytyczne działania. Metoda naukowa nie może być utożsamiana z techniką uprawiania nauki, którą można by zalgorytmizować.

W pojęciu metody zawarty jest także moment kreatywności. Należy także podkreślić pluralizm metod w ogóle, w szczególności zaś pluralizm metod naukowych. Pojęcie metody naukowej jest nie tylko bogate, ale i heterogeniczne. W pojęciu metody naukowej akcent położony jest przede wszystkim na dobór stosowanych środków badawczych, które niekoniecznie muszą mieć elementarny charakter. Należy też pamiętać, że sposoby naukowego badania są wyznaczane przez przedmiot badań. Dlatego pojęcie metody jest pochodną przedmiotu i sposobu problematyzowania. Rozwiązanie dobrze wyartykułowanego problemu zależy od metody, która nie jest czymś autonomicznym, ale tylko narzędziem służącym do rozwiązania problemu. Pojęcie metody naukowej jest także sprzężone z koncepcją nauki do tego stopnia, że może nawet służyć do definicji nauki. Istotnym źródłem nowych metod są nowe technologie oraz proces sprzęgania, często oddalonych od siebie, technologii w celu eksplorowania dotychczas nieosiągalnych obszarów rzeczywistości. Eksperyment Gravity Probe B jest przykładem dobrze ilustrującym tendencję osiągnięcia tych samych celów naukowych przy pomocy nowych metod.

Tradycyjnie wśród rodzaju metod wyróżnia się metody dedukcyjne i indukcyjne (empiryczne), ale kategorie te są zbyt ogólne i nie służą charakterystyce współczesnych sposobów badania naukowego. Dodatkowe podziały metod ze względu na etapy lub pierwsze źródła wiedzy też nie wnoszą nic nowego i nie przybliżają współczesnej praktyki naukowej. Taka typologia jest reliktem zastosowań przestarzałej filozofii do analizy współczesnej nauki. Opozycją dla współczesnej metody naukowej stosowanej w naukach empirycznych jest tzw. metoda scholastyczna, która nie była metodą naukowego badania, ale raczej metodą dydaktyczną służącą do porządkowania wykładanego przedmiotu. W jej skład wchodziły następujące etapy:

1. objaśnienie (często etymologiczne) używanych terminów (*status quaestionis*),
2. prezentacja opozycyjnych rozwiązań omawianej kwestii (*adversarii*),
3. przedstawienie wstępnej argumentacji na rzecz bronionej tezy (*probatum thesis*),
4. zgłoszenie możliwych zastrzeżeń (*obiectioes*) oraz dodatkowych uzupełnień w postaci korolariów, apendixów i scholionów.

Metody naukowe współczesnej nauki są proliferowane wskutek rozwoju nowych technologii, ale także w wyniku zastosowań coraz doskonalszych technik rachunkowych oraz rozwoju statystyki matematycznej. Nowe techniki badawcze zyskują także nauki humanistyczne, m.in. historia i archeologia. Do standardowo stosowanej metody datowania przy pomocy radioaktywnego izotopu węgla ^{14}C dochodzą nowe metody, tj. metoda elektrooporowa. Obecność tych metod w tych naukach upodabnia je do nauk przyrodniczych.

LITERATURA

- Batens D., J.P. van Dendegem (eds.), *Theory and Experiment. Recent insights and new perspectives on their relation*, Dordrecht – Boston: D. Reidel Publishing Co. 1988.
- Beretta M., A. Clericuzio, L.M. Principe (eds.), *The Accademia del Cimento and its European Context*, Sagamore Beach: Science History Publications 2009.
- Bernard C., *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, (1865) rep. Paris: Éditions Garnier-Flammarion 1966.
- Bourguet M., Ch. Licoppe, H. Sibum (eds.), *Instruments, Travel and Science. Itineraries of precision from the seventeenth to the twentieth century*, London – New York: Routledge 2002.
- Cackowski Z., J. Kmita, K. Szaniawski (red.), *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk – Łódź: Ossolineum 1987.
- Czarnecka M., *Obserwacja a eksperyment*, „Studia Filozoficzne” 4 (1989), s. 117–131.
- Czarnecka M., *Zmiany pojęcia obserwacji w naukach przyrodniczych*, „Panta Rei” 2 (1986), s. 219–244.
- F. Bacon *Novum Organum*, tłum. pol. J. Wikarjak, Warszawa: PWN 1955.
- Franklin A., *Experiment, Right or Wrong*, Cambridge: Cambridge University Press 1990.
- Galison P., *How experiments end*, Chicago: University of Chicago Press 1987.
- Giedymin J., *Problemy, założenia, rozstrzygnięcia. Studia nad logicznymi podstawami nauk społecznych*, Poznań: PWN 1964.
- Grobler A., *Metodologia nauk*, Kraków: Wydawnictwo Aureus, Wydawnictwo Znak 2006.
- Hacking I., *Representing and Intervening, Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge: Cambridge University Press 1983.
- Hajduk Z., *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2000.
- Harré R., *Wielkie eksperymenty naukowe*, tłum. J. Kuryłowicz, Warszawa: Wiedza Powszechna 1991.
- Herschel J.F., *Wstęp do badań przyrodniczych*, tłum. T. Pawłowski, Warszawa: PWN 1955.
- Jevons W.S., *Zasady nauki. Traktat o logice i metodzie naukowej*, tłum. M. Choynowski, B.J. Gawecki, t. 1–2, Warszawa: PWN 1960.
- Kemeny J., *Nauka w oczach filozofa*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa: PWN 1967.
- Korpiakiewicz H., E. Piotrowska (red.) *Alternatywy i przewartościowania we współczesnej filozofii nauki*, Poznań: WIF UAM 1997.
- Mitcham C., *Thinking Through Technology. The path between Engineering and Philosophy*, Chicago – London: Chicago University Press 1994.

- Oktaba W., *Historia teorii eksperymentu*, Lublin: Lubelskie Towarzystwo Naukowe 2002.
- Pabis S., *Metodologia i metody nauk empirycznych*, Warszawa: PWN 1985.
- Patryas W., *Eksperyment a idealizacja*, Poznań: PWN 1976.
- Roskal Z., *Eksperymentalny test ogólnej teorii względności*, „Roczniki Filozoficzne” R. 58, nr 1 (2010): 187–200.
- Sobczyńska D., P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań: WIF UAM 2003.
- Sobczyńska D., P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań: WN IF UAM 1994.
- Sobczyńska D., *Sztuka badań eksperymentalnych. Z zagadnień filozofii i metodologii eksperymentu naukowego*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM 1993.
- Szymański J., *Technika a eksperymentalne sprawdzanie praw nauki*, Poznań: WAW 1994.
- Wójcicki S., *Zasady eksperymentu*, Warszawa: W MON 1964.

PRAKTYKA NAUKOWA – HISTORIA I WSPÓŁCZESNOŚĆ

1. ODKRYCIE PIERŚCIENIA SATURNA¹

Badania Saturna mają długą tradycję sięgającą astronomii babilońskiej, ale dotyczyły one głównie ruchu tej planety i wpisywały się w modyfikację istniejących modeli ruchu planet. Na gruncie astronomii europejskiej pierwszy wkład w rozwój tych modeli zawierał system sfer homocentrycznych Eudoksosa-Kallipposa². Treści symboliczne, jakie wiązano z tą błędzącą gwiazdą, były z kolei ujmowane w ramach astrologii³, ale przypisywane Saturnowi cechy były tylko powierzchownie zakorzenione w obserwacjach tej planety. Chtoniczna natura Saturna została rozpoznana dopiero w nowożytnej astronomii dzięki obserwacjom teleskopowym. Od kiedy Galileusz w swoim teleskopie najwyższą planetę ujrzał jako potrójną, Saturn stał się przedmiotem systematycznych badań, mających na celu zinterpretowanie zagadkowego obrazu planety.

Cztery miesiące po opublikowaniu *Gwiezdnego zwiastuna* (*Sidereus Nuncius*) –

¹ Niniejszy fragment jest uzupełnioną i zmodyfikowaną wersją jednego z paragrafów artykułu Z. Roskal, *Proteus caelestis XVII-wiecznej astronomii* [w:] S. Janeczek (red.), *Oblicza filozofii XVII wieku*, Lublin 2008, s. 407–422.

² Obszernie zagadnienie to jest omawiane w Z. Roskal, *Astronomia matematyczna w nauce greckiej*, Lublin: RW KUL 2002, s. 69–77.

³ Por. m.in. R. Klibansky, E. Panofsky, F. Saxl, *Saturn and Melancholy: Studies in the History of Natural Philosophy, Religion and Art*, 1964 (tłum. pol. A. Kryczyńska, *Saturn i melancholia. Studia z historii, filozofii, przyrody, medycyny, religii oraz sztuki*, Kraków: Universitas, 2009), gdzie szczegółowo analizowana jest przypisywana Saturnowi melancholia. Z Saturnem astrologia wiąże jeszcze takie cechy, jak: wyrozumiałość, mądrość i wytrwałość, ale także podejrzliwość i cierpienie. Tranzyty Saturna do głównych planet w indywidualnych horoskopach interpretowane były jako zwiastuny nieszczęść i chorób, szczególnie kości, skóry i śledziony.

w lipcu 1610 roku – Galileusz po raz pierwszy zaobserwował nietypowy kształt Saturna przy pomocy teleskopu swojej konstrukcji dającego 20-krotne powiększenie. Obserwowany kształt zinterpretował jako „uszka” lub dwa duże księżyce umieszczone symetrycznie po obu stronach planety. W liście do Belesario Vinty (1542–1613), sekretarza wielkiego księcia Toskanii, pisał, że Saturn nie jest gwiazdą pojedynczą, lecz składa się z trzech, które niemal się dotykają. Później informację tę uzupełnił, stwierdzając, że znajdują się one w jednej linii, równoległej do płaszczyzny ekliptyki, aczkolwiek obiekt zachodni jest lekko zorientowany w kierunku bieguna niebieskiego. Obiekt znajdujący się w środku był zdaniem Galileusza trzy razy większy niż obiekty zewnętrzne (Keplerowi obraz Saturna z jego trabantami kojarzył się z panem, któremu towarzyszy dwóch służących). Galileusz zinterpretował dane obserwacyjne dotyczące Saturna przez analogię do Jowisza. Jednakże satelity (trabanty) Saturna miały się różnić od księżyców Jowisza (gwiazd Medycejskich). Galileusz swoje odkrycie starał się zastrzec w postaci anagramu: *smaismrmilmepoetaleumibunenugttauras*. Po jego rozszyfrowaniu przez Galileusza (*Altissimum planetam tergeminum observavi*) problem faktycznie nie został jednak rozwiązany, gdyż obserwacje dokonywane przy pomocy teleskopów dających mniejsze powiększenie dowodziły, że Saturn miał kształt owalny. Kolejne obserwacje przeprowadzone przez Galileusza w 1612 roku doprowadziły go do wniosku, że Saturn jest pojedynczym obiektem o sferycznej symetrii. Ukształtowana na greckiej mitologii kultura umysłowa Galileusza dostarczyła mu żartobliwego wyjaśnienia: Saturn pożarł swoje dzieci. W podobnym duchu wypowiadał się Gassendi, nazywając Saturna niebieskim Proteuszem, zaś Giovanni Battista Odierna – nadworny astronom księcia Palermo – zawarł to określenie Saturna w tytule swojego dzieła⁴.

Najwybitniejsi przedstawiciele astronomii XVII wieku próbowali swoich sił, obserwując przez teleskop tę najdalszą w owym czasie planetę⁵. Obserwacje Saturna prowadzili m.in. Christopher Clavius (1538–1612), Pierre Gassendi (1592–1655), Christopher Scheiner (1573–1650), Francesco Fontana (1580–1656), Jan Kepler (1571–1630), Ismael Boulliau (1605–1694), Giambattista Riccioli (1598–1671), Antonius Maria Schyrleus de Rheita (1597–1660), Gilles Persone de Roberval (1602–1675), Giovanni Battista Odierna (1597–1660), Christophera Wren (1631–1723), Johannes Phocylides Holwarda (1618–1651), Eustachio Divini (1610–1685), Jan Heweliusz (1611–1687), Honore Fabri (1607–1688), przede wszystkim zaś Christiaan Huygens (1629–1695), Giuseppe Campani (1635–1715) i Jean Dominique Cassini (1625–1712). Wyniki tych obserwacji nie były

⁴ G.B. Odierna, *Protei caelestis vertigines seu Saturni systema*, Palermo 1657. Por. A. Van Helden, *Saturn and His Anses*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 105–107; M. Pavone, *Introduzione al pensiero di Giovanni Battista Hodierna – Filosofo Matematico e Astronomo dei primi Gattopardi, a cura dell'Amministrazione Comunale di Ragusa*, Modica: Setim Editrice 1981.

⁵ Proces profesjonalizacji tej dziedziny nie był na tyle posunięty, by w wykorzystaniu nowych narzędzi (teleskop) nie mogli mieć swojego udziału także ludzie niemający specjalistycznego wykształcenia matematycznego (astronomicznego). Wśród tego typu obserwatorów znajdowali się także konstruktorzy nowych instrumentów astronomicznych (teleskopów).

jednak jednoznaczne, co wiązało się m.in. z licznymi artefaktami, które – aczkolwiek wcześniej rozpoznane – nie mogły jednak być usunięte w ramach technologii dostępnych konstruktorom XVII-wiecznych teleskopów⁶.

Problem kształtu Saturna nie ograniczał się jednak tylko do zagadnienia oddzielania artefaktów od rzeczywistości. Okazało się, że istotną rolę w rozwiązaniu tej kwestii odegrała cykliczność teleskopowo dostępnych fenomenów Saturna. Bardzo szybko skonstatowano, że wygląd Saturna zmienia się z upływem czasu, ale okresowość tych zmian mogła zostać dostrzeżona dopiero wówczas, gdy cykl zmian został zamknięty. Dlatego potrzeba było pół wieku⁷, które minęły od pierwszych teleskopowych obserwacji najwyższej planety do *Systema Saturnium*, w którym główne trudności interpretacyjne zauważone przez Galileusza zostały usunięte przez Christiaana Huygensa. Już jednak pierwsze próby wyjaśnienia zmieniającego się kształtu Saturna wymagały zinterpretowania danych obserwacyjnych dostarczanych przez teleskopy zgodnie z modelem uwzględniającym parametr czasu.

Galileusz – najbardziej zaawansowany w obserwacjach Saturna – wahał się pomiędzy modelem, w którym Saturn jest sferycznym ciałem, któremu towarzyszą dwa Księżyce, a modelem, w którym Saturn jest obiektem złożonym z trzech części. Odrzucił jednak te koncepcje w wyniku przeprowadzonych w 1616 roku obserwacji, z których wyłaniał się obraz Saturna jako centralnego, sferycznego obiektu z uchami⁸ (ramionami). Zainteresowanie Saturnem wzrosło w 1642 roku kiedy znowu – podobnie jak Galileusz

⁶ Główne artefakty pochodziły przede wszystkim od aberracji sferycznej i chromatycznej, ale także dystorsji. Na tym etapie rozwoju optyki nie zawsze jednak udawało się interpretować artefakty jako wady układu optycznego.

⁷ Cykl zmian fenomenów Saturna jest powiązany z jego okresem obrotu wokół Słońca, który wynosi 29,457 lat.

⁸ Sporządzone przez Galileusza rysunki Saturna z tego okresu są tak sugestywne, że A. Favro wysunął tezę, zgodnie z którą to właśnie Galileusz rozwiązał zagadkę wyglądu (pierścieni) Saturna. Por. A. Van Helden, *Saturn and His Anses*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 110, gdzie można znaleźć reprodukcję odpowiedniego rysunku Galileusza zamieszczonego w krytycznej edycji jego dzieł (A. Favro (ed.) *Le opere di Galileo Galilei*, Florence 1890–1909, v. 12, s. 276). W druku Saturn z uchami został zamieszczony przez Galileusza w wydanej w 1623 roku. *Wadze probierczej (Il Saggiatore, nel quale con bilancia squisita e giusta si ponderano le cose contenute nella Libbra)*. Van Helden zauważa, że przed 1640 rokiem bardzo rzadko były publikowane teleskopowe obrazy Saturna. Oprócz Galileusza w tym czasie systematycznie obserwował Saturna P. Gassendi, który zinterpretował obserwowany kształt jako kokon jedwabnika. Zaobserwowane przez astronomów w I połowie XVII wieku kształty Saturna usystematyzował G. Riccioli w *Nowym Almageście (Almagestum novum)*. W tym czasie nastąpiły zmiany w sposobie traktowania anomalii. O ile wcześniej przyjmowano, że Saturn składa się z trzech części, a obserwowane ucha są anomalią, to w połowie XVII wieku za anomalne uznawano trzy składniki. Usunięcie tej anomalii prowadziło bezpośrednio do modelu pierścienia lub alternatywnych do niego koncepcji. Ważną zmianą w interpretacji fenomenu Saturna było też uznanie jego cyklicznych form za ciągłą projekcję, dającą się wytłumaczyć w ramach jednego modelu. Symptomem nowej postawy było opracowanie przez Heweliusza tablic faz Saturna na lata 1656–1701.

w 1613 roku – zaobserwowano Saturna jako pojedynczy sferyczny obiekt⁹. Od tego czasu coraz częściej Saturn był przedstawiony na ilustracjach w różnego typu publikacjach z zakresu astronomii. W tym okresie problem zmieniającego się w teleskopowych obserwacjach Saturna dojrzał na tyle, by stanowić wyzwanie dla najwybitniejszych przedstawicieli XVII-wiecznej astronomii.

Antonius Maria Schyrllaes de Rheita wysunął koncepcję, zgodnie z którą zjawisko Saturna tworzą ciało centralne oraz krążące dookoła Saturna, ale nie wirujące wokół własnych osi dwa boczne składniki, które mają jasne i ciemne półsfery. Do tej koncepcji nawiązał później główny przeciwnik modelu pierścienia, francuski jezuita Honoré Fabri, który zamiast dwóch wprowadził sześć satelitów różnej wielkości, z których dwa miały w ogóle nie odbijać światła.

Z kolei G.B. Riccioli wysunął model cienkiego, eliptycznego dysku obracającego się w płaszczyźnie równika Saturna lub oscylującego wokół jego osi obrotu i dotykającego ciała centralnego w dwóch punktach (*armilla cingitur tenui, plana, Elliptica, diobus locis coherente; sive paralela Aequatori; sive in se circumvolubili, aut libritili versus Mundi Polos*). Interesujący model Saturna opracował Gilles Persone de Roberval, który twierdził, że ze sfery równikowej Saturna wydobywają się opary, które przyjmując różne kształty tłumaczą fenomeny najwyższej planety. Odmianą tej koncepcji była teoria wysunięta przez G.B. Odiernę, który przyjmował, że Saturn jest eliptycznym ciałem z dwoma czarnymi plamami przy brzegach. Z kolei według angielskiego architekta Christophera Wrena cienkie ucha (korona) były przytwierdzone do globu planety w płaszczyźnie ekliptyki, a układ wirował (lub oscylował) wokół jednej z dwóch (dłuższej) osi symetrii¹⁰.

Najbardziej przekonujące wyjaśnienie zmieniającego się wyglądu Saturna dostarczył jednak Huygens¹¹, który wykorzystał z jednej strony Kartezjańską koncepcję wirów,

⁹ Obserwację tę rozpropagował P. Gassendi, który zajmował się obserwacjami Saturna od 1612 roku. Wcześniej obserwacjami teleskopowymi zajmował się Nicolas Claude Fabri de Peiresc (1580–1637). W 1610 roku patron Peiresca – Guillaume du Vair (1556–1621) zakupił teleskop, przy pomocy którego Peiresc i Joseph Gaultier, jako pierwsi we Francji, mogli obserwować księżyc Jowisza i mgławicę w Orionie. W latach 1610–1612, korzystając z pomocy asystenta Jeana Lombarda, Peiresc używał tych obserwacji w kartografii, usiłując wyznaczyć długości geograficzne miejscowości, do których podróżowali. Gassendi przeprowadził dyskusję kilkudziesięciu własnych obserwacji w dziele pt. *Animadversiones in decium librum Diogenis Laërtii, qui est de vita, moribus placitisque Epicuri*, które ukazało się w Ljonie 1649 roku. Por. S.L. Chapin, *The Astronomical Activities of Nicolas Claude Fabri de Peiresc*, „*Isis*” 48/1 (1957) 13–29; L. Sarasohn, *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc and the Patronage of the New Science in the 17th Century*, „*Isis*” 84 (1993): 70–90.

¹⁰ Wren zbliżył się najbardziej do rozwiązania problemu wyglądu Saturna, ale nie doprowadził swoich rozważań do końca, gdyż zajął się innymi zagadnieniami. Por. A. van Helden, *Christopher Wren's „de Corpore Saturni”*, „Notes and Records of the Royal Society of London” 23/2 (1968): 213–229.

¹¹ Huygens w połowie marca 1656 roku ogłosił, że znalazł rozwiązanie zagadki wyglądu Saturna. Donosił o swym odkryciu w krótkiej pracy pt. *De Saturnii luna observatio nova (Nova observatio księżycy Saturna)*, umieścił tam anagram, skrywający wyjaśnienie niezwykłego, zmiennego

zaś z drugiej obserwacje Saturna dokonane przy pomocy teleskopu własnej konstrukcji. Zdaniem Huygensa to właśnie doskonałość tego instrumentu naukowego pozwoliła mu zarówno na odkrycie księżycy Saturna (Tyтана), jak i pierścienia. To przekonanie spotkało się z frontalną krytyką astronomów, m.in. Heweliusza, ale także optyków – konstruktorów nowych instrumentów optycznych – przede wszystkim najwybitniejszego wówczas konstruktora teleskopów, Eustachio Diviniego. Roszczenia Huygensa doprowadziły do tego, że Divini poczuł się zagrożony w swojej pozycji pierwszego konstruktora nowych instrumentów astronomicznych. Próba obrony zagrożonej pozycji doprowadziła go do podjęcia współpracy z jezuickim astronomem Honoriuszem Fabri. Razem przygotowali pracę, którą sygnował jednakże tylko Divini (*Brevis annotatio in Systema Saturnium Christiani Hugenii*, Rome 1660). Wyjaśnienie zmieniających się kształtów Saturna Fabriego-Diviniego nosiło wszelkie znamiona hipotezy *ad hoc*, wykorzystywało zaś starą koncepcję Scheinera służącą do wyjaśnienia plam słonecznych.

Modyfikacja Fabriego tej koncepcji polegała na tym, że wykorzystywane były zarówno satelity odbijające światło, jak i satelity pochłaniające światło. Fabri wykorzystał jednak argumenty nie tylko naukowe. W swojej pracy atakował Huygensa jako heretyka-kopernikanistę, siebie zaś przedstawiał jako obrońcę wiary i wiernego wyznawcę kosmologii chrześcijańsko-arystotelesowskiej z jej geocentryzmem i sferami niebieskimi. Interesujące okazało się rozstrzygnięcie tego delikatnego sporu przez Akademię del Cimento¹² oraz

wyglądu szóstej planety: aaaaaccccccdeeeeeghiiiiiiiiiIIIIImnnnnnnnnnnnoooooopprrstttttuuuuu. Kluczem do tego odkrycia okazała się obserwacja Saturna prowadzona przy takiej konfiguracji, przy której pierścień był bardzo cienki. Huygens zauważył, że aczkolwiek pierścień staje się coraz cieńszy, to jednak nie wpływa to na jego szerokość. Jedynym wytłumaczeniem tych obserwacji wydawała się dla Huygensa koncepcja cienkiego pierścienia, który otacza planetę nigdzie jej nie dotykając i będąc nachylony do płaszczyzny ekliptyki (*Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad clipticam inclinato*). Była to właśnie rozszyfrowana treść anagramu.

¹² Należy zauważyć, że Accademia del Cimento, której księżę Leopold patronował, miała program badawczy zdecydowanie różniący się od innych włoskich akademii naukowych tego czasu. Accademia del Cimento w pewnym stopniu torowała drogę takim instytucjom naukowym, jak Royal Society czy Accademia fisica-matematica założona przez królową Szwecji Krystynę. Wyniki prac były publikowane w serii wydawniczej pt. *Saggi di naturali esperienze*. Analiza tych prac wykazuje jednak, że członkowie Akademii nie interesowali się prowadzeniem obserwacji astronomicznych. Jedyna praca z tego zakresu dotyczy właśnie polemiki pomiędzy Huygensem a Divinim o interpretację zjawiska Saturna. Z drugiej jednak strony nieopublikowane materiały z zakresu prac Akademii (listy i pamiętniki) świadczą mogą o zupełnie innej charakterystyce profilu zainteresowań jej członków. Kluczem do tego paradoksu wydają się być orzeczenia Sacrum Officium w sprawie Galileusza. Por. M. Beretta, *At the Source of Western Science: The Organization of Experimentalism at the Accademia del Cimento (1657–1667)*, „Notes and Records of the Royal Society of London” 54/2 (2000): 131–151; L. Boschiero, *Experiment and Natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany. The History of the Accademia del Cimento*, Dordrecht: Springer, 2007; *The Saturn problem and the path of comets: an analysis of the academicians’ theoretical and observational Astronomy* [w:] P. Anstey and J. Schuster (eds), *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Patterns of Change in Early Modern Natural Philosophy*, Kluwer – Dordrecht: Springer 2005, s. 185–213.

księcia Leopolda di Medici¹³ (1617–1675), któremu zadedykowali swoje dzieła zarówno Huygens, jak i Divini. W celu rozstrzygnięcia sporu zbudowano model Saturna zgodny z koncepcją pierścienia oraz z koncepcją jasnych i ciemnych satelitów. Model był obserwowany przez astronomów i laików bezpośrednio i przy pomocy naziemnych lunet. Test ten wykazał wyższość koncepcji Huygensa¹⁴.

2. EKSPERYMENT KOSMICZNY¹⁵ GRAVITY PROBE B

Próba potwierdzenia ogólnej teorii względności (OTW), podjęta w ramach kosmicznej misji badawczej Gravity Probe B, może być zaliczona do kategorii zdalnego eksperymentu kosmicznego lub eksperymentu satelitarnego (*satellite experiment*). Pomiar wielkości krzywizny geodetycznej oraz efektu Thirringa-Lense'a odbywał się przy pomocy instrumentów umieszczonych na bezzałogowym statku kosmicznym znajdującym się na orbicie biegunowej¹⁶ o promieniu 640 km. Umieszczenie satelity

¹³ Książę Leopold był patronem nie tylko założonej w 1657 roku Akademii Śmiałości (*Accademia del Cimento*) z jej słynnym mottem: *provando e riprovando*, ale także rekonstruowanej (1638) Akademii Platońskiej (*Accademia Platonica*). Był znany z tego, że promował obserwacje natury przy pomocy metody Galileusza, co wynikało – o czym się często zapomina – z Galileuszowego zauroczenia techniką i nowymi technologiami. Zgodnie z duchem epoki, bardzo trafnie wyrażonym w pracach Gabriela Naudé (1600–1653), rozwijał się jako kolekcjoner rzadkich książek (także heretyckich) i cennych dzieł sztuki, ale także rozwijał sztukę epistolograficzną korespondując z czołowymi uczonymi ówczesnej Europy.

¹⁴ Na tym tle zrozumiałe jest także podjęcie złożonego przedsięwzięcia eksperymentalnego, które musiało spełniać standardy procedury w pełni obiektywnej w związku z kontekstem wojen religijnych (Huygens był protestantem, a Divini i Fabri katolikami). Niektóre szczegóły tego eksperymentu podaje A. Van Helden (*Huygens's Ring, Cassini's Division and Saturn's Children*, Washington: Smithsonian Institution Libraries 2004, s. 28–32). Por także M.L. Righini Bonelli, A. van Helden, *Divini and Campani: a forgotten chapter in the history of the Accademia del Cimento*, Firenze: Giunti Barbera 1981, gdzie obok (drugiej) części dokumentacyjnej, w pierwszej części (s. 1–43) podane są szczegóły rywalizacji pomiędzy Divinim i Campanim o miano najwybitniejszego XVII-wiecznego konstruktora teleskopów, ale przede wszystkim omówione są nie opublikowane prace – prowadzone w ramach działalności *Accademia del Cimento* – nad standaryzacją testów obrazów uzyskiwanych z pomocą teleskopów. Por. także A. van Helden, *Eustachio Divini vs. Christiaan Huygens: A Reappraisal*, „*Physis*”, 12 (1970), 36–45; tenże, *The Accademia del Cimento and Saturn's Ring*, „*Physis*”, 15 (1973), 237–259.

¹⁵ Niniejszy fragment jest uzupełnioną i zmodyfikowaną wersją jednego z paragrafów artykułu Z. Roskal, *Tradycyjne i zmodernizowane koncepcje eksperymentu*, [w:] W. Depo, M. Leszczyński, T. Guz, *Veritatem in Caritate. Księga Jubileuszowa z okazji 70. urodzin Księędza Biskupa profesora Jana Śrutwy*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2011, s. 531–543.

¹⁶ Takie usytuowanie satelity było konieczne z uwagi na mierzone wielkości fizyczne. Skumulowana w ciągu roku precesja geodetyczna (precesja de Sittera) odchyła (w płaszczyźnie orbity) oś żyroskopu znajdującego się na takiej orbicie o kąt 6,6 sekundy. Precesja Schiffa związana z efektem wleczenia układów jest około dwa rzędy wielkości (100 razy) mniejsza. Jest to kąt w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny orbity. Skumulowany w ciągu roku osiąga wartość 39 milisekund kątowych.

w pobliżu Ziemi (promień orbity to ok. 10% promienia Ziemi) było konieczne z uwagi na cele tego eksperymentu. W takim miejscu nie ma żadnego naturalnego ciała, które mogłoby być wykorzystane jako detektor tego efektu, tzn. naturalny żyroskop wykorzystany w celu zmierzenia kąta precesji jego osi spowodowanej zakrzywieniem i skręceniem czasoprzestrzeni. Jednakże pomiar tak małego kąta byłby niemożliwy w związku z tym, że naturalne żyroskopy, jakimi są np. ciała niebieskie, nie są na ogół doskonale sferyczne i nie mają tak jednorodnie rozłożonej masy. Pochodzące z tego źródła zaburzenia powodowałyby to, że efekt Thirringa-Lense'a gubiłby się w błędach systematycznych.

Eksperymentalny charakter tego testu OTW nie polegał na kreowaniu pewnego zjawiska, które w sposób naturalny nie występuje w przyrodzie, ale na konstrukcji idealnie sferycznych kul¹⁷ oraz metodzie pomiaru bardzo małych kątów precesji. Wręcz przeciwnie zakrzywienie i skręcenie czasoprzestrzeni wokół wirujących mas jest zjawiskiem jak najbardziej naturalnym, ale jego obserwacja wymaga wyrafinowanych metod i wytworzenia specjalistycznej aparatury badawczej, którą dodatkowo należy umieścić w przestrzeni kosmicznej. Pomiar krzywizny czasoprzestrzeni wokół Ziemi ma zatem zdecydowanie odmienny charakter niż pomiar krzywizny czasoprzestrzeni w pobliżu Słońca. W pierwszym przypadku aparatura pomiarowa musi znajdować się w przestrzeni kosmicznej, podczas gdy w drugim przypadku całość aparatury może znajdować się na powierzchni Ziemi. Dodatkowa trudność polega na tym, że efekt obserwowany w pierwszym przypadku jest o wiele bardziej subtelny, zatem aparatura pomiarowa musi być o wiele bardziej precyzyjna.

Warte odnotowania także jest to, że współczesne eksperymenty charakteryzują się tym, że uczestniczą w nich międzynarodowe zespoły badawcze¹⁸. Trwają one na ogół wiele lat i wymagają wielkich nakładów finansowych, pozyskiwanych głównie z budżetów poszczególnych państw, ale także od międzynarodowych instytucji naukowych oraz źródeł prywatnych. Finansowanie takiego przedsięwzięcia wymaga zatem dużych umie-

¹⁷ Pod względem geometrycznym są to prawie idealne kule i tym samym są to najbardziej sferyczne obiekty, jakie kiedykolwiek zostały wykonane w historii techniki, w przyrodzie występują naturalne obiekty o porównywalnej sferyczności. Do takich obiektów zaliczamy gwiazdy neutronowe. W pobliżu Ziemi takie obiekty jednak nie występują. Kule wykorzystane w eksperymencie Gravity Probe B zostały wykonane z kwarcu pokrytego warstwą niobu o grubości 1,25 mikrometra. Kule mają średnicę 38 mm i wagą 63,5 g. Dzięki bezprecedensowej precyzji wykonania nieskompensowany moment obrotowy pochodzący od niesferyczności powoduje precesję, która jest mniejsza niż 10^{-11} stopnia kąтового na godzinę (0,3 milisekundy kątovej na rok, $1,7 \times 10^{-13}$ radiana/h).

¹⁸ W eksperymencie Gravity Probe B uczestniczyli przede wszystkim uczeni z Uniwersytetu Stanforda, NASA, ale także z korporacji Lockheed Martin i instytutów badawczych w King Abdulaziz City for Science and Technology w Arabii Saudyjskiej. W trakcie projektowania i realizacji tego eksperymentu zostało przygotowanych tylko na Uniwersytecie Stanforda 79 doktoratów. Dla porównania w ekspedycji z 1919 brały udział ekipy uczonych pochodzących tylko z jednego uniwersytetu w Anglii.

jętności w tym zakresie, ale także odpowiedniej reklamy¹⁹, która zapewnia pozyskiwanie odpowiednich funduszy zatwierdzanych przez polityków. Wykorzystywana aparatura badawcza stanowi często szczyt osiągnięć technologicznych danego czasu.

Tak było też w przypadku misji badawczej²⁰ Gravity Probe B. Specyfiką tego eksperymentu kosmicznego było to, że był to najdłużej planowany i realizowany eksperyment w kosmosie (od pierwszych szkiców projektu eksperymentu do jego realizacji minęło ponad 40 lat). Jego geneza sięgała początków ery kosmicznej, kiedy to pomysł testowania OTW w kosmosie wysunął fizyk z Uniwersytetu Stanforda Leonard Schiff (1915–1971). W wersji tego eksperymentu zaproponowanej przez Schiffa należało zmierzyć kąt odchylenia osi orbitującego żyroskopu ustawionego w kierunku odległych gwiazd. Do przezwyciężenia były problemy techniczne związane z zapewnieniem stabilności żyroskopu oraz z pomiarem bardzo małego kąta jego precesji (0,26 sekundy kątowej na rok), związanej z tzw. efektem wleczenia układów inercjalnych, który przewiduje OTW. Porównanie tego eksperymentu z klasycznymi już obserwacjami ugięcia promienia gwiazdy, znajdującej się na krawędzi tarczy słonecznej w czasie jej zaćmienia, przeprowadzone 29 maja 1919 roku niezależnie na Wyspie Księżęcej i w miejscowości Sobral w Brazylii²¹ ujawnia nie tyle różnicę pomiędzy obserwacją a eksperymentem, co kolosalny rozwój środków technicznych i finansowych wykorzystywanych we współczesnej nauce w celu testowania teorii. Różnice jednak były i sprowadzały się do tego, że przeprowadzone przez ekspedycje naukowe z 1919 roku pomiary krzywizny czasoprzestrzeni w pobliżu Słońca mieściły się w klasycznym pojęciu obserwacji (astronomicznej). Wykorzystane zostały do tego celu teleskopy umieszczone na powierzchni Ziemi i rozpowszechniona już w owym czasie technika fotografowania obserwowanych obiektów²².

¹⁹ W tym celu powołuje się m.in. funkcję rzecznika prasowego danego eksperymentu naukowego i prowadzi się intensywną kampanię medialną na rzecz danego projektu naukowego.

²⁰ W ramach nowego eksperymentalizmu funkcjonuje wprowadzona przez A. Franklina koncepcja *technicznie dobrego (technically good)* i *pojęciowo ważnego (conceptually important)* eksperymentu. Eksperyment kosmiczny Gravity Probe B w większym stopniu jednak realizuje ideę technicznie dobrego eksperymentu niż pojęciowo ważnego, aczkolwiek obalenie na tej drodze OTW pozwoliłoby zaliczyć go z pewnością do drugiej kategorii eksperymentów. Uwaga ta pozwala na pewną relatywizację kategorii eksperymentu pojęciowo ważnego, gdyż w zależności od wyniku eksperyment technicznie dobry (wyrafinowany) może stać się pojęciowo ważny lub nie. Por. A. Franklin, *What makes a „Good” Experiment?*, „British Journal of Philosophy of Science” 35 (1984), s. 156–159.

²¹ Ekspedycją, której zadaniem było zaobserwowanie tego zjawiska na Wyspie Księżęcej, kierował Arthur Eddington (1882–1944), zaś ekspedycją brazylijską Andrew Claude de la Cherois Crommelin (1865–1939). Por. M. Stanley, *An Expedition to Heal the Wounds of War: The 1919 Eclipse and Eddington as Quaker Adventure*, „Isis” 94 /1/ (2003): 57–89.

²² Ekspedycja brazylijska w czasie trwania całkowitego zaćmienia (ok. 6 minut) wykonała ogółem 26 fotografii o czasie ekspozycji od 5 do 6 sekund, ale tylko 22 było udanych. Fotografie nieudane spowodowało zachmurzenie, które dopiero w czasie kulminacji zaćmienia zmniejszyło się. Problemem było odkształcenie zwierciadła jednego z teleskopów spowodowane promienowaniem podczerwonym Słońca. Zespół badawczy skierowany na Wyspę Księżęcą miał mniej

Pomiar położenia badanych gwiazd²³ odbywał się w oparciu o analizę zrobionych fotografii. Pomiar krzywizny geodetycznej nie był możliwy na powierzchni Ziemi. Umieszczenie aparatury badawczej na orbicie zmieniło kwalifikację tego testu OTW z obserwacji na eksperyment. Używając terminologii D. Sobczyńskiej, można by mówić o eksperymencie obserwacyjnym, ale całokształt podjętych przez zespół badawczy Gravity Probe B działań lepiej charakteryzuje kategoria eksperymentu lub zmodernizowana kategoria zdalnego eksperymentu kosmicznego. Tradycyjne przeciwstawienie eksperymentu i obserwacji staje się nieadekwatne, także i dlatego, że warunkiem sukcesu eksperymentu było przeprowadzenie szeregu zdalnych obserwacji astronomicznych²⁴.

Przezwyciężenie trudności technicznych i pokonanie barier finansowych (koszt eksperymentu przekroczył kwotę 700 mln USD) nie doprowadziło jednak do pełnego sukcesu badawczego. Końcowe wyniki okazały się dalekie od oczekiwań i dopiero wykorzystanie szeroko rozumianej techniki komputerowej umożliwiło poprawę dokładności pomiaru²⁵.

szczęścia do pogody (na 16 wykonanych zdjęć tylko na 6 było widać gwiazdy), ale i jemu udało się wykonać fotografie, które można było wykorzystać do zmierzenia badanego efektu ugięcia promienia gwiazdy.

²³ Przedmiotem obserwacji były jasne gwiazdy znajdujące się w gwiazdozbiornie Byka (Taurus), zwłaszcza należący do gromady otwartej Hyady system Kappa Tauri, który zawiera wizualnie (odległość kątowa jest równa 5,8 minuty, tzn. na granicy zdolności rozdzielczej ludzkiego oka) podwójną gwiazdę (κ^1 Tauri, κ^2 Tauri) znajdującą się na północ od najjaśniejszej gwiazdy gwiazdozbioru Byka – Aldebarana (α Tauri, *Oko Byka* o jasności obserwowanej 0.9 magnitudo). Dominujący składnik w układzie κ^1 Tauri – κ^2 Tauri jest białym subgigantem o jasności +4.21 magnitudo (jasność bezwzględna jest 34 razy większa od jasności bezwzględnej Słońca). Druga gwiazda jest białym karłem o jasności +5.27 magnitudo. Pomiędzy jasnymi gwiazdami znajduje się dziewiętej wielkości gwiazdowej układ podwójny (Kappa Tauri C, Kappa Tauri D), w którym odległość pomiędzy składnikami jest równa 5,3 sekundy kątowej.

²⁴ Realizowana w trakcie trwania eksperymentu procedura orientacji osi żyroskopów została zaprojektowana w ten sposób, że do tego celu wykorzystana została gwiazda podwójna HR8703 typu RS Cvn o średniej jasności wizualnej 5,6 magnitudo. Obserwacja tej gwiazdy była mało interesująca poznawczo, ale bardzo skomplikowana technicznie. Wykorzystano do tego celu wysokiej klasy teleskop (reflektor) o średnicy lustera 14 cm, który został umieszczony na orbicie razem z innymi urządzeniami wchodzącymi w skład sondy kosmicznej Gravity Probe B. Jako ciekawostkę można podać informację, że założona precyzja obserwacji położenia gwiazdy referencyjnej (do 0,1 milisekundy kątowej) była możliwa dzięki temu, że ruchy własne tej gwiazdy mogły zostać uwzględnione, bo była ona obserwowana także w radiowym zakresie widma elektromagnetycznego (3.6 cm = 8.4 GHz) przez urządzenia naziemne VLBI (Very Large Base Interferometer). Obserwowane pozycje gwiazdy były następnie porównywane ze współrzędnymi odległego radiokwazara. Informacje te pokazują, że współcześnie przeprowadzone eksperymenty są bardzo złożonymi przedsięwzięciami badawczymi, które nie mogą być prosto przeciwstawione obserwacjom.

²⁵ Pierwsze pomiary otrzymane w kwietniu 2007 roku obarczone były względnym błędem procentowym w przedziale 256–128%. Spodziewano się, że po usunięciu szumów uda się uzyskać dokładność ok 13%, ale i te założenia okazały się zbyt optymistyczne. W lutym 2009 roku udało się, dzięki pracy programistów i komputerów, zmniejszyć niepewność pomiarową do 15%, ale jest to w dalszym ciągu ponad rząd wielkości więcej niż spodziewano się uzyskać.

3. ODKRYCIE NEUTRINA I DETEKTORY NEUTRIN

Od czasu postawienia przez Wolfganga Pauliego hipotezy neutrina na początku lat trzydziestych ubiegłego wieku²⁶, próbowano wykryć istnienie tej hipotetycznej cząstki. Już w kwietniu 1934 roku, wkrótce po ukazaniu się teorii oddziaływań słabych sformułowanej przez Fermiego²⁷, próbowano ocenić przekrój czynny na oddziaływanie z materią neutrin o energii kilku MeV. Hans Bethe (1906–2005) i Rudolf Peierls (1907–1995), którzy byli autorami tego eksperymentu, doszli jednak do wniosku, że próby bezpośredniej detekcji neutrin są skazane na niepowodzenie. Sytuacja radykalnie się zmieniła w wyniku uruchomienia pierwszego reaktora atomowego (2 grudnia 1942 roku, g. 14.20) oraz pierwszych próbnych wybuchów jądrowych. Dopiero jednak po odtajnieniu większości prac prowadzonych w zakresie projektu Manhattan stało się możliwe eksperymentalne potwierdzenie istnienia neutrina. Dzieła tego dokonali dwaj fizycy amerykańscy: Frederick Reines (1918–1998) i Clyde Cowan (1919–1974).

W 1956 roku opracowali metodę badawczą, która pozwoliła im na zaobserwowanie neutrin przy reaktorze atomowym w Savannah River, który miał moc 700 MW. Detektor neutrin został ustawiony 12 metrów pod ziemią (w celu osłabienia wpływu promieniowania kosmicznego) w odległości 11 m od rdzenia reaktora. W detektorze próbowano znaleźć ślad tzw. odwrotnego rozpadu beta, polegającego na przemianie oddziałującego neutrina (antyneutrina elektronowego) z protonem w pozyton i neutron. W wyniku anihilacji pozytonu pojawiały się kwanty promieniowania gamma o charakterystycznej energii, którą próbowano zarejestrować. Pojawienie się promieniowania gamma o tej energii oraz dodatkowego promieniowania gamma, które emitowane było wskutek rekombinacji neutronu z jądrem kadmu, uznano za dowód istnienia neutrin. Fotopowielacze w tym eksperymencie zarejestrowały bowiem dwa impulsy promieniowania gamma w przewidzianym interwale czasowym o oczekiwanej energii. Obserwacja ta została zinterpretowana jako zarejestrowanie neutrin.

Autorzy eksperymentu 14 czerwca 1956 roku wysłali do Pauliego telegram²⁸, w któ-

²⁶ Pauli wysunął tę hipotezę w liście z 4 grudnia 1930 roku adresowanym do uczestników konferencji fizyków w Tybindze. Pisał w nim, że możliwe jest, iż w jądrach istnieje elektrycznie obojętna cząstka o spinie $\frac{1}{2}$ i masie porównywalnej z masą elektronu (nie większej niż 1% masy protonu). Dzięki istnieniu tej cząstki miała być uratowana zasada zachowania energii, która wydawała się nie obowiązywać w rozpadzie beta. Cząstkę tę Pauli nazwał neutronem, ale po odkryciu dwa lata później przez Jamesa Chadwicka (1891–1974) elektrycznie obojętnej cząstki o masie porównywalnej z masą protonu nazwa ta przyłgnęła do tej cząstki, zaś cząstka Pauliego nazwana została przez E. Fermiego małym neutronem tzn. neutrinem. Por. A.K. Wróblewski, *Historia fizyki. Od czasów najdawniejszych do współczesności*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2006, s. 492–493.

²⁷ Fermi opublikował pracę na ten temat w 1933 roku po włosku, gdyż artykuł napisany po angielsku i skierowany do „Nature” został odrzucony jako zbyt spekulatywny. Wprowadzone w tym artykule pojęcie oddziaływania słabego stało się jednak wkrótce standardowe i od wielu lat jest przedmiotem nauki w szkołach.

²⁸ Z treścią tego telegramu w polskim tłumaczeniu można się zapoznać z A. Wróblewski, *Historia fizyki*, s. 520.

rym donosili, że bezspornie zarejestrowali neutrino, zaś obserwowany przekrój czynny dobrze się zgadza z teoretycznie wyznaczonym. Eksperyment ten otworzył drogę do fizyki neutrin, a prace przeprowadzone na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego wieku przez Bruna Pontecorvo, Melvina Schwartz, Tsung-Dao Lee i Chen-Ning Yanga, pozwalały oczekiwać, że będzie możliwość eksperymentowania z wiązkami neutrin wytworzonych w akceleratorach cząstek elementarnych.

W teoretycznych rozważaniach na temat możliwości komunikacji z pozaziemskimi CNT często wychodzi się poza aktualnie dostępne rozwiązania techniczne i przedstawia się koncepcje łączności międzygwiazdnej wykorzystujące zjawiska fizyczne, których natura nie jest na tyle poznana, by mogły być wykorzystane do projektowania działających urządzeń technicznych. Do tej grupy metod CETI możemy zaliczyć projekt wykorzystania w łączności międzygwiazdnej wiązek neutrinowych. Niekwestionowaną zaletą takiego rozwiązania jest brak podatności na zakłócenia takiej wiązki przez czynniki zewnętrzne. Wiadomość, której nośnikiem byłaby wiązka neutrin wskutek oddziaływania fali nośnej z ośrodkiem międzygwiazdnym nie byłaby narażona na utratę zawartej w niej informacji ani też na jej deformację. Moc sygnału nie musiałaby być też tak duża, jak przy tradycyjnych rozwiązaniach opartych na elektromagnetycznej fali nośnej.

Te wielkie zalety niestety nie dają się wykorzystać w związku z tym, że współczesna fizyka aktualnie nie dysponuje metodami kodowania informacji w wysyłanej wiązce. Problemem jest nawet uformowanie odpowiedniej wiązki i jej zorientowanie w wybranym kierunku przestrzennym. Fizyka neutrin jest jednak bardzo szybko rozwijającym się działem współczesnej fizyki. Budowane są coraz doskonalsze detektory neutrin i teoria zyskuje coraz więcej impulsów ze strony prac doświadczalnych, które dostarczają danych empirycznych mogących w niedalekiej przyszłości przyczynić się do pojawienia się nowych koncepcji teoretycznych. Oczekuje się, że w oparciu o te koncepcje będą mogły zostać zbudowane działające urządzenia techniczne służące do kodowania informacji w wiązkach neutrinowych. Propozycję neutrinowej CETI wysunął M. Subotowicz, który już w 1967 roku twierdził, że można do celów CETI użyć neutrin akceleratorowych lub neutrin uzyskanych z rozpadu beta spolaryzowanych jąder atomowych²⁹.

Detektory neutrin nazywa się czasami teleskopami neutrinowymi³⁰. Jest to przykład unifikującej funkcji języka, który stara się łączyć bardzo różne obiekty w jedną wiązkę pojęciową. Teleskopy neutrinowe pod wieloma względami są przeciwieństwem teleskopów optycznych czy nawet radioteleskopów. W odróżnieniu od tradycyjnych teleskopów, które umieszczane są w miejscach, gdzie istnieje najmniej przeszkód w dotarciu promieniowania elektromagnetycznego (zachmurzenie, zanieczyszczenie atmosfery, naziemne światła), „teleskopy neutrinowe” umieszcza się głęboko pod ziemią, gdyż neutrino tak słabo oddziałują z materią, że skorupa ziemska jest dla nich przezroczysta.

²⁹ M. Subotowicz, *W poszukiwaniu życia rozumnego we wszechświecie. Zagadnienia wybrane*, Lublin: Wydawnictwo UMCS 1995, s. 209–210.

³⁰ Por. T. Jarzębowski, *Astronomia neutrinowa*, „Urania” 2 (2003), s. 52–57.

Taka lokalizacja jest związana z metodami detekcji neutrin, które wymagają obserwacji reakcji zachodzących pod wpływem neutrin. Najczęściej są to reakcje radiochemiczne, których podstawą jest proces odwrotny do rozpadu beta. W tym celu wskazane jest wyeliminowanie innych przyczyn tych reakcji, np. promieniowania kosmicznego.

I tak jeden z detektorów neutrin – **Superkamiokande** – został zlokalizowany w kopalni cynku w Japonii (1 km pod powierzchnią Ziemi). Umieszczony jest tam zbiornik w kształcie walca, którego wysokość równa jest średnicy i wynosi około 40 m. Pojemnik ten zawiera 32 tys. ton superczystej wody. Zachodzące w niej reakcje rejestruje tu 11200 fotopowielaczy. Inny – nowszy detektor (**Sudbury Neutrino Observatory**) – umieszczony jest w kopalni niklu w Kanadzie na głębokości 2 km. Jeszcze innym rozwiązaniem jest detektor **Amanda** (*Antarctic Muon and Neutrino Detector Array*). Aparatura badawcza została umieszczona pod lodem (głębokości od 1500 do 2000 m). Detektor ten nazywa się wręcz teleskopem neutrinowym **Amanda**. W tego typu detektorach wykorzystuje się promieniowanie Czerenkowa, które emitowane jest przez relatywistyczne miony produkowane przez wysokoenergetyczne neutrina powstające prawdopodobnie w czasie wybuchu supernowych.

LITERATURA

- Anstey P., J. Schuster (eds), *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Patterns of Change in Early Modern Natural Philosophy*, Kluwer-Dordrecht: Springer 2005.
- Beretta M., *At the Source of Western Science: The Organization of Experimentalism at the Accademia del Cimento (1657–1667)*, “Notes and Records of the Royal Society of London” 54/2 (2000), s. 131–151.
- Boschiero L., *Experiment and Natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany. The History of the Accademia del Cimento*, Dordrecht: Springer, 2007.
- Chapin S.L., *The Astronomical Activities of Nicolas Claude Fabri de Peiresc*, “Isis” 48/1 (1957), s. 13–29.
- Franklin A., *What makes a „Good” Experiment?*, “British Journal of Philosophy of Science” 35 (1984), s. 156–159.
- Jarzębowski T., *Astronomia neutrinowa*, „Urania” 2 (2003), s. 52–57.
- Klibansky R., E. Panofsky, F. Saxl, *Saturn i melancholia. Studia z historii, filozofii, przyrody, medycyny, religii oraz sztuki*, tłum. A. Kryczyńska, Kraków: Universitas, 2009.
- Pavone M., *Introduzione al pensiero di Giovanni Battista Hodierna – Filosofo Matematico e Astronomo dei primi Gattopardi, a cura dell’Amministrazione Comunale di Ragusa*, Modica: Setim Editrice 1981.
- Righini Bonelli M.L., A. van Helden, *Divini and Campani: a forgotten chapter in the history of the Accademia del Cimento*, Firenze: Giunti Barbera 1981.
- Roskal Z., *Astronomia matematyczna w nauce greckiej*, Lublin: Wydawnictwo KUL 2002, s. 69–77.
- Roskal Z., *Proteus caelestis XVII-wiecznej astronomii* [w:] S. Janeczek (red.), *Oblicza filozofii XVII wieku*, Lublin Redakcja Wydawnictw KUL 2008, s. 407–422.

- Roskal Z., *Tradycyjne i zmodernizowane koncepcje eksperymentu*, [w:] W. Depo, M. Leszczyński, T. Guz, *Veritatem in Caritate. Księga Jubileuszowa z okazji 70. urodzin Księdza Biskupa profesora Jana Śrutwy*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL 2011, s. 531–543.
- Sarasohn L., *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc and the Patronage of the New Science in the 17th Century*, "Isis" 84 (1993), s. 70–90.
- Stanley M., *An Expedition to Heal the Wounds of War: The 1919 Eclipse and Eddington as Quaker Adventure*, "Isis" 94 (2003), s. 57–89.
- Subotowicz M., *W poszukiwaniu życia rozumnego we wszechświecie. Zagadnienia wybrane*, Lublin: Wydawnictwo UMCS 1995.
- van Helden A., *Christopher Wren's "de Corpore Saturni"*, "Notes and Records of the Royal Society of London" 23/2 (1968), s. 213–229.
- van Helden A., *Eustachio Divini vs. Christiaan Huygens: A Reappraisal*, "Physis" 12 (1970), s. 36–50.
- van Helden A., *Huygens's Ring, Cassini's Division and Saturn's Children*, Washington: Smithsonian Institution Libraries 2004.
- van Helden A., *Saturn and His Anses*, "Journal for the History of Astronomy" 5 (1974), s. 105–107.
- van Helden A., *The Accademia del Cimento and Saturn's Ring*, "Physis" 15 (1973), s. 237–259.
- Wróblewski A.K., *Historia fizyki. Od czasów najdawniejszych do współczesności*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2006.

II. NAUKA O POCZĄTKU

MONIKA HEREĆ

SYMETRIE, CYKLE I RYTMY W PRZYRODZIE

1. SIŁY W UKŁADACH BIOLOGICZNYCH

W naukach fizycznych siła jest kluczowym parametrem, określającym ruch ciała. Możemy ją zdefiniować jako wielkość fizyczną, będącą miarą oddziaływania ciała z innymi ciałami, wywołującego przyspieszenie – tzw. skutek dynamiczny lub odkształcenie – tzw. skutek statyczny. Oba te przejawy działania siły mogą być wykorzystane do jej pomiaru. Siłę, jako wielkość wektorową, charakteryzuje wartość bezwzględna, kierunek w przestrzeni i punkt przyłożenia. Wszystkie siły działają w trakcie bezpośredniego kontaktu ciał lub za pośrednictwem pól wywołanych przez te ciała. Siły przyrody (tzw. siły efektywne) są złożonym odzwierciedleniem czterech podstawowych oddziaływań pomiędzy elementarnymi składnikami materii, do których należą według malejącej intensywności: siły jądrowe, siły elektromagnetyczne, siły słabe oraz grawitacyjne. Poprawna matematyczna i fizyczna postać praw rządzących ruchem ciał pod wpływem sił, została podana i opublikowana w *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* w 1687 roku przez Isaaca Newtona, w postaci trzech zasad dynamiki. Stanowią one fundament mechaniki klasycznej, poprawnie opisującej zachowanie się ciał poruszających się z prędkościami małymi w porównaniu z prędkością światła. Pierwsza zasada mówi, że każde ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, jeśli nie działają na nie żadne siły lub wypadkowa wszystkich sił jest równa zeru. Druga zasada dynamiki w sposób zwięzły definiuje siłę jako zmianę pędu ciała w czasie. Efektem działania siły jest więc przyspieszenie ciała, które jest odwrotnie proporcjonalne do jego masy. Definicja ta jest również poprawna w ogólniejszej teorii – mechanice relatywistycznej, wprowadzonej na początku XX w. przez A. Einsteina, wymaga jednak przededefiniowania pędu, w związku ze wzrostem masy w przypadku obiektów poruszających się z prędkościami relatywistycznymi. Zgodnie z trzecią zasadą jeśli dwa ciała oddziałują na siebie

wzajemnie, to siła wywierana przez pierwsze ciało na drugie (siła akcji) jest równa co do wartości i przeciwnie skierowana do siły, jaką ciało drugie wywiera na pierwsze (siła reakcji). Siły te nie równoważą się, gdyż każda przyłożona jest do innego ciała.

W układach biologicznych możemy wyróżnić wiele rodzajów ruchu pod wpływem różnorodnych sił, począwszy od ruchu na poziomie molekularnym do ruchu całych organizmów. Efektem działania tych sił jest między innymi transfer elektronów, zmiany strukturalne w cząsteczkach, przepływy prądów molekuł i jonów w komórkach, ruch i podziały komórek, przepływy cieczy ustrojowych, mechaniczny ruch kończyn i organów. Żywe organizmy wytworzyły także wyrafinowane struktury, mające zdolność detekcji sił mechanicznych, co umożliwia odpowiednią reakcję na działanie zewnętrznych sił. Przykładem może tu być zmysł dotyku, słuchu, równowagi czy odpowiedź tkanek na zewnętrzne bodźce mechaniczne.

1.1. Siła tarcia. Lepkość

Transport wody oraz płynów ustrojowych zawierających substancje niezbędne do życia i prawidłowego funkcjonowania organizmów warunkowany jest działaniem wielu sił, np. grawitacji, sił kapilarnych, osmotycznych, hydratacji. Istotnym parametrem wpływającym na przepływ cieczy jest również jej lepkość, wyrażająca opór cieczy przeciwko płynięciu. Siłę oporu, podobnie jak siłę tarcia, z punktu widzenia zasady zachowania energii możemy zaklasyfikować do sił rozpraszających (dyssypatywnych). W przypadku pracy przeciwko siłom dyssypatywnym dochodzi do rozproszenia energii mechanicznej, w przeciwieństwie do sił zachowawczych, których praca zależy wyłącznie od zmiany położenia ciał względem siebie, a nie zależy od drogi wzdłuż, której ta zmiana nastąpiła. Siły dyssypatywne działają na dowolne ciało będące w ruchu, które napotyka opór, jaki stawia mu otaczający go ośrodek oraz inne ciała będące z nim w zetknięciu. Natura tych sił może być różnorodna, lecz zawsze w wyniku ich działania następuje przemiana energii mechanicznej w energię wewnętrzną trących się ciał, będącą energią termiczną ich cząsteczek. Siła tarcia występująca pomiędzy dwoma ciałami stałymi jest proporcjonalna do siły wzajemnego nacisku, a współczynnik proporcjonalności, nazywany współczynnikiem tarcia, zależy od rodzaju stykających się powierzchni. W przypadku dwóch ciał metalicznych polerowanie tych ciał prowadzi do zmniejszenia współczynnika tarcia, ale tylko do pewnej granicy. Przy bardzo wygładzonej powierzchni siła tarcia staje się bardzo duża, co daje efekt jak gdyby płytki zespały się ze sobą.

Jak już było wspomniane, w układach biologicznych zagadnienie tarcia związane jest z lepkością przepływającej wody, różnych płynów ustrojowych oraz w działaniu układu kostno-stawowego. Siła oddziaływania (siła tarcia) między warstwami płynącej cieczy zależy od współczynnika lepkości i jest wprost proporcjonalna do różnicy prędkości płynących warstw cieczy, a odwrotnie proporcjonalna do rozpatrywanej odległości między nimi. W przypadku tzw. cieczy newtonowskich (np. woda czy osocze) współczynnik lepkości nie zależy od gradientu prędkości. Inaczej zachowują się ciecze będące zawiesinami, do których należą krew. W przypadku takich cieczy, nazywanych nienewtonowskimi,

lepkość maleje w miarę wzrostu prędkości. Dzięki zdolności erytrocytów do zmieniania, wydłużania swojego kształtu, przy wyższych prędkościach krew przypomina właściwościami raczej emulsję niż zawiesinę. Wzrost lepkości krwi następuje przy wysokim hematokrycie i przy spadku temperatury. Poza frakcją czerwonekrwinkową o lepkości krwi decydują również inne czynniki, w stopniu zależnym wprost proporcjonalnie od stężenia i wielkości cząsteczki. Dzięki rozwojowi metod pozwalających na badanie lepkości stało się możliwe wyznaczenie lepkości dużej liczby materiałów biologicznych takich, jak: krew, limfa, różnego rodzaju wydzieliny i maź. Pozwoliło to z jednej strony na lepsze zrozumienie przepływu krwi oraz mechaniki działania stawów, a z drugiej strony stało się użytecznym wskaźnikiem diagnostycznym.

1.2. Siły napięcia powierzchniowego

Ze względu na powszechność występowania wody w środowisku i jej istotną rolę w funkcjonowaniu biosystemów, ważnymi siłami są siły napięcia powierzchniowego. Napięcie powierzchniowe przejawia się w postaci dodatkowych sił związanych z powierzchnią cieczy, skierowanych wzdłuż tej powierzchni lub stycznie, w przypadku powierzchni zakrzywionych. W efekcie powierzchnia swobodna cieczy zachowuje się jak rozciągnięta sprężysta błonka, wykazująca tendencję do zmniejszenia liczby cząsteczek na powierzchni, w celu przyjęcia jak najmniejszej powierzchni swobodnej. Efektem tego jest np. sferyczny kształt kropli cieczy. Ta szczególna właściwość błony powierzchniowej jest wynikiem oddziaływania pomiędzy cząsteczkami cieczy, związanych krótkozasięgowymi siłami spójności, we wnętrzu i na powierzchni cieczy. Chcąc zwiększyć swobodną powierzchnię cieczy, trzeba wykonać pewną pracę, aby pokonać napięcie powierzchniowe. Miarą napięcia powierzchniowego jest stosunek wartości tej pracy do przyrostu powierzchni.

W układach biologicznych napięcie powierzchniowe cieczy jest bardzo ważne dla organizmów żyjących bezpośrednio na powierzchni zbiorników wodnych. Zaliczamy do nich zespoły mikroorganizmów oraz małych alg tworzących tzw. neustony oraz różnego rodzaju insekty wykorzystujące hydrofobowe właściwości swoich nóg do poruszania się po powierzchni wody. Napięcie powierzchniowe odgrywa również istotną rolę w biomechanice płuc. Ciśnienie powietrza wewnątrz pęcherzyków płucnych jest proporcjonalne do napięcia powierzchniowego cieczy, która go tworzy oraz jest odwrotnie proporcjonalne do jego promienia. Pęcherzyki płucne mają różne średnice i są ze sobą połączone. Ciśnienie w mniejszych pęcherzykach jest wyższe niż w większych, co mogłoby prowadzić do zapadnięcia się tych pęcherzyków na rzecz większych. Żeby tego uniknąć, napięcie powierzchniowe na granicy wody i powietrza jest silnie redukowane poprzez substancje powierzchniowo aktywne, mające zdolność zmniejszania napięcia powierzchniowego (tzw. surfaktanty płucne).

Szczególne własności powierzchni płynów pozwalają wyjaśnić szereg innych zjawisk obserwowanych w cieczach znajdujących się w środowisku, w tym zjawisko menisku, efekt włoskowatości czy różnice w zwilżaniu ciał stałych przez ciecze. W przypadku

powstawania menisku wypukłego, siły spójności cząsteczek cieczy przewyższają siły ich przylegania do ciała stałego. Tworząca się zakrzywiona powierzchnia wywiera pewne dodatkowe ciśnienie, skierowane do środka menisku i prowadzące do obniżenia poziomu cieczy, co jest wyraźnie widoczne w przypadku cieczy znajdujących się w naczyniach o małym przekroju poprzecznym. Efekt ten wykorzystują np. ptaki wodne, które poprzez natłuszczenie piór uniemożliwiają dopływ wody pomiędzy nie. W przypadku cieczy tworzących menisk wklęsły następuje podnoszenie się słupa cieczy, ze względu na fakt, że siły wzajemnego oddziaływania molekuł są mniejsze od sił przylegania. Zjawisko to tłumaczy efekt kapilarności naczyń włosowatych, umożliwia również roślinom zasysanie wody z gruntu i rozprowadzanie jej po całym organizmie.

1.3. Siły bezwładności

W układach poruszających się z przyspieszeniem, czyli ze zmieniającą się wartością albo kierunkiem prędkości, tzw. układach nieinercjalnych, zjawiska zachodzą tak, jakby do rzeczywistych działających sił, widzianych przez obserwatora spoczywającego na Ziemi, należało dodać pewną dodatkową siłę. Siła ta, nazywana siłą bezwładności, jest wprost proporcjonalna do masy poruszającego się układu oraz proporcjonalna do wartości przyspieszenia, ale przeciwnie do niego skierowana. Sama Ziemia, ze względu na fakt, że porusza się w dość skomplikowany sposób, jest układem nieinercjalnym, jednak w przypadku opisu zjawisk krótkotrwałych, układy odniesienia związane z Ziemią z dobrym przybliżeniem można traktować jako inercjalne. Kiedy jednak czas trwania zjawisk jest długi, skutki działania sił bezwładności, głównie siły odśrodkowej wynikającej ze zmiany kierunku wektora prędkości oraz siły Coriolisa pojawiającej się, gdy wektor prędkości liniowej jest niekolinearny z wektorem prędkości kątowej, stają się zauważalne. Szczególnie mają one duży wpływ na nieożywioną część przyrody, w tym na samą Ziemię jak i na jej hydro- i atmosferę. Siła odśrodkowa decyduje o kształcie Ziemi. W przypadku, gdyby zależał on wyłącznie od siły grawitacji, byłaby on kulą, natomiast zależność wartości siły odśrodkowej od odległości od osi obrotu Ziemi powoduje, że jest on zbliżony do elipsoidy obrotowej.

Kolejnym wyraźnie obserwowalnym zjawiskiem związanym z działaniem sił odśrodkowych są przyływy i odpływy oceanów, powtarzające się dwukrotnie w ciągu doby. Za ich powstawanie odpowiedzialne są siły odśrodkowe, powstające na skutek ruchu obrotowego Ziemi i Księżyca wokół wspólnego środka masy oraz siła przyciągania grawitacyjnego Księżyca. Istotne znaczenie w kształtowaniu klimatu na Ziemi mają jednak zjawiska związane z siłami Coriolisa. Wiatry pasaty, ulegając działaniu siły Coriolisa, odchylają się na półkuli północnej w prawo, a na półkuli południowej w lewo. W rezultacie wiatry te wieją odpowiednio z północnego i z południowego wschodu. Podobnie zachowują się wiatry wiejące od wyży zlokalizowanych w okolicach biegunów w stronę niższych szerokości geograficznych, nazywane biegunowymi wiatrami wschodnimi. Siły Coriolisa decydują także o kierunku wirowania cyklonów. Na półkuli północnej odchylają wiejące promieniście wiatry w prawo, co w rezultacie nadaje masom

powietrza ruch wirowy o orientacji lewoskrętnej. Na półkuli południowej sytuacja jest odwrócona i cyklony wirują zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Życie na Ziemi, gdzie nieustająco mamy do czynienia z różnego rodzaju ruchami przyspieszonymi, zmusiło układy biologiczne do wytworzenia mechanizmów adaptacyjnych do życia wśród sił bezwładności oraz struktur je wykorzystujących. Przykładem jest zmysł równowagi, wykorzystujący wpływ sił bezwładności na czynność półkolistych kanałów błędnika ucha wewnętrznego. Trzy kanały półkoliste położone są w przybliżeniu w trzech wzajemnie prostopadłych płaszczyznach. W momencie, gdy nasze ciało porusza się z przyspieszeniem, w zależności od jego kierunku względem kanałów półkolistych, w jednym, dwóch lub trzech kanałach ciecz w wyniku działania siły bezwładności porusza się względem ścianek kanałów, pobudzając odpowiednie komórki znajdujące się wewnątrz półkolistych kanałów. W efekcie człowiek otrzymuje sygnał o kierunku i wielkości przyspieszenia.

We współczesnym świecie w wyniku rozwoju techniki mamy do czynienia z coraz większymi prędkościami. O ile jednak ruch ze stałą prędkością, nawet o dużej wartości, nie ma wpływu na zjawiska fizjologiczne w żywych organizmach, to ruch z przyspieszeniem wywołuje przemieszczanie się płynów ustrojowych, deformację naczyń krwionośnych, czy przemieszczanie się organeli w komórkach. Skutek działania przyspieszeń zależy od wartości, czasu ich występowania i kierunku działania względem ciała. Przyspieszenia krótkotrwałe (ułamki sekund) mogą nie wywołać ujemnych skutków, jednak przyspieszenia o wartościach rzędu dziesiątek i setek g (g – wartość przyspieszenia grawitacyjnego na Ziemi) mogą spowodować poważne uszkodzenia ciała, a nawet śmierć na skutek przemieszczania i rozerwania tkanek. Bardzo duże przyspieszenia występują podczas wypadków komunikacyjnych. Efekt działania przyspieszenia o średnim i długim czasie trwania zależy głównie od jego kierunku. Przyspieszenia podłużne, równoległe do osi długiej ciała, powodują przede wszystkim przemieszczanie krwi i narządów wewnętrznych. Lepiej tolerowane jest przyspieszenie w kierunku głowy to jest przeciążenie w kierunku stóp. Powoduje ono spadek ciśnienia krwi w górnej części ciała. Kilkusekundowe przeciążenie rzędu $6g$ prowadzi do zaburzeń widzenia i utraty przytomności. Obserwujemy tzw. czarną zasłonę w wyniku odpływu krwi z głowy. Przyspieszenie przeciwne, skierowane w kierunku stóp, powoduje gwałtowny ból głowy, zaburzenia czynności serca, krwotoki i utratę przytomności w wyniku napływu krwi do głowy (czerwona zasłona). Przyspieszenia poprzeczne, przód-tył lub na boki, są lepiej znoszone od podłużnych, ale powyżej $12g$ w wyniku ich działania może dojść do zatrzymania oddechu.

1.4. Siły elektrostatyczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe

Procesy i zjawiska zachodzące w układach biologicznych takie, jak: wzrost, rozmnażanie, transport aktywny czy działanie układu immunologicznego, wymagają istnienia na poziomie molekularnym niezbyt trwałych struktur (np. błony biologiczne), mających zdolność do łatwego rozpadania się i formowania nowych obiektów czy wymieniania składników, przy udziale niewielkich nakładów energetycznych. Dynamika struktur

biologicznych, charakteryzujących się architektoniczną stabilnością, przy jednoczesnej bardzo dużej plastyczności i elastyczności gwarantującej gotowość do zmian, możliwa jest dzięki przejściowej naturze oddziaływań pomiędzy poszczególnymi cząsteczkami. Stosunkowo małe wartości energii wiązań międzycząsteczkowych są zaledwie kilkakrotnie wyższe od energii ruchów termicznych w temperaturach fizjologicznych. Oprócz istnienia struktur subkomórkowych, unikatowej struktury białek i kwasów nukleinowych i tworzenia stabilnych kompleksów, oddziaływania międzycząsteczkowe warunkują również między innymi istnienie faz skondensowanych, właściwości wody, właściwości cieczy i gazów, w tym lepkość, napięcie powierzchniowe czy zjawiska kapilarne. Wiązania międzycząsteczkowe są wynikiem oddziaływań pomiędzy atomami, a dokładnie efektem działania sił pochodzących od złożonych pól elektromagnetycznych jąder atomowych i chmur elektronowych. Ze względu na niskie wartości energii wiązania oraz zasięg przekraczający znacznie promień chmur elektronowych, oddziaływania międzycząsteczkowe czasami nazywane są słabymi wiązaniami chemicznymi.

Wśród wiązań wyróżniamy oddziaływania niespecyficzne i specyficzne. Do pierwszej grupy zaliczamy wiązanie z udziałem jonów, gdzie mamy do czynienia z oddziaływaniem elektrostatycznym pomiędzy molekułami posiadającymi nieskompensowany ładunek elektryczny oraz wiązanie van der Waalsa, obejmujące oddziaływanie dipol-dipol, dipol-dipol indukowany i dipol indukowany-dipol indukowany. Oddziaływania te odgrywają istotną rolę w tworzeniu i funkcjonowaniu micelarnych i dwuwarstwowych układów cząsteczek lipidów występujące w lipoproteinach krwi i strukturach błonowych komórki. Druga grupa obejmuje wiązanie wodorowe, polegające na przyciąganiu elektrostatycznym między atomem wodoru i atomem elektroujemnym, zawierającym wolne pary elektronowe oraz wiązanie powstające w wyniku przeniesienia ładunku, gdy cząsteczki tworzą kompleks, w którym ładunek elektronowy zostanie przeniesiony z jednej molekuly donorowej na inną akceptorową. W przypadku struktur biologicznych największą rolę odgrywają oddziaływania mogące się tworzyć w środowisku wodnym, ze względu na przynajmniej 70% udział wody w budowie organizmów.

2. DRGANIA MECHANICZNE

Cykliczność jest powszechną cechą zarówno ożywionej jak i nieożywionej części otaczającej nas przyrody. Zjawiska charakteryzujące się powtarzalnością w czasie obserwujemy na każdym poziomie, począwszy od wielkoskalowych cyklicznych ruchów Ziemi wokół własnej osi czy wokół Słońca, wyznaczających rytm dobowy i determinujących pory roku, poprzez cykliczne procesy i reakcje zachodzące w żywych organizmach, drgania wieloatomowych molekuł w mikroświecie, drgania sieci krystalicznych czy ruch elektronów wokół jąder atomowych. Ruch drgający stanowi najczęściej występujący ruch w przyrodzie, a jego najprostszą realizacją są proste drgania harmoniczne nazywane sinusoidalnymi. W przypadku tych drgań wychylenie q ciała materialnego z położenia równowagi zmienia się w czasie t zgodnie z równaniem

$$q = q_0 \sin(\omega t + \alpha)$$

gdzie q_0 – amplituda drgań, czyli maksymalne wychylenie ciała z położenia równowagi, ω – częstotliwość drgań, $\omega t + \alpha$ faza drgań, α – faza początkowa, określająca wychylenie ciała z położenia równowagi w chwili początkowej. W prostym oscylatorze harmonicznym wychylenie z położenia równowagi jest proporcjonalne do wartości zmiennej siły zawsze skierowanej ku położeniu równowagi. Jeżeli układ drgający nie podlega działaniu żadnych sił zewnętrznych, to drgania, nazywane w takim przypadku drganiami swobodnymi, zachodziłyby w nieskończoność. Jednak w rzeczywistych układach, w których nie jesteśmy w stanie wyeliminować zewnętrznych sił tłumiących, zawsze mamy do czynienia ze stratami energii, stąd drgania swobodne stają się drganiami gasnącymi. Przejawem tego jest stopniowe zmniejszanie amplitudy drgań przy każdym kolejnym ruchu. Drgania niegasnące uzyskujemy poprzez okresowe uzupełnianie strat energii z zewnętrznego źródła. Drgania, które odbywają się pod wpływem okresowo zmieniających się sił zewnętrznych, nazywamy drganiami wymuszonymi. Częstotliwość tych drgań równa jest częstotliwości siły wymuszającej, natomiast amplituda bezpośrednio zależy od stosunku częstotliwości siły wymuszającej i częstotliwości drgań własnych układu. Szczególnie ważny i interesujący jest przypadek, gdy dochodzi do zrównania się tych dwóch częstotliwości. W zjawisku tym, nazywanym zjawiskiem rezonansu, dochodzi do maksymalnego przekazu energii do układu drgającego, co w rezultacie powoduje wymuszenie drgań o bardzo dużej wartości amplitudy. Jeśli układ byłby całkowicie odizolowany od sił zewnętrznych amplituda dążyłaby do nieskończoności. Jednak w rzeczywistych układach siły tłumiące uniemożliwiają taki wzrost amplitudy. Im większa jest wartość sił hamujących ruch w otoczeniu, tym amplituda drgań rezonansowych układu jest niższa.

Fakt, że w zjawisku rezonansu układ wymuszający i odbierający drgania ma takie same częstotliwości pozwala na selektywne wzbudzenie drgań. Dzięki tej cesze zjawisko rezonansu znalazło szerokie zastosowanie praktyczne: od komunikacji radiowej po wyrafinowane techniki pomiarowe. Z drugiej strony drgania mechaniczne, stanowiące źródło znacznej ilości energii, która jest proporcjonalna do kwadratu ich amplitudy, mogą wywierać niekorzystny wpływ na układy biologiczne. Współczesna medycyna zajmuje się w szczególności wpływem na ludzkie ciało drgań, których źródłem są narzędzia i urządzenia codziennego użytku, ze względu na zaobserwowany ich negatywny wpływ na funkcje wegetatywne organizmu. W ogólności ciało ludzkie może zostać wprowadzone w drgania poprzez bezpośredni kontakt z drgającym urządzeniem. Skutki drgań będą bezpośrednio uzależnione nie tylko od intensywności drgań, ale również od wydajności transferu do ciała ludzkiego oraz częstotliwości drgań własnych całego ciała i poszczególnych organów. Reakcję ciała na drgania analizujemy, przyjmując pewne modele mechaniczne. W takiej sytuacji ciało człowieka zastępuje się układem mas połączonych ze sobą za pomocą sprężyn i tłumików drgań. W przypadku działania na organizm człowieka drgań o niskich wartościach częstotliwości, rzędu kilku Hz, ciało ludzkie reaguje na nie jako całość, co modeluje się pojedynczą masą na sprężynie z jednym układem tłumiącym. W sytuacji działania drgań o wyższych częstościach poszczególne części

ciała reagują na nie osobno, ze względu na inne wartości częstotliwości drgań własnych. Model staje się wtedy bardziej skomplikowany, składając się z połączonych wielu mas, sprężyn i tłumików.

Dostrzegalne skutki działania drgań związane są z niewielkimi zmianami fizjologicznymi w układzie krążenia i nerwowym, zakłóceniami koordynacji ruchów, mowy, widzenia oraz wrażeniem dyskomfortu. Przykład stanowi tu stosunkowo powszechna choroba lokomocyjna. Dokuczliwe i alarmowe skutki drgań to takie, w których wibracje wytwarzają zmiany we wszystkich podstawowych układach człowieka: krążenia, kostno-stawowym, nerwowym i mięśniowym. Największe uszkodzenia mogą wystąpić w miękkich częściach organizmu, takich, jak: płuca, serce, jelita oraz w mózgu; co związane jest z rozciąganiem i przemieszczaniem tkanek. Obserwowane są również zaburzenia oddechowe i czuciowe, skurcze naczyń, zmiany w stawach, kręgosłupie, układzie trawiennym, wstrząśnienia mózgu. Tego typu trwałe zmiany w organizmie występują na przykład w chorobie wibracyjnej, dotyczącej osoby pracującej z młotami pneumatycznymi.

3. FALE ELEKTROMAGNETYCZNE: CHARAKTERYSTYKA, ŹRÓDŁA I DZIAŁANIE BIOLOGICZNE

Skutkiem intensywnego rozwoju techniki i przemysłu we współczesnym świecie jest pojawienie się coraz większej liczby sztucznych źródeł promieniowania elektromagnetycznego w środowisku człowieka. Dotychczasowe dane empiryczne wskazują, że promieniowanie to nie jest obojętne dla żywych organizmów, stąd pytanie o wpływ zarówno negatywny, jak i pozytywny, energii pola elektromagnetycznego na organizm człowieka stanowi obecnie jedno z głównych zagadnień z dziedziny ochrony zdrowia. Rozprzestrzenianie się energii pola elektromagnetycznego w otoczeniu związane jest z rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych, które podlegają tym samym prawom i zjawiskom, co fale mechaniczne. W celu zrozumienia oddziaływania fal z różnymi obiektami zostanie krótko przedstawiony formalizm stosowany do opisu ruchu falowego.

3.1. Klasyfikacja fal

Fale są powszechnym sposobem transportu energii w otaczającym nas świecie. Fale na wodzie, fale dźwiękowe czy fale sejsmiczne należą do grupy fal mechanicznych, które dystrybuują się w ośrodku dzięki jego właściwościom sprężystym. Źródłem tych fal w ośrodkach gazowych, ciekłych, stałych czy w plazmie są materialne układy drgające, kontaktujące się mechanicznie z innymi molekułami ośrodka. Wytworzone miejscowo zaburzenie jest następnie przekazywane dalej za pośrednictwem cząsteczek, które dzięki siłom sprężystości ośrodka są w każdej chwili czasu przywracane do pierwotnego stanu, wykonując wyłącznie oscylacje wokół położenia równowagi. W efekcie w ośrodku unoszona jest energia ruchu drgającego. Rozchodzenie się fal możemy więc zdefiniować jako sposób przekazywania energii, w którym ośrodek jedynie pośredniczy, sam jednak nie

ulega przemieszczeniu. Brak ośrodka materialnego o określonej sprężystości uniemożliwia transmisję fal mechanicznych. Klasyfikując fale mechaniczne ze względu na kierunek ruchu drgań cząsteczek materii względem kierunku propagacji energii, wyróżniamy fale podłużne i poprzeczne. W pierwszym przypadku ruch poszczególnych drgających cząsteczek ośrodka jest równoległy do kierunku propagacji fali, przykładem takiej fali jest fala dźwiękowa rozchodząca się w powietrzu. W falach poprzecznych przemieszczenie każdego drgającego punktu materialnego jest prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali, przykładem są fale wytworzone na sznurze. Szczególnym przypadkiem są fale na wodzie, zaliczane do tzw. fal powierzchniowych, gdzie mamy do czynienia z superpozycją drgań poprzecznych i podłużnych¹. Jeżeli zaburzenie ośrodka, będące źródłem fali, powtarza się okresowo w czasie, mówimy o fali periodycznej. Najprostszym przykładem fali periodycznej jest fala harmoniczna, gdzie ruch poszczególnych cząsteczek ośrodka jest prostym ruchem harmonicznym. Kolejnej klasyfikacji fal możemy dokonać w zależności od kierunku rozchodzenia się fali. Fale rozchodzące się w jednym kierunku (np. na cienkim drucie lub sznurze) będą zaliczane do fal jednowymiarowych, fale powstające w warstwie powierzchniowej ośrodka są to fale dwuwymiarowe, natomiast fale rozchodzące się we wszystkich kierunkach, w całej objętości ośrodka, tworzą fale trójwymiarowe (fala dźwiękowa w powietrzu). Wprowadzając pojęcie powierzchni falowej, czyli powierzchni, jaka powstaje w wyniku połączenia geometrycznych położeń wszystkich punktów (cząsteczek) ośrodka, które w danej chwili poruszają się w taki sam sposób; drgają w tej samej fazie, możemy wyróżnić falę płaską lub sferyczną. Powierzchnia najbardziej oddalona od źródła fali w danej chwili jest to czoło fali. W przypadku fali płaskiej i sferycznej czoło fali będzie odpowiednio płaszczyzną albo powierzchnią kulistą.

Tak jak już było powyżej wspomniane warunkiem powstawania i propagacji fal sprężystych jest istnienie ośrodka materialnego. Brak takiego ośrodka nie jest jednak przeszkodą w rozprzestrzenianiu się fal elektromagnetycznych, w przypadku, których mamy do czynienia z propagacją energii pola elektromagnetycznego zarówno w ciałach materialnych, jak i w próżni. Elektrostatyka i magnetostatyka dotyczy opisu stałych w czasie pól elektrycznego i magnetycznego. Zgodnie jednak z teorią wprowadzoną przez Maxwella², zmiany pola elektrycznego indukują zmienne pole magnetyczne, i na odwrót. Wskazuje to na ścisły związek pomiędzy tymi polami. Pole magnetyczne i elek-

¹ W przypadku modelu fal powierzchniowych, wprowadzonego przez Rayleigha, cząsteczki materii poruszają się ruchem kolistym, występuje więc przemieszczenie materii zarówno w kierunku prostopadłym, jak i równoległym do kierunku transportu energii. Takiemu ruchowi podlegają jednak głównie cząsteczki znajdujące się na i blisko powierzchni. W miarę wzrostu odległości molekuł od powierzchni ruch zanika.

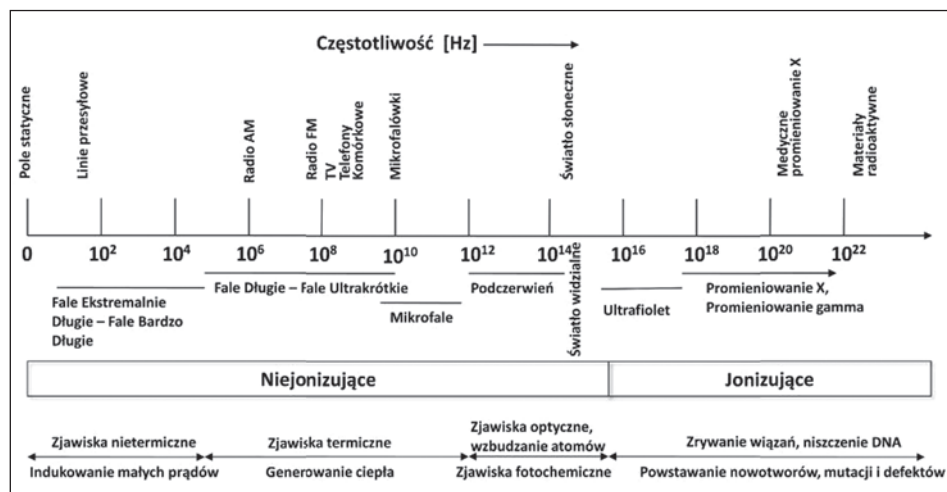
² Teoria J.C. Maxwella, będąca podstawą elektrodynamiki klasycznej, została zebrana i przedstawiona w postaci równań, które opisują właściwości pola elektrycznego i magnetycznego oraz zależności między tymi polami. Z równań Maxwella można wyprowadzić między innymi równania falowe fali elektromagnetycznej i wyznaczyć jej prędkość rozchodzenia się w próżni, tzw. prędkość światła.

tryczne są dwoma obliczami tego samego oddziaływania, nazywanego oddziaływaniem elektromagnetycznym. Powstałe lokalne zaburzenie pola elektromagnetycznego może się propagować w przestrzeni w postaci fali elektromagnetycznej. Fala elektromagnetyczna jest falą poprzeczną. Drgania pola elektrycznego i magnetycznego odbywają się w płaszczyznach prostopadłych do siebie oraz do kierunku rozchodzenia się fali.

Fale elektromagnetyczne charakteryzujemy za pomocą długości fali, częstotliwości i energii. Wszystkie te trzy parametry powiązane są ściśle ze sobą i znajomość jednego pozwala na wyliczenie pozostałych. Długością fali nazywamy najmniejszą odległość pomiędzy dwoma punktami drgającymi w tej samej fazie. Częstotliwość fali wiążemy z częstotliwością drgań ośrodka, czyli liczbą drgań wykonywanych w ciągu jednostki czasu. Im większa częstotliwość fali elektromagnetycznej rozchodzącej się w próżni, tym mniejsza jest jej długość. Częstotliwość fali jest również proporcjonalna do energii transportowanej przez falę. Ponieważ w otaczającym nas świecie nieustająco spotykamy się z generacją i transportem energii w postaci fal elektromagnetycznych, mamy również do czynienia z szeregiem zjawisk, którym te fale podlegają. Na zjawiskach tych opiera się zasada działania większości współczesnych urządzeń wykorzystywanych w telekomunikacji, informatyce, medycynie, nauce, ale także w życiu codziennym. Również organizmy żywe emitują fale elektromagnetyczne, a także wytworzyły skomplikowane struktury biologiczne pozwalające rejestrować i przetwarzać tego typu fale. Przykładem jest oko ludzkie rejestrujące fale świetlne, czyli fragment widma promieniowania elektromagnetycznego, w zakresie długości fal od 400 nm do ok. 760 nm. Obecność w oku odpowiednio przystosowanych fotoreceptorów pozwala rejestrować różnice w długościach padających fal z tego zakresu w postaci różnych kolorów. Barwy przedmiotów postrzegamy dzięki zjawisku odbicia i pochłaniania fali. Fala padając na granicę dwóch ośrodków może ulec odbiciu, czyli zmianie kierunku rozchodzenia się fali, przy czym fala odbita pozostaje w tym samym ośrodku co fala padająca oraz zjawisku absorpcji, czyli pochłanianiu energii fali elektromagnetycznej, co związane jest z jej przejściem do drugiego ośrodka. Kiedy światło pada na jakiś obiekt, absorbuje on promieniowanie o określonej częstotliwości, pozostała część się odbija i trafia do oka, wywołując wrażenie koloru. Kiedy wszystkie długości fal odbijane są tak samo, postrzegamy obiekt jako biały. Kiedy żadna z fal nie odbija się (całość jest absorbowana) oko rejestruje kolor jako czarny. Szczególnym przypadkiem odbicia jest tzw. zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, związane z odbiciem fali od granicy ośrodków tak, że cała energia fali pozostaje w ośrodku. Efekt ten wykorzystywany jest w budowie światłowodów czy odpowiedzialny jest za powstawanie miraży. Inne zjawiska falowe: interferencja, czyli nakładania się dwóch fal o takich samych częstościach, biegnących w tym samym kierunku, prowadzące do wzmocnienia lub wygaszania fali oraz dyfrakcja, czyli ugięcie fali na przeszkodach porównywalnych rozmiarami z długością fali, pozwalają na bardzo precyzyjne pomiary długości, umożliwiają badanie struktur kryształów czy małych układów biologicznych takich, jak spirala DNA, ale także nadają barwy bańkom mydlanym czy plamom oleju na wodzie.

3.2. Wpływ fal elektromagnetycznych na organizmy żywe

Zakres widma promieniowania elektromagnetycznego obejmuje w kolejności od największych wartości długości fal: fale radiowe, mikrofałe, podczerwień, światło widzialne, ultrafiolet, promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie gamma. Wszystkie te fale oddziałują w mniejszym lub większym stopniu z żywymi organizmami, jednak sposób oddziaływania oraz jego skutki są charakterystyczne dla poszczególnych przedziałów częstotliwości fal elektromagnetycznych. Negatywne efekty oddziaływania fal elektromagnetycznych z żywymi organizmami mogą pojawić się w wyniku trzech procesów: indukowania gradientu napięcia i przepływu prądu, efektów termicznych oraz procesu jonizacji.



Rys. 1. Widmo fal elektromagnetycznych

Na diagramie przedstawione są zakresy częstotliwości poszczególnych fal, główne zjawiska fizyczne, które wywołują oraz skutki ich oddziaływania z układami żywymi.

Promieniowanie ULF and ELF

Fale elektromagnetyczne o bardzo niskich częstotliwościach (poniżej 3 kHz) z zakresu ULF (ang. *ultra-low frequency*) and ELF (ang. *extremely low frequency*) występują zarówno naturalnie w środowisku człowieka, jak i są sztucznie wytwarzane przez niego. Źródłem naturalnego promieniowania z tego zakresu jest pole elektromagnetyczne Ziemi, wyładowania elektryczne w trakcie burz oraz aktywność Słońca i kosmiczna. Natężenie promieniowania zależy od mocy źródła, jak i odległości obiektu od niego. Ekspozycja na promieniowanie wytworzone przez człowieka związana jest z generowaniem oraz transmisją energii elektrycznej. Najistotniejszy wpływ mają linie przesyłowe oraz urządzenia domowe zasilane prądem takie, jak: lodówki, odkurzacze, mikrofalówki, żelazka, komputery. Natężenie promieniowania wytwarzanego przez te urządzenia jest dużo większe niż wytwarzanego przez linie przesyłowe, jednak występuje ono wyłącznie w momen-

cie użytkowania sprzętu, natomiast na pole elektromagnetyczne generowane przez linie przesyłowe, jesteśmy narażeni cały czas. Współczesne badania laboratoryjne komórek hodowanych *in vitro*, eksperymenty na zwierzętach, badania kliniczne, komputerowe symulacje oraz badania epidemiologiczne są skupione na znalezieniu relacji pomiędzy sztucznie wytwarzanym polem elektromagnetycznym o niskiej częstotliwości a zaburzeniami takimi, jak: depresja, białaczka dziecięca, nowotwory (czerniak, rak piersi). Uzyskane wyniki badań są jednak w wielu przypadkach sprzeczne lub niejednoznaczne. W chwili obecnej uznaje się, iż nie ma bezpośredniego związku między promieniowaniem elektromagnetycznym z tego zakresu częstotliwości a nowotworami. Badania na komórkach wskazują jednak, iż w efekcie działania tego pola może dojść do wygenerowania dodatkowego napięcia w komórkach w wyniku tzw. zjawiska Halla³. Obserwowalnym skutkiem tego mogą być zaburzenia w transporcie jonów w komórkach, co w konsekwencji może prowadzić do zakłócenia prawidłowej transdukcji sygnałów i rozstrojenia metabolizmu komórki.

Fale radiowe

Fale radiowe obejmują fale elektromagnetyczne o częstotliwościach z zakresu: 30–300 kHz (długość fal 10 km – 1 km) fale długie; 0,3–3 MHz (długość fal 1000 m – 100 m) fale średnie; 3–30 MHz (długość fal 100 m – 10 m) fale krótkie; 30–300 MHz (długość fal 10 m – 1 m) fale ultrakrótkie.

Biologiczne skutki działania tych fal są proporcjonalne do współczynnika absorpcji energii, a poziom absorpcji zmienia się nieznacznie wraz ze zmianą częstotliwości. Promieniowanie z tego zakresu może wywołać efekty termiczne w tkankach żywych organizmów, skutkiem czego przy dłuższym przebywaniu w zasięgu fal o dużym natężeniu, może dojść do przegrzania organizmu. Brak wydajnych mechanizmów pozwalających na szybkie odprowadzenie nadmiaru energii cieplnej zgromadzonej w organizmie człowieka, powoduje, że skutkiem przegrzania są różnego rodzaju oparzenia oraz udary termiczne.

Komercyjne radiowe i telewizyjne stacje nadawcze transmitują fale radiowe o bardzo dużej mocy, rzędu kilku megawatów. Na szczęście anteny nadawcze są zazwyczaj umieszczone na szczytach budynków z dala od ludzi, mimo to absorpcja energii jest w tym przypadku większa niż absorpcja fal radiowych emitowanych przez anteny stacji komórkowych. Badania australijskich naukowców wskazują na związek pomiędzy życiem w pobliżu stacji nadawczych a wzrostem zachorowań na białaczkę wśród dzieci, jednak badania innych grup nie potwierdzają tych danych. Większość telefonów komórkowych, telefonów bezprzewodowych oraz radiofalewek ma antenę na zewnątrz lub wbudowaną wewnątrz telefonu. Ze względu na fakt, że antena w tych urządzeniach znajduje się blisko użytkownika, jest on narażony na większą ekspozycję na fale radiowe niż w przypadku innych źródeł tych fal. Mała moc (rzędu dziesiątek miliwatów) promieniowania emitowanego przez

³ Zjawisko, zaobserwowane przez E.H. Halla w 1879 roku, polegające na powstawaniu na ściankach przewodnika różnicy potencjałów poprzecznej w stosunku do kierunku przepływu prądu, kiedy przewodnik ten umieścimy w prostym do kierunku prądu polu magnetycznym.

telefony bezprzewodowe oraz nieciągła transmisja sygnału w przypadku krótkofalówek powoduje, że nie stanowią one zagrożenia dla żywych organizmów. Moc promieniowania związanego z telefonami komórkowymi jest rzędu setek miliwatów i to one wydają się stanowić największe niebezpieczeństwo dla organizmu człowieka. Podwyższona radiacja wokół anten telefonów komórkowych obejmuje swoim zasięgiem głowę. Może to prowadzić, szczególnie w przypadku długiego czasu ekspozycji, do lokalnego przegrzania pewnych obszarów mózgu (tzw. efekt „hot spot”). W skrajnych przypadkach może to wywoływać raka mózgu czy raka narządu słuchu, w szczególności u dzieci. Zmniejszeniu promieniowania sprzyjają kierunkowe anteny aparatów komórkowych, emitujące fale elektromagnetyczne anizotropowo, wyłącznie od zewnętrznej strony głowy czy w momentach rzeczywistej rozmowy.

Mikrofale

Obejmują fale o długości fali 0.1 mm do 30 cm i energii rzędu 10^{-5} – 10^{-3} eV. Źródłem ich są lampy mikrofalowe, stanowiące elektroniczne układy drgające: klistrony, karcinotrony, magnetrony, diody lawinowe, polowe. Znalazły one zastosowanie w radiolokacji (radary), pomiarze prędkości pojazdów, kuchenkach mikrofalowych. Mikrofale w przeciwieństwie do promieniowania jonizującego w wyniku oddziaływania z ciałami fizycznymi wytwarzają czystą energię termiczną. Negatywne oddziaływanie mikrofal na organizmy żywe zostało potwierdzone w przypadku chorób oczu, gdzie stwierdzono wpływ promieniowania mikrofalowego na powstawania katarakty.

Promieniowanie podczerwone

Fale o długościach z zakresu podczerwieni są emitowane przez rozgrzane ciała w wyniku wzbudzeń cieplnych elektronów wewnątrz substancji. Ciała w temperaturze pokojowej wysyłają fale o długości 19 mm. Sztucznie promieniowanie to jest wytwarzane przez pręty Nernsta i globary; pręty ceramiczne, przez który przepływa prąd elektryczny. Promieniowanie to jest niewidoczne dla ludzkiego oka. Skutkiem jego są efekty termiczne, podobne jak w przypadku promieniowania widzialnego, jednak promieniowanie widzialne jest emitowane przez ciała ogrzane do wysokich temperatur, natomiast fale z zakresu podczerwieni emitują wszystkie ciała w temperaturze normalnej. Niektóre badania wskazują na pozytywne działanie promieniowania podczerwonego na komórki ludzkie, które może pomagać w odbudowie tkanki łącznej. Nie ma informacji o negatywnym działaniu promieniowania na ludzki organizm.

Efekty optyczne

Źródłem promieniowania optycznego jest: Słońce, lampy, laser oraz wszystkie świecące obiekty. Intensywne promieniowanie z zakresu widzialnego powoduje wzbudzenie elektronów w atomach. Oznacza to, że elektrony tworzące tkankę leżącą blisko powierzchni ciała mogą absorbować energię pochodzącą ze źródeł optycznych, powodując tym samym ogrzewanie a nawet poparzenia. Promieniowanie z zakresu optycznego nie należy do promieniowania silnie penetrującego dlatego najbardziej na-

rażone na ekspozycje są oczy oraz skóra. Skutkiem natychmiastowym działania promieniowania optycznego może być uszkodzenie siatkówki, nadmierna opalenizna, poparzenia słoneczne, opóźnione efekty to katarakta, degeneracja siatkówki, przyspieszone starzenie oraz nowotwory skóry.

Promieniowanie ultrafioletowe

Fale elektromagnetyczne o długościach od 0.4 μm do 10 nm i energii 5–10² eV. Naturalnymi źródłami tych fal są ciała o dostatecznie wysokiej temperaturze, znikome, ale zauważalne ilości tego promieniowania wysyłają ciała o temp. 3000 K, silnym źródłem jest Słońce (6000 K), lampy wyładowcze: lampy rtęciowe, zwane kwarcówkami (świecący gaz atomowy).

Głównym działaniem promieniowania z tego zakresu są zjawiska fotochemiczne, podobne efekty mogą również wystąpić w przypadku światła laserowego. Każdy z nas jest poddany działaniu promieniowania ultrafioletowego emitowanego przez Słońce. Szkodliwe efekty związane z ekspozycją na UV zależą od natężenia promieniowania, czasu ekspozycji. Promieniowanie to ma działanie zarówno pozytywne, jak i negatywne. Pozytywne przejawia się w produkcji ciepła, w przebiegu procesu fotosyntezy oraz w stymulowaniu produkcji witaminy D w organizmie ludzkim. Niekorzystne działanie przejawia się w oparzeniach słonecznych, raku skóry, niszczeniu wzroku, przedwczesnym starzeniu, tłumieniu oporności organizmu. Silne biologiczne działanie promieniowania UV przypisuje się jego działaniu jonizującemu.

Promieniowanie rentgenowskie

Promieniowanie o własnościach jonizujących obejmujących fale elektromagnetyczne o bardzo małych długościach, poniżej 10 nm do 5 pm oraz najwyższych energiach od 124 eV do 250 keV. Szkodliwe skutki dużych dawek promieniowania jonizującego, obserwowane w postaci nowotworów skóry i białaczki wśród osób zajmujących się radioaktywnością, stwierdzono wkrótce po odkryciu promieniowania rentgenowskiego w roku 1890. Ekstremalnie wysoka energia promieniowania rentgenowskiego jest wystarczająca do niszczenia wiązań chemicznych w żywych tkankach oraz zmieniania reakcji chemicznych. Długotrwała ekspozycja na to promieniowanie może powodować modyfikacje genetyczne oraz mutacje prowadzące do rozwoju nowotworów. Promieniowanie rentgenowskie znalazło zastosowanie w radiografii (dentystrycznej, medycznej, weterynaryjnej), terapiach nowotworowych, tomografii komputerowej, mammografii, radiografii przemysłowej, kontrolach bagażu na lotnisku, badaniach gęstości kości w osteoporozie i innych procedurach diagnostycznych.

Promieniowanie gamma

Promieniowanie gamma, o energii powyżej 250 keV, podobnie jak molekularne promieniowanie alfa czy beta, emitowane przez materiały radioaktywne i w trakcie reakcji jądrowych, jest formą promieniowania jonizującego, które może powodować zarówno fizyczne, jak i chemiczne uszkodzenia w żywych tkankach. Ekspozycja na działanie fal

z tego zakresu, w skrajnych przypadkach, z jednej strony może nie spowodować żadnych skutków biologicznych, z drugiej może doprowadzić do śmierci organizmu. Najczęstszym efektem działania są zaburzenia takie, jak: białaczka, nowotwory złośliwe kości, piersi czy płuc. Dzieci w okresie płodowym narażone na działanie promieniowania gamma mogą posiadać wiele defektów genetycznych.

LITERATURA

- Adey W. Ross, *Biological effects of electromagnetic fields*, "Journal of Cellular Biochemistry" 1993, 51, s. 410–416.
- Balcavage W.X., i in., *A mechanism for action of extremely low frequency electromagnetic fields on biological systems*, "Biochemical and Biophysical Research Communications" 1996, 222, s. 374–378.
- Bryszewska M., Leyko W., *Biofizyka dla biologów*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 1997.
- Bulanda W., *Podstawy fizyki środowiska przyrodniczego*, Lublin: Wydawnictwo UMCS 2007.
- Glaser R., *Biophysics*, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 2005.
- Miękisz S., Hendrich A., *Wybrane zagadnienia z biofizyki*, Wrocław: Volumed 1998.
- Piersa H., *Podstawy fizyki*, Lublin: Wydawnictwo KUL 2004.
- Rajzer M., Palka I., Kawecka-Jaszcz K., *Znaczenie zjawiska lepkości krwi w patogenezie nadciśnienia tętniczego*, „Nadciśnienie tętnicze” 2007, t. 11, nr 1, s. 1–11.
- Tarjan I., *Fizyka dla przyrodników*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe 1975.

JACEK GOLBIAK

MODELE STRUKTURY WSZECHŚWIATA

UWAGI WSTĘPNE

Modelem kosmologicznym nazywamy rekonstrukcję struktury i ewolucji Wszechświata w możliwie największej skali. Każdy model opisuje Wszechświat w sposób uproszczony, nie uwzględniając wszystkich szczegółów jego budowy i historii, poprzestając na prezentacji głównych jego własności (podobnie jak model samochodu nie zawiera wszystkich szczegółów budowy silnika, ale jedynie niektóre cechy pojazdu)¹. Teoretyczną podstawą konstruowania modeli kosmologicznych jest Ogólna Teoria Względności (OTW) ogłoszona przez Alberta Einsteina w 1915 roku². Matematycznym sformułowaniem teorii są równania pola grawitacyjnego, zwane równaniami Einsteina albo po prostu równaniami pola. OTW zastosowana do największego spośród możliwych układów fizycznych, czyli Wszechświata jako całości, jest współczesną teorią fizyczną nazywaną kosmologią.

1. RÓWNANIA POLA A PODSTAWOWE IDEE OTW

1.1. Charakterystyka równań pola

Równania pola grawitacyjnego mają następującą postać:

¹ J.D. Barrow, *Początek Wszechświata*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa 1995, s. 13.

² Podstawowe idee OTW Einstein wyłożył w artykułach: A. Einstein (1915), *Die Feldgleichungen der Gravitation*, „Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften”, nr 48, s. 844–847 oraz A. Einstein (1916), *Die Grundlage die Allgemeinen Relativitätstheorie*, „Annalen der Physik”, nr 49, s. 762–822.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = -\kappa T_{\mu\nu}$$

Wielkości matematyczne występujące po lewej stronie równań charakteryzują geometrię czasoprzestrzeni, natomiast po prawej rozkład materii (energii, pędów). Z matematycznego punktu widzenia wielkości te nazywamy tensorami³. Schematycznie równania pola możemy napisać:

(geometria czasoprzestrzeni) = (rozkład mas energii i pędów)

Zapis ten informuje nas o tym, że obecność mas we Wszechświecie determinuje rodzaj geometrii czasoprzestrzeni, w której masy te się znajdują. Innymi słowy, masa zakrzywia czasoprzestrzeń. Ponieważ zaś masa jest źródłem pola grawitacyjnego, to pole grawitacyjne możemy interpretować jako zakrzywienie czasoprzestrzeni. Z kolei krzywizna czasoprzestrzeni określa ruchy (przyspieszenia) obiektów znajdujących się w czasoprzestrzeni. Są to podstawowe idee OTW.

1.2. Geometrie nieeuklidesowe

W newtonowskiej fizyce klasycznej operującej pojęciami absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni obecność materii nie miała żadnego wpływu na charakterystykę geometrii przestrzeni. Można było wyobrazić sobie nawet zupełnie pustą przestrzeń pozbawianą jakiegokolwiek materii. Przestrzeń taka jest opisywana płaską geometrią euklidesową. W przypadku fizyki relatywistycznej, gdzie obecność masy generuje krzywiznę, czasoprzestrzeń jest opisywana geometrią nieeuklidesową. Geometrie nieeuklidesowe zostały odkryte kolejno przez M. Łobaczewskiego i J. Bolyai'a w XVIII wieku oraz B. Riemanna w XIX w. Obydwa typy geometrii opisują przestrzenie zakrzywione. Obydwie geometrie powstały również w tym samym kontekście historycznym. Zakończyły bowiem, trwający przez około 2000 lat, spór wokół słynnego, piątego postulat geometrii Euklidesa. Treść piątego postulatu brzmi: „Jeżeli dwie proste przy przecięciu z trzecią tworzą po jednej stronie kąty wewnętrzne, jednostronne, których suma jest mniejsza od dwóch kątów prostych, to te proste przecinają się przy dostatecznym przedłużaniu, i to po tej właśnie stronie”⁴. Według oponentów Euklidesa powyższe zdanie nie jest postulatem, ale twierdzeniem wyprowadzonym z pierwszych czterech postulatów systemu

³ Wielkości fizyczne mają swą matematyczną reprezentację. Do jednoznacznego scharakteryzowania niektórych wielkości wystarczy podać tylko jedną liczbę. Takie wielkości nazywamy skalarami. Wielkościami skalarnymi opisywane są takie wielkości fizyczne, jak np. temperatura, czy gęstość. Do opisu innych wielkości fizycznych takich, jak prędkość, czy przyspieszenie wymaga się zastosowania wektorów, których składowymi są skalary (do jednoznacznego określenia prędkości nie wystarczy podać jej wartości – długość wektora – ale ponadto zwrotu, kierunku i punktu przyłożenia). Wreszcie wektory są składowymi bardziej skomplikowanych wielkości zwanych tensorami. Przykładem są występujące w równaniach pola tensor energii – pędu oraz tensor metryczny.

⁴ Na temat geometrii Euklidesa i genezy geometrii nieeuklidesowych zob., S. Kulczycki, *Geometria nieeuklidesowa*, PWN, Warszawa, 1960.

geometrii Euklidesa⁵. Rozumowanie wyżej wymienionych matematyków w celu rozstrzygnięcia sporu było następujące. Zmodyfikujmy na początku samą formułę piątego postulat (treść postulat jest ta sama): „Jeżeli dana jest prosta i punkt leżący poza nią, to przez punkt ten można przeprowadzić dokładnie jedną prostą równoległą do danej prostej”. Następnie należy zaprzeczyć piątemu postulatowi. System geometrii zbudowany na pierwszych czterech postulatach i piątym zaprzeczonym okazał się niesprzeczny, co dowiodło racji Euklidesa i przesądziło o tym, że piąty postulat jest istotnie postulatem, a nie twierdzeniem. Piątemu postulatowi można zaprzeczyć dwojako. Po pierwsze, przez punkt leżący poza prostą nie da się przeprowadzić żadnej równoległej do danej albo po drugie, przez punkt leżący poza prostą da się przeprowadzić nieskończenie wiele prostych równoległych. System geometrii oparty na pierwszych czterech postulatach Euklidesa i piątym zaprzeczonym w pierwszej wersji nazywamy geometrią hiperboliczną lub geometrią Łobaczewskiego-Bolyai’a. Natomiast system oparty na pierwszych czterech postulatach i piątym zaprzeczonym w drugiej wersji nazywamy geometrią sferyczną albo geometrią Riemanna. Krzywizna czasoprzestrzeni spowodowana przez obecność masy – energii powoduje, że to geometrie nieeuklidesowe są adekwatnym sposobem opisu geometrycznych własności Wszechświata.

OTW została potwierdzona empirycznie. Zaobserwowano ugięcie promienia światła propagującego się w pobliżu Słońca oraz pewną deformację ruchu planety Merkury w najbliższym punkcie jej orbity zwanym peryhelium.

2. ZAGADNIENIE KOSMOLOGICZNE

Podstawowy problem kosmologii stanowi pytanie, w jaki sposób materia, ilościowo, zakrzywia czasoprzestrzeń⁶. W tym celu należy kolejno rozważyć następujące zagadnienia:

1. Najpierw należy zebrać informacje o rozkładzie materii we Wszechświecie;
2. Następnie opisać matematycznie rozkład materii, wstawiając do prawej strony równań pola. Rozwiązując równania Einsteina, można wyliczyć, jakie geometrie czasoprzestrzeni odpowiadają danemu rozkładowi. Rozwiązania takie stanowią zespół dopuszczalnych modeli kosmologicznych.

W ostatnim etapie należy porównać skonstruowane modele kosmologiczne z obserwacjami, zawężając w ten sposób klasę możliwych modeli kosmologicznych do podklasy modeli zgodnych z obserwacjami. Odpowiednio do trzech wymienionych wyżej grup

⁵ System geometrii Euklidesa był pierwszym w matematyce przypadkiem realizacji arystotelesowskiego ideału wiedzy naukowej, jakim był system aksjomatyczny. Zgodnie z tym ideałem teoria powinna opierać się na pojęciach pierwotnych i układzie zdań zwanych aksjomatami, których prawdziwość przyjmuje się bez dowodzenia. Treść aksjomatów nie powinna wynikać z siebie nawzajem oraz z aksjomatów wyprowadza się wszystkie twierdzenia teorii. Wykład geometrii Euklides zawarł w dziele pt. *Elementy*.

⁶ M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki*, Wydawnictwo Akademii Teologii Katolickiej, Warszawa, 1997, s. 229 nn.

problemów wyróżnia się trzy działy kosmologii – kosmologię obserwacyjną, kosmologię teoretyczną oraz testowanie modeli kosmologicznych.

2.1. Obserwacyjne podstawy kosmologii

Informacje o rozkładzie materii we Wszechświecie zdobywa się na podstawie obserwacji. Najważniejsze z punktu widzenia współczesnej kosmologii były obserwacje, które w historii rozwoju tej dyscypliny znane są jako paradoks Olbersa, prawo Hubble’a oraz kosmiczne promieniowanie tła.

2.1.1. Paradoks Olbersa

Przez paradoks w nauce rozumiemy sytuację, gdy wyjaśniając jakieś zagadnienie w oparciu o przyjętą teorię naukową (powszechnie afirmowany paradygmat), dochodzi się do fałszywych, niezgodnych z faktami wniosków. Paradoksy pojawiły się również w kosmologii wraz z próbą odpowiedzi na banalne, wydawałoby się, pytanie, dlaczego niebo jest ciemne nocą. Rozwiązanie tego problemu w oparciu o przyjęte założenia kosmologii newtonowskiej doprowadziło do paradoksalnych wniosków. Według założeń tych Wszechświat jest statyczny i nieskończony, zarówno przestrzennie jak i czasowo. Jeżeli w nieskończonym przestrzennie i czasowo Wszechświecie gwiazdy rozłożone są równomiernie, zgodnie z symetrią sferyczną, to całkowita ilość odbieranego przez nas światła powinna być nieskończona. Heinrich Olbers w 1826 roku wykazał, że przy założeniach kosmologii newtonowskiej niebo w nocy powinno być jasne⁷. Ponieważ wniosek ten jest rażąco sprzeczny z codzienną obserwacją, należało zweryfikować teorię, która ponosi w tym wypadku odpowiedzialność za błędy. Okazało się, że na podstawie fizyki newtonowskiej nie da się zbudować poprawnych modeli kosmologicznych. Kosmologia relatywistyczna, oparta na OTW, przyniosła rozwiązanie paradoksu Olbersa. Wszechświat bowiem nie jest statyczny, ale się rozszerza i ma skończony wiek. Czas życia Wszechświata nie jest dostatecznie długi i nie wszystkie fotony wyemitowane przez bardzo odległe gwiazdy zdołały dotrzeć do Ziemi, aby rozjaśnić niebo nocą. Obserwacja ciemnego nocnego nieba była jedyną na przełomie wieków obserwacją kosmologiczną, ze znaczenia której jednak nie zdawano sobie wtedy zupełnie sprawy.

2.1.2. Wszechświat dynamiczny – Prawo Hubble’a

Vesto Slipher, a następnie Edwin Hubble, obserwowali światło emitowane przez galaktyki. Obserwacje te wykazały przesunięcie ku czerwieni w widmach prawie wszystkich obserwowanych galaktyk. Wyjaśnienie tego faktu wiąże się z efektem Dopplera. Jeżeli źródło światła oddala się od obserwatora, to prążki widmowe tego światła będą przesunięte w kierunku barwy czerwonej (redshift). Jeżeli natomiast źródło światła zbliża się do obserwatora, to prążki będą przesunięte ku fioletowi (blueshift). Mówiąc inaczej, w przypadku oddalania się źródła długość fali światła odebranego jest większa

⁷ E.R. Harrison (1964), *Olbers' Paradox*, "Nature", 204, s. 271–272.

od długości fali światła wyemitowanego. Energia pojedynczego fotonu wynosi $E = \frac{hc}{\lambda}$ co oznacza, że foton traci energię, przebywając drogę od źródła do obserwatora⁸. Wielkość przesunięcia ku czerwieni (z) definiuje się według następującego wzoru:

$$z = \frac{\lambda_o - \lambda_e}{\lambda_e}$$

z – redshift,

λ_o – długość fali światła odebranego przez obserwatora,

λ_e – długość fali światła wyemitowanego przez źródło.

Przesunięcie ku czerwieni rejestrowane w widmach światła emitowanego przez galaktyki oznacza, że galaktyki te oddalają się. E. Hubble stwierdził, że prędkość oddalania się galaktyk (tzw. prędkość ucieczki) jest wprost proporcjonalna do odległości galaktyki od obserwatora. Jest to treść prawa Hubble'a, którego matematycznym sformułowaniem jest równanie:

$$v = Hr$$

v – prędkość ucieczki,

r – odległość galaktyki,

H – stała Hubble'a⁹.

Odkrycie ucieczki galaktyk prowadzi do dwóch ważnych wniosków:

- ✓ Wszechświat jest dynamiczny i rozszerza się;
- ✓ Oddalanie się galaktyk miało swój początek, który został zidentyfikowany z początkiem Wszechświata¹⁰.

Oddalanie się galaktyk jest spowodowane tym, że czasoprzestrzeń ekspandując unosi ze sobą galaktyki. Sytuację taką moglibyśmy zilustrować przez porównanie czasoprzestrzeni do ciasta z rodzynkami. Ciasto rosnąc powoduje, że odległości pomiędzy rodzynkami zwiększają się, chociaż same rodzynki prędkości własnych nie posiadają¹¹.

Prawo Hubble'a stanowi jedno z najbardziej doniosłych osiągnięć kosmologii obserwacyjnej.

⁸ F. Dicke nazwał kolokwialnie to zjawisko tzw. zmęczeniem światła.

⁹ Powyższy wzór jest poprawny jedynie w przypadkach nierelatywistycznych, tzn. gdy prędkość ucieczki galaktyki jest dużo mniejsza od prędkości światła $v \ll c$. Dla bardzo odległych galaktyk prędkość ucieczki jest na tyle duża, że należy uwzględnić efekty relatywistyczne i stosować bardziej skomplikowany wzór $1 + z = \sqrt{\frac{1+v/c}{1-v/c}}$.

¹⁰ Gdyby Wszechświat nie miał początku czasowego, a galaktyki oddalały się od zawsze, byłyby w tej chwili poza zasięgiem jakiegokolwiek obserwacji.

¹¹ Oczywiście galaktyki prędkości własne posiadają, ale nie są one spowodowane globalnym efektem ekspansji czasoprzestrzeni Wszechświata.

2.1.3. Kosmiczne promieniowanie tła¹²

Promieniowanie to zwane także promieniowaniem reliktowym albo resztkowym zostało odkryte w 1965 roku przez A. Penziasa i R. Wilsona. Materia Wszechświata występuje w postaci cząstek (materia korpuskularna) i w postaci promieniowania (materia promienista). W początkowych fazach ewolucji Wszechświata dominowała materia promienista, ponieważ duże energie i panujące we Wszechświecie temperatury uniemożliwiały tworzenie struktur materii takich, jak atomy. Wraz z ekspansją Wszechświata spadała temperatura i rósł wpływ materii korpuskularnej. W pewnym momencie ustaliła się równowaga pomiędzy jednym a drugim typem materii. Było to w chwili, gdy Wszechświat liczył sobie ok. 35 tysięcy lat, a temperatura panująca we Wszechświecie wynosiła 10^4 K. Nastąpiło wtedy oddzielenie promieniowania i materii cząstkowej, tzn. obydwa typy materii przestały ze sobą oddziaływać. Dominuje obecnie materia korpuskularna, a promieniowanie obserwujemy jako mikrofalowe promieniowanie tła. Jest promieniowanie odpowiadające promieniowaniu ciała doskonale czarnego o temperaturze 2,7K. Analiza własności tego promieniowania przynosi nam informacje o stanie Wszechświata, gdy promieniowanie po raz ostatni oddziaływało z materią (jest reliktem tamtej epoki).

Pomiary temperatury tego promieniowania w różnych kierunkach dają takie same wyniki, co prowadzi do wniosku, że promieniowanie to jest izotropowe. Jest to bardzo ważny wynik o fundamentalnym znaczeniu dla struktury Wszechświata jako całości. Wszechświat w dawnych epokach musiał być bardzo dokładnie jednorodny, tzn. miał jednakową gęstość w każdym punkcie.

Badania własności promieniowania tła prowadzone były w czasie dwóch misji satelitarnych – przez satelitę COBE, a następnie WMAP¹³. Pierwsza z misji poświęcona była badaniu izotropowości promieniowania tła, a druga stwierdziła istnienie anizotropii tego promieniowania na poziomie 10^{-4} – 10^{-5} K.

2.1.4. Wnioski z obserwacji

Obserwacja własności promieniowania tła prowadzi do wniosków będących podstawą sformułowania tzw. Zasady Kosmologicznej. Zgodnie z tą zasadą Wszechświat w największej skali jest jednorodny i izotropowy. Jednorodność oznacza, że we Wszechświecie nie ma wyróżnionych punktów w przestrzeni – wszystkie są równoprawne (gęstość Wszechświata jest jednakowa $\rho(t) = const.$). Izotropowość oznacza, że we Wszechświecie nie ma wyróżnionych kierunków. W oparciu o zasadę kosmologiczną stwierdzamy, że przestrzeń Wszechświata odznacza się symetrią sferyczną, co ma fundamentalne znaczenie dla konstruowania modeli kosmologicznych.

Z kolei rozwiązanie paradoksu Olbersa i odkrycie ucieczki galaktyk stanowiło obserwacyjną podstawę stwierdzenia dynamiki we Wszechświecie. Wszechświat nie jest statyczny, ale się rozszerza. W kontekście dynamiki Wszechświata pojawiła się także kwestia jego czasowego początku $a = a(t)$.

¹² Cosmic Microwave Radiation (CMB).

¹³ Cosmic Background Explorer (COBE), Willikinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP).

2.2. Kosmologia teoretyczna – konstruowanie modeli kosmologicznych

2.2.1. Założenia

Należy na początku przyjąć pewne założenia dotyczące rozkładu materii we Wszechświecie¹⁴. Podstawową jednostką struktury Wszechświata w największej skali jest gromada galaktyk, która jest reprezentowana w przestrzeni przez punkt obdarzony masą. Zbiór wszystkich takich punktów nazywamy substratem. Substrat posiada własności cieczy doskonałej o pewnej gęstości i ciśnieniu.

Konstruując model kosmologiczny, odwołujemy się do równania pola Einsteina. Tensor energii pędu występujący po prawej stronie ma być tensorem energii – pędu cieczy doskonałej, natomiast lewa strona opisuje geometrię przestrzeni o symetrii sferycznej¹⁵.

Po odpowiednich przekształceniach równania Einsteina sprowadzają się do równania Friedmana:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho - \frac{kc^2}{a^2} \quad ^{16}$$

a – promień Wszechświata, tzw. czynnik skali,¹⁶

k – krzywizna,

G – stała grawitacji Newtona,

c – prędkość światła.

Równanie to opisuje, w jaki sposób promień Wszechświata zmienia się wraz z upływem czasu, czyli opisuje czasową ewolucję modelu. Rozwiązując to równanie, otrzymujemy zależność promienia Wszechświata od czasu.

2.2.2. Równanie cieczy, równanie stanu

Pomimo swego fundamentalnego znaczenia, równanie Friedmanna pozostaje bezużyteczne bez równania opisującego, jak zmienia się w czasie gęstość materii we Wszechświecie $\rho = \rho(t)$ ¹⁷. Równanie cieczy ma następującą postać:

$$\rho + 3\frac{\dot{a}}{a}\left(\rho + \frac{p}{c^2}\right)$$

ρ – gęstość Wszechświata.

Ponieważ obok gęstości substrat jest charakteryzowany przez ciśnienie (p), trzeba też wyznaczyć ciśnienie, określając w ten sposób jakim rodzajem materii jest wypełniony Wszechświat. Związek $p \equiv p(\rho)$ nosi nazwę równania stanu. Najprostszym przypadkiem

¹⁴ Treść paragrafu 3.2 została opracowana na podstawie M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne...*, s. 325 nn.

¹⁵ A. Walker i niezależnie od niego H. Robertson wykazali, że każda 3-wymiarowa przestrzeń o symetrii sferycznej posiada metrykę zwaną od ich nazwisk metryką Robertsona-Walkera.

¹⁶ Kropka oznacza różniczkowanie w czasie $\equiv \frac{d}{dt}$.

¹⁷ A. Liddle, *Wprowadzenie do kosmologii współczesnej*, przeł. E. Łokas i B. Bieniok, Warszawa 2000, s. 34.

jest równanie stanu dla materii pyłowej $p = 0$. Tym mianem określamy każdy rodzaj materii, który wywiera zanedbywalnie małe ciśnienie. Natomiast równanie stanu dla materii promienistej ma bardziej skomplikowaną postać $p = \frac{\rho c^2}{3}$. Równanie to opisuje cząstki poruszające się z prędkościami bliskimi prędkości światła¹⁸.

2.2.3. Modele Friedmana – Lemaitre’a

Modele kosmologiczne, będące rozwiązaniami równań pola i spełniające zasadę kosmologiczną, nazywamy modelami relatywistycznymi albo modelami Friedmana-Lemaitre’a od nazwisk ich twórców. Równanie Friedmana wraz z równaniem stanu dla materii pyłowej ma trzy rozwiązania. Każde z nich opisuje inny model. W modelu I, zwanym modelem Einsteina-de Sittera, ewolucja Wszechświata podlega niekończącej się ekspansji. Rozwiązanie równania Friedmana dla materii pyłowej pokazuje, że promień Wszechświata zmienia się w czasie wg zależności $a \sim t^{2/3}$. Zgodnie z tym rozwiązaniem Wszechświat rozszerza się wiecznie, ale tempo jego ekspansji maleje z czasem i staje się nieskończenie małe, gdy wiek Wszechświata zmierza do nieskończoności $t \rightarrow \infty$:¹⁹

$$H \equiv \frac{\dot{a}}{a} = \frac{2}{3t}$$

H – funkcja Hubble’a jest miarą tempa ekspansji Wszechświata.

Przestrzeń Wszechświata według tego modelu jest płaska (krzywizna przestrzeni $k = 0$), czyli opisywana geometrię Euklidesa.

Przestrzeń modelu II jest przestrzenią zamkniętą, opisywaną geometrią sferyczną Riemanna o dodatniej krzywiznie. Początkowo Wszechświat przechodzi fazę ekspansji, a osiągnąwszy jej maksimum, przechodzi w fazę kurczenia (kontrakcji), kończąc swą ewolucję tzw. osobliwością końcową.

Model III posiada przestrzeń o ujemnej krzywiznie, która jest opisywana geometrią hiperboliczną Łobaczewskiego-Bolyi’aya. Ewolucja tego modelu jakościowo przebiega podobnie jak w przypadku modelu I, z tym, że charakterystyka zmian promienia Wszechświata w czasie jest inna.

Wspólną cechą wszystkich trzech modeli Friedmanna-Lemaitre’a jest punkt osobliwy rozpoczynający ekspansję Wszechświata. Gdy czas kosmiczny zmierza do zera, rozmiary Wszechświata również zmierzają do zera, gęstość materii zdąża do nieskończoności. Stan ten nazywa się punktem osobliwym albo osobliwością początkową. Punkt osobliwy można zdefiniować z punktu widzenia fizyki, geometrii i topologii. W sensie fizycznym osobliwość to stan, w którym wielkości fizyczne takie, jak energia, gęstość, przyjmują wartości nieskończone. Z punktu widzenia geometrii osobliwość to punkt, w którym składowe tensora krzywizny Riemanna przyjmują niemierzalne własności.

¹⁸ Materia pyłowa oznacza „materię nierelatywistyczną”, natomiast promieniowanie oznacza materię relatywistyczną.

¹⁹ A. Liddle, *Wprowadzenie...*, dz. cyt., s. 41.

Wreszcie z punktu widzenia topologii osobliwość jest punktem, w którym urywają się wszystkie historie cząstek. Innymi słowy, osobliwość jest pewną „wyrwą” w strukturze czasoprzestrzeni. Mówimy o tzw. geodezyjnej niezupełności czasoprzestrzeni. Osobliwość tego stanu polega na tym, że rozwiązań równań pola nie można przedłużyć poza ten punkt, co oznacza, że pytanie „co było przed osobliwością początkową (początkiem Wszechświata)” jest pozbawione sensu. Jest to też silne ograniczenie nałożone na nasze możliwości poznawcze i możliwe naukowe rozstrzygnięcia kwestii co było przyczyną zaistnienia świata i jakie mechanizmy za to odpowiadają.

W modelach Friedmanna „gwałtowny początek” pojawia się jako początkowa osobliwość. Fizykom osobliwość wydawała się „obcym zjawiskiem” w kosmologii. Panowało przekonanie, że osobliwość nie wynika z istoty teorii grawitacji, lecz jest wynikiem zbyt upraszczających założeń. Lemaitre udowodnił, że tak nie jest i pokazał, że model anizotropowy ma również osobliwość²⁰. Dowody przeprowadzone około 30 lat później przez Hawkinga i Penrose’a wykazały, że osobliwości nie da się usunąć i jest ona głęboko zakorzeniona w matematycznej strukturze OTW²¹.

2.2.4. Model statyczny Einsteina

Kosmologia Friedmanna-Lemaitre’a przedstawia Wszechświat dynamiczny podlegający ewolucji. Promień Wszechświata zmienia się w czasie – Wszechświat albo ekspanduje albo kontrahuje. Albert Einstein był przekonany jednak, że Wszechświat jest statyczny. Dlatego arbitralnie zmodyfikował równania pola, włączając w nie tzw. człon kosmologiczny, którego głównym elementem jest stała kosmologiczna (λ). Równania pola po uzupełnieniu ich członem kosmologicznym przyjmują postać:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \lambda g_{\mu\nu} = -\kappa T_{\mu\nu}$$

Stała kosmologiczna reprezentuje siły kosmicznego odpychania, które w zamyśle Einsteina miałyby równoważyć siłę grawitacyjnego przyciągania i zachować Wszechświat statycznym. Okazało się jednak, że model statyczny jest układem bardzo niestabilnym i dzisiaj ma znaczenie jedynie historyczne²².

²⁰ Powyższe rozważania nie stanowią formalnego dowodu, że nie da się uniknąć zerowej objętości przez wprowadzenie anizotropii, ponieważ model ten nie jest najogólniejszy z możliwych. Por. G. Lemaitre, (1933) *L'Univers en expansion*, Ann. Soc. Scien. Bruxelles, A 53, s. 51–85.

²¹ S. Hawking, G. Ellis, *The Large Scale Structure of Spacetime*, Cambridge University Press, Cambridge 1973.

²² Pod koniec życia Albert Einstein miał powiedzieć, że wprowadzenie stałej kosmologicznej było największą pomyłką jego życia. Jednak wyniki uzyskiwane w kosmologii w ostatnich latach wskazują na to, że tak nie jest. Nagroda Nobla z fizyki za rok 2011 została przyznana za odkrycie akceleracji Wszechświata. Przyspieszoną ekspansję Wszechświata powoduje obecność nieznanego fluidu, który jest kandydatem na stałą kosmologiczną. Prawdopodobnie fluidem tym jest ciemna materii albo ciemna energia. Zaledwie 4% zawartości materialnej Wszechświata stanowi znana nam materia barionowa, 20% stanowi ciemna materia, a ponad 70% ciemna energia. Ciemna materia to materia, która nie świeci i nie ma możliwości jej detekcji w żadnym zakresie widma elektromagnetycznego. Ciemną energią może być energia próżni.

2.2.5. Modele nieizotropowe

Modele Friedmanna-Lemaitre'a opisują strukturę i ewolucję Wszechświata przy silnych założeniach symetrycznych jednorodności i izotropowości. Jest to idealizacja uprawniona jedynie w maksymalnie dużych rozmiarach. W skalach mniejszych świat ani jednorodny, ani izotropowy nie jest. W celu otrzymania bardziej realistycznego modelu należy badać odchylenia od jednorodności i izotropowości w mniejszych skalach i budować modele na podstawie słabszych założeń.

Modele posiadające uniwersalny czas kosmologiczny, jednorodne i anizotropowe przestrzennie dzielą się na dziewięć klas, tzw. klas Bianchi (od nazwiska włoskiego matematyka). Odrzucenie założenia izotropowości prowadzi również do modelu, w którym zachodzi obrót (rotacja) Wszechświata jako całości. Oś czasu w takim modelu nie jest prostą, ale krzywą zamkniętą. Pierwszy taki model stworzył Kurt Gödel w 1949 roku.

2.2.6. Klasyfikacja modeli kosmologicznych

W 1933 roku Robertson w przeglądowym artykule przedstawił klasyfikację znanych w tym czasie modeli kosmologii relatywistycznej. Wyniki zebrał w tabeli²³:

k	E	λ	R	Typ	Nazwa modelu	
1	0	>0	dowolny	S	model Lanczosa I	
	>0	λ_E	> λ_E	dowolny	M_1	zdąży do modelu Lanczosa I i pustego świata de Sittera
			<RE		A_1	zdąży do statycznego świata Einsteina (przy $p = 0$)
			RE		E	statyczny świat Einsteina
			>RE		A_2	model Lemaitre'a
			< λ_E , >0	>R2		M_2
	< λ_E	<R1		O	model $\lambda = 0$ rozważany przez Einsteina	
0	0	>0	dowolny	S	pusty świat de Sittera	
		0	dowolny	SE	Wszechświat Minkowskiego (STW)	
	>0	>0	dowolny	M_1	zdąży do pustego świata de Sittera	
		0	dowolny	M_1	model Einsteina-de Sittera	
		<0	<R1		O	
-1	0	>0	dowolny	S	model Lanczosa II	
		0	dowolny	SE	model z przestrzenią Minkowskiego	
		<0	<R1		S	pusty model oscylujący
	>0	>0	dowolny	M_1	zdąży do modelu Lanczosa II	
		0	dowolny	M_1	zdąży do modelu Minkowskiego SE	
		<0	R1		O	

²³ H.P. Robertson, (1933), *Relativistic Cosmology*, "Rev. Mod. Phys.", 5, s. 62–90.

Oznaczenia:

k – krzywizna,

E – energia związana z obecnością materii,

λ – stała kosmologiczna,

R_E – promień świata Einsteina,

R_1 – maksymalny promień Wszechświata w modelach oscylujących,

R_2 – niezerowy (większy od einsteinowskiego) w $t = 0$ promień Wszechświata w modelach monotonicznie ekspandujących M_2 ,

A_1 – modele asymptotyczne rozpoczynające ekspansję od osobliwości początkowej i przybliżające się do statycznego świata Einsteina,

A_2 – modele asymptotyczne rozpoczynające ekspansję od promienia świata Einsteina,

S – modele typu pustego świata de Sittera,

M_1 – modele monotonicznie ekspandujące od osobliwości początkowej,

M_2 – modele monotonicznie rozpoczynającego ekspansję od promienia większego niż promień Einsteina,

O – modele oscylujące²⁴.

2.3. Testowanie modeli kosmologicznych

Ostatni etap konstruowania modeli polega na konfrontacji teoretycznie otrzymanych modeli z obserwacjami, w celu zawężenia klasy dopuszczalnych modeli. Procedura ta polega zazwyczaj na tym, że modele kosmologiczne określa się za pomocą kilku parametrów, które następnie próbujemy wyznaczyć w drodze obserwacji, aby stwierdzić, która wersja modelu najlepiej opisuje nasz Wszechświat²⁵.

Do podstawowych parametrów kosmologicznych należą:

- parametr tempa ekspansji Wszechświata (H),
- parametr gęstości (Ω),
- parametr hamowania (q),
- stała kosmologiczna (λ).

Omówione zostaną dwa pierwsze parametry, gdyż mają podstawowe znaczenie w kosmologii. O stałej kosmologicznej była mowa przy okazji omawiania modelu Einsteina. Parametr tempa ekspansji Wszechświata, nazywany parametrem Hubble'a, jest definiowany i wyznaczany na podstawie prawa Hubble'a:

$$H = \frac{v}{r}$$

Z powyższego wzoru wynika, że do wyznaczenia wartości funkcji Hubble'a trzeba określić prędkość ucieczki galaktyk oraz odległość galaktyk od obserwatora. Prędkość ucieczki wyznacza się na podstawie pomiarów redshiftów, natomiast odległość mierzy się stosując metodę tzw. świec standardowych. Ponieważ pomiar prędkości ucieczki i odległości galaktyk jest obciążony niepewnością, to uzyskana wartość parametru Hubble'a jest również przybliżona. Stałą Hubble'a parametryzuje się zwykle jako:

²⁴ D. Dąbek, *Kosmologia Edwarda Artura Milne'a i jej filozoficzne implikacje*, Wydawnictwo KUL, Lublin, 2011, s. 24.

²⁵ A. Liddle, *Wprowadzenie...*, s. 56 nn.

$$H_0 = 100 \cdot h \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$$

H_0 – wartość parametru Hubble’a w chwili obecnej²⁶.

Mpc – megaparsek²⁷

h – parametr, którego wartość wynosi $h \in (0,55 - 0,75)$.

Jeżeli np. $h = 0,5$, to wartość stałej Hubble’a wynosi $H_0 = 50 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$, co oznacza, że galaktyka oddalająca się z prędkością $v = 5000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ znajduje się w odległości 100 Mpc .

Parametr Hubble’a ma również istotne znaczenie dla oszacowania wieku Wszechświata. Okazuje się, że wiek Wszechświata jest odwrotnością stałej Hubble’a:

$$t = \frac{1}{H}$$

Obecne pomiary stałej Hubble’a wskazują na to, że Wszechświat liczy sobie około 14 mld lat.

Parametr gęstości definiuje się w następujący sposób:

$$\Omega(t) = \frac{\rho}{\rho_c}$$

ρ – gęstość Wszechświata,

ρ_c – gęstość krytyczna Wszechświata. Jest to gęstość wymagana, aby geometria Wszechświata była płaska ($k = 0$). Gęstość krytyczną wyznacza się na podstawie równania Friedmanna:

$$H^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho - \frac{k}{a^2}$$

Jeżeli krzywizna przestrzeni $k = 0$, równanie upraszcza się i otrzymujemy wartość gęstości krytycznej:

$$\rho_c(t) = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

Wartość parametru gęstości jest bardzo bliska jedności, co oznacza, że nasz Wszechświat ma gęstość bardzo bliską gęstości krytycznej, a zatem jest Wszechświatem płaskim. Wyjaśnienie tej sytuacji jest jednym z podstawowych problemów współczesnej kosmologii nazwanym problemem płaskości.

²⁶ Parametr Hubble’a jest funkcją $H = H(t)$ zależną od czasu i jej wartość zmienia się w czasie ewolucji wszechświata. Indeks „0” w przypadku tego parametru i pozostałych oznacza, że chodzi o wartość parametru w chwili obecnej. Wtedy jest on stałą $H_0 = \text{const}$.

²⁷ Jest to jednostka odległości w kosmologii. 1 pc jest wysokością na jaką należałoby się wznieść ponad Ziemię, aby średnica orbity Ziemi (około 300 mln km) widziana była jako 1 sekunda kątowna. Inaczej mówiąc, jest to odległość, dla której paralaksa wynosi $1''$. Jeden parsek to w przybliżeniu 3,24 roku świetlnego. Jeden megaparsek to milion parseków.

LITERATURA

- Barrow J.D., *Początek Wszechświata*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa 1995.
- Dąbek D., *Kosmologia Edwarda Artura Milne'a i jej filozoficzne implikacje*, Wydawnictwo KUL, Lublin, 2011.
- Einstein A., *Die Feldgleichungen der Gravitation*, "Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften" 1915, nr 48.
- Einstein A., *Die Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie*, "Annalen der Physik" 1916, nr 49.
- Harrison E.R. (1964), *Olbers' Paradox*, "Nature".
- Hawking S., G. Ellis, *The Large Scale Structure of Spacetime*, Cambridge University Press, Cambridge 1973.
- Heller M., M. Lubański, Sz. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki*, Wydawnictwo Akademii Teologii Katolickiej, Warszawa, 1997.
- Kulczycki S., *Geometria nieeuklidesowa*, PWN, Warszawa, 1960.
- Lemaitre G., *L'Universe en expansion*, Ann. Soc. Scien. Bruxelles 1933, A 53.
- Liddle A., *Wprowadzenie do kosmologii współczesnej*, przeł. E. Łokas i B. Bieniok, Warszawa 2000.
- Robertson H.P., *Relativistic Cosmology*, "Rev. Mod. Phys." 1933, nr 5.

ANDRZEJ ZYKUBEK

GENEZA BIOSYSTEMÓW

GRANICE ZIEMSKIEGO ŻYCIA

Możliwość istnienia życia pozaziemskiego od dawna rozbudzała ludzką wyobraźnię, czego świadectwem są m.in. liczne powieści *science-fiction*, traktujące o obcych, pozaziemskich formach życia. Zagadnienie to nie traci na swej popularności, na co wskazuje duża liczba publikacji zarówno naukowych, jak i popularnonaukowych. Współcześnie stajemy się świadkami swoistej ewolucji poglądów – literacka fikcja wyewoluowała w konkretną rzeczywistość naukową w formie nowych dyscyplin naukowych: astrobiologii i astrochemii¹.

Badania astrobiologiczne przyczyniają się do pogłębiania naszej wiedzy o zjawisku życia i bliższego opisanie interesującej grupy jednokomórkowych organizmów pro- i eukariotycznych, zwanych ekstremofilami. Ponieważ bakterie zasiedlają wszystkie dostępne, nawet skrajnie różniące się od siebie środowiska na Ziemi, najbardziej prawdopodobne jest, że *obcy*, których w przyszłości odnajdziemy (lub którzy już przybyli na naszą planetę) będą podobni do ziemskich organizmów jednokomórkowych.

CO TO SĄ EKSTREMOFILE?

Termin *ekstremofil* został użyty po raz pierwszy przez Roberta D. MacElroy'a (w 1974) i oznacza *kochający ekstrema* (*lac. extremus* i gr. *philiā* – φιλία). Ekstremum dotyczy skrajnych, oczywiście z antropocentrycznego punktu widzenia, warunków środowiskowych.

¹ W literaturze przedmiotu występuje kilka synonimicznych określeń astrobiologii tj. egzobiologia, bioastronomia, biokosmologia, kosmobiologia, a astrochemia bywa również nazywana kosmochemią lub molekularną astrofizyką (astrofizyka cząsteczek).

Organizmy te żyją i rozmnażają się w obecności czynników fizyko-chemicznych, których natężenie jest zazwyczaj teratogenne lub letalne dla innych organizmów. Czynniki określającymi klasyczne środowiska skrajne są:

- ✓ temperatura $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $> 80\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- ✓ pH < 3 i > 10 ,
- ✓ zasolenie $> 5\text{ M}$ ($> 30\%$),
- ✓ ciśnienie hydrostatyczne słupa wody (od kilkudziesięciu do 1.100 atm na dnie Rowu Mariańskiego).

Wśród ekstremalnych czynników środowiskowych wymienia się ponadto warunki fizyczne i geochemiczne oraz (rzadziej występujące) biologiczne, tj.:

- ✓ dostępność wody,
- ✓ dostępność zasobów pokarmowych (pierwiastków biogennych),
- ✓ wysokie ciśnienie osmotyczne,
- ✓ natężenie światła,
- ✓ promieniowanie jonizujące i ultrafioletowe,
- ✓ potencjał oksydoredukcyjny,
- ✓ związki chemiczne występujące w wysokich stężeniach (np. amoniak, siarkowodór)
- ✓ wysokie stężenia jonów metali ciężkich,
- ✓ toksyczne związki chemiczne (ścieki)
- ✓ szybki rozwój organizmów; organizmy o czasie podwojenia $T_d < 15\text{ min.}$ (np. *Vibrio natriegans* $T_d < 10\text{ min.}$).

Niekiedy za ekstremofile uważane są również organizmy beztlenowe, tlenowe lub mikroaerofile, a także, choć na ten temat znajdujemy bardzo mało danych, organizmy przeżywające pobyt w *quasi*-próżni lub wykazujące przynajmniej względną odporność na silne przeciążenia (i eksplozje będące np. wynikiem kolizji).

Organizmy ekstremofilne spotykane są wśród trzech domen świata żywego: *Archaea*, *Bacteria* i *Eukaryota*, jednak najlepiej przystosowane do życia z skrajnych warunkach środowiskowych są *Procarvota*. Posiadają one bardzo krótki cykl życiowy (czas od jednego podziału komórkowego do następnego) i szereg adaptacji umożliwiających funkcjonowanie w skrajnie wysokich lub niskich temperaturach, przy skrajnych wartościach pH, wysokim ciśnieniu, zasoleniu oraz w obecności innych czynników szkodliwych lub wręcz zabójczych dla innych organizmów.

RODZAJE EKSTREMOFILII

Ze względu na główne czynniki środowiskowe i ich skrajne wartości, wśród ekstremofili wyróżnia się: termofile i hipertermofile (wysoka temperatura), psychrofile (niska

temperatura), acidofile (niskie pH), alkalofile (wysokie pH), halofile (wysokie zasolenie), kserofile (mała wilgotność), barofile (wysokie ciśnienie), radiofile (promieniowanie radioaktywne) (Tab. 1).

Tab. 1. Przykłady organizmów ekstremofilnych (oprac. na podst. literatury)

Ekstremofile	Czynnik środowiskowy	Środowisko	Przykład organizmu
hipertermofile	> 80 °C	gejzery, kominy hydrotermalne, fumarole, solfatary	<i>Pyrolobus fumarii</i> (113 °C), szczep 121 – <i>Geogemma barossii</i> (> 121 °C)
psychrofile	< 15 °C	lód, śnieg	<i>Psychromonas ingrahamii</i> (-12 °C) <i>Colwellia psychrerythraea</i> (-20 °C) ²
alkalofile	pH > 9	jeziora słone	<i>Alkaliphilus transvaalensis</i> (pH 12,5)
acydofile	pH < 5 (zazwyczaj dużo niższe pH)	kwaśne wody kopalniane, gorące źródła, solfatary	<i>Ferroplasma acidarmanus</i> (pH), ponadto w środowisku o pH ~ 0,0 rozwijają się glony <i>Cyanidium caldarium</i> i <i>Dunaliella acidophila</i> oraz grzyby <i>Aconitium cylatium</i> , <i>Cephalosporim sp.</i> , i <i>Trichosporon cerebriae</i>
halofile	3,5–5 M NaCl	Wielkie Jezioro Słone, Morze Martwe, Hot Lake (USA)	<i>Dunaliella salina</i> , <i>Ectothiorhodospira halophila</i> , <i>E. halochloris</i>
kserofile	aktywność wody (odwodnienie na poziomie 1% ilości wody w warunkach fizjologicznie normalnych, tempo metabolizmu spada poniżej 0,1%)	pustynia, suszone owoce	<i>Artemia salina</i> niczenie, niektóre grzyby i porosty
piezofile	wysokie ciśnienie hydrostatyczne	dno oceaniczne	znalezione na dnie Rowu Mariańskiego <i>Moritiella yayanosii</i> i <i>Shewanella benthica</i> (optimum wzrostu przy 70–80 MPa)

radiofile	wysoki poziom promieniowania jonizującego i UV > 5000 Gy	reaktory, składowiska odpadów promieniotwórczych	<i>Deinococcus radiodurans</i> , <i>Rubrobacter radiotolerans</i>
metalofile	mogą tolerować wysokie stężenia metali (np. Cu, As, Cd Zn)	wody kopalniane, zanieczyszczone osady	<i>Cyanidium caldarium</i> <i>Ferroplasma acidarmanus</i> (Cu, As, Cd, Zn); <i>Ralstonia metallidurans</i> , CH3 (Zn, Co, Cd, Hg, Pb)
oligotrofy	< 1mg rozpuszcz. C _{org.} /dm ³	krenon lub ritral (strefa źródłiskowa lub górna strefa potoku), wody wypływające z topniejących lodowców	liczne gatunki oligotrofów należące np. do <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Caulobacter sp.</i> , <i>Seliberia sp.</i> , <i>Mycobacterium sp.</i> , <i>Artrobacter sp.</i> rosną w wodzie destylowanej

Dla całości obrazu należy dodać, że w literaturze przedmiotu występuje termin poliekstremofile, który odnosi się do grupy organizmów przeżywających w warunkach równoczesnego (synergistycznego) działania wielu skrajnych czynników.

W przedstawionym wyżej kontekście niezmiernie interesujące (także ze względów praktycznych) wydają się być adaptacje ekstremofili do życia w różnych biotopach. Ze względu na „szczupłość miejsca” i skrótowość opracowania zagadnienie to zostanie omówione w oddzielnym artykule.

EKSTREMOFILE A GRANICE ZIEMSKIEGO ŻYCIA

Do opracowania strategii i metod poszukiwania życia pozaziemskiego, niezbędna jest dobra znajomość spektrum warunków istnienia organizmów żywych oraz charakterystyka środowisk, w jakich żyją one na Ziemi. Szczególnie istotne jest, więc poznanie skrajnych ziemskich środowisk, w których jeszcze rozwijają się organizmy prokariotyczne. Środowiska te stają się tym samym aktualnym (możemy przecież poznać inne jeszcze bardziej skrajne ziemskie biotopy) wyznacznikiem granic ziemskiego życia (Tab. 2).

Należy jednak pamiętać, że rozwój życia poza naszą planetą może realizować się w odmiennej (alternatywnej) formie i zupełnie innych niż ziemskie warunkach – np. życie które nie jest oparte o metabolizm zredukowanych form węgla (a np. o krzem, związki siarki), wodę wewnątrzkomórkową i materiał genetyczny w postaci kwasów nukleinowych.

² Według niektórych źródeł bakterie *Colwellia psychrerythraea* ze szczepu oznaczonego 34H potrafią przeżyć stan przechłodzenia w temperaturze -196 °C, tj. temperaturze ciekłego azotu.

Potencjalne pozaziemskie siedliska życia wskazuje się dziś w naszym Układzie Słonecznym przede wszystkim na Marsie, na jednym z księżyców Jowisza – Europie oraz na księżycach Saturna – Tytanie i Enceladusie. Ziemia, Mars i wymienione wyżej księżyce znajdują się bowiem w tzw. ekosferze.

Jak podaje M. Różyczka (2006), termin *ekosfera* (ang. *ecosphere*) został wprowadzony do astronomii w 1955 roku. Początkowo określano nim tę część Układu Słonecznego, w której panują warunki sprzyjające istnieniu życia w jego ziemskich formach; jednak dość szybko zaczęto używać go także w odniesieniu do analogicznych obszarów w otoczeniu innych gwiazd. Zgodnie z obecną definicją, ekosfera jest to otaczająca gwiazdę sferyczna warstwa, w której mogą istnieć planety zdolne do utrzymania na swych powierzchniach wody w stanie ciekłym (przy aktualnej aktywności Słońca strefa ta mieści się w granicach 0,84–1,67 au³). Takie samo znaczenie ma termin *habitable zone* (strefa nadająca się do zamieszkania). Obecność ciekłej wody wydaje się być warunkiem koniecznym, lecz najprawdopodobniej niewystarczającym do tego, aby na danej planecie mogły funkcjonować organizmy, które przecież rozwijają się w całym spektrum warunków środowiskowych (Tab. 2).

Tab. 2. Granice życia na Ziemi (oprac. na podst. Literatury oraz Mix et al. 2006)

Czynnik	Środowisko/źródło	Zakres
wysoka temperatura	podmorskie kominy hydrotermalne	110–121 °C
niska temperatura	lód	–17 do –20 °C
wysokie pH	jeziora sodowe lub jeziora zawierające jony Ca ²⁺ (w postaci Ca(OH) ₂)	pH > 11
niskie pH	źródła wulkaniczne, kwaśne wody kopalniane	pH –0,06 do 1
promieniowanie jonizujące	promieniowanie kosmiczne i rentgenowskie, rozpad promieniotwórczy	1,5–6 Gy
promieniowanie UV	światło słoneczne	5.000 J/m ²
wysokie ciśnienie	Rów Mariański	110,2 MPa
zasolenie	środowiska hiperślone	5–36% (wody morskie 0,8–3,5%)
środowiska oligotroficzne	środowiska wodne ubogie w rozpuszcz. C _{org.}	0,2–16 mg rozpuszcz. C _{org.} /dm ³
wysuszenie	Pustynia Atakama (Chile), Mc Murdo Dry Valleys (Antarktyka)	względna wilgotność

³ au – jednostka astronomiczna; jednostka odległości używana w astronomii równa 149 597 870 700 m; dystans ten odpowiada średniej odległości Ziemi od Słońca.

Samo znalezienie się planety w obrębie ekosfery takiej gwiazdy nie gwarantuje jednak, że warunki sprzyjające życiu utrzymają się na niej przez czas niezbędny do pojawienia się organizmów żywych. Przesądzają o tym różnorodne i bardzo skomplikowane procesy decydujące o wiekowych zmianach np. klimatu planety.

ZAKOŃCZENIE

Badania nad ekstremofilami stanowią istotny wkład do badań nad ewolucją organizmów jednokomórkowych i ich mechanizmami adaptacji do życia w środowiskach ekstremalnych. Ekstremofile mogą również reprezentować nowe linie filogenetyczne i wykorzystywać nowe szlaki metaboliczne lub nieznane dotąd enzymy czy nierozpoznane komórkowe i molekularne mechanizmy. Adaptacje te w gruncie rzeczy mogą stanowić szerokie pole do wielu potencjalnych zastosowań – także biotechnologicznych. Dzięki ekstremofilom zakres definicji granic życia ulega wyraźnemu przesunięciu ku coraz większym skrajnościom, a tym samym badania nad ekstremofilami mogą być pomocne w opracowywaniu nowych hipotez (lub weryfikacji już istniejących) na temat powstania i wczesnych faz ewolucji życia na Ziemi lub w innym miejscu Wszechświata.

LITERATURA⁴

- Błaszczuk M.K., *Mikrobiologia środowisk*. Warszawa: WN WPN 2010.
- Chwieduk E., *Pochodzenie życia – wyjątkowy akt samoródtwa?* Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza 2011.
- Clancy P., Brack A., Horneck G., *W poszukiwaniu życia. Badania Układu Słonecznego*. Przeł. U. i M. Seweryńscy. Warszawa: Prószyński i S-ka 2008.
- Dick S.J., *Życie w innych światach – Dwudziestowieczna debata nad życiem pozaziemskim*. Warszawa: Prószyński i S-ka 2005.
- Dyk W. (red.), *Egzobiologia, czyli poszukiwanie życia w kosmosie*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 2002.
- Dyk W., *Człowiek w rozszerzającym się wszechświecie. Między filozofią przyrody a filozofią przyrodoznawstwa*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 2003.
- Korpikiewicz H., *Kosmoekologia. Obraz zjawisk*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM 2006.
- Ługowski W., *Paradoks powstawania życia. Filozoficzne problemy biogenezy*. Warszawa: Wiedza Powszechna 1987.
- Ługowski W., *Filozoficzne podstawy protobiologii*. Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN 1995.
- Mix, L.J. (red.), *The Astrobiology primer: an outline of general knowledge*. „Astrobiology” 6, 2006, s. 735–813.

⁴ Wykaz obejmuje ważniejsze publikacje dotyczące powstania życia i ekstremofili wydane ostatnio w języku polskim.

- Roskal Z.E., *Kosmos chtoniczny. Historyczny rozwój monistycznej interpretacji kosmosu*. Lublin: Wydawnictwo KUL 2012.
- Rowiński T., *Aniołowie i kosmici. Kościół wobec cywilizacji pozaziemskich*. Kraków: Wydawnictwo M 2011.
- Różyczka M., *Ekosfery gwiazdowe*. „Kosmos. Problemy nauk biologicznych” 55 (2006), s. 381–88.
- Schopf J.W., *Kolebka życia. O narodzinach i najstarszych śladach życia na Ziemi*. Przeł. J. Kaźmierczak. Warszawa: PWN 2006.
- Stanley S.M., *Historia Ziemi*. Przeł. I. Walaszczyk. Wydawnictwo Naukowe PWN: Warszawa 2005.
- Subotowicz M., *W poszukiwaniu życia rozumnego we Wszechświecie. Zagadnienia wybrane*. Lublin: Wydawnictwo UMCS 1995.
- Szuskiewicz E., Ferrari E. (red.), *Astrobiologia: poprzez pył kosmiczny do DNA*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 2006.
- Turkiewicz M., *Mikroorganizmy ekstremofilne*, [w:] Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowska (red.), *Mikrobiologia techniczna. Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności*, cz. II, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2009, s. 204–234.
- Wabbel T.D. (red.), *Życie we Wszechświecie. Stanowiska przyrodnictwa, filozofii i teologii*. Przeł. B. Baran. Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy 2007.

ANTROPOGENEZA

Antropogeneza to filogeneza człowieka, historia rodowa człowieka i człowiekowatych. Można również rozumieć antropogenezę jako całokształt procesów ewolucyjnych, które drogą stopniowych zmian struktury genetycznej gatunku doprowadziły do przekształcenia się populacji przedludzkiej w populację *Homo sapiens*. Tak termin antropogeneza jest wyjaśniany w słowniku antropologicznym. Historię powstania naszego gatunku można prześledzić głównie na podstawie morfologii odkrytych szczątków kostnych, przede wszystkim czaszek. Choć wydaje się, że badania materiału genetycznego mogą wyrzucić bardzo duży wpływ na współcześnie przyjmowaną klasyfikację człowiekowatych, to obecnie brak jeszcze technik badawczych, umożliwiających analizę skąpej ilości materiału genetycznego dostępnego ze szczątków kostnych hominidów.

Jedną z możliwych dróg analizy pochodzenia człowieka jest zapoznanie się z informacjami dostępnymi w odniesieniu do poszczególnych opisanych wymarłych gatunków człowiekowatych.

1. SAHELANTHROPUS TCHADENSIS

Wszystkie znane szczątki tego gatunku zostały odkryte w latach 2001–2005 na terenie Czadu. *Sahelanthropus* dosłownie oznacza człowieka z Sahelu. Sahel to region w Afryce graniczący z południowym krańcem Sahary. Nazwa gatunkowa *tchadensis* została nadana w uznaniu tego, że wszystkie szczątki gatunku zostały odkryte na terenie Czadu. Czaszka *Sahelanthropusa* popularnie zwana jest *Toumai*, co w lokalnym języku Goran oznacza „nadzieję życia”, jest to również imię często nadawane dzieciom rodzącym się tuż przed suchym sezonem.

1.1. Datowanie

Brak datowania bezwzględnego dla tego gatunku. Szacuje się, że występował około 7 milionów lat temu, jednak jest to datowanie bardzo niepewne.

1.2. Anatomia

Gatunek jest znany z jednej czaszki, czterech fragmentów żuchw i kilku pojedynczych zębów. Szczątki należą prawdopodobnie do 9 różnych okazów. Przy użyciu technik komputerowych oszacowano wielkość wcześniej zdeformowanej puszkę mózgową na ok. 360–370 cc. Gatunek posiadał 32 zęby, co jest charakterystyczne tak dla małp starego świata, jak i ludzi. Otwór potyliczny był zlokalizowany przednio i zorientowany w dół. Takie jego umieszczenie może sugerować, że była to forma dwunożna, jednak bez dostępnych kości kończyn nie można tej hipotezy potwierdzić. Położenie otworów nosowych jest stosunkowo niskie i podobne do tego, jakie występuje dzisiaj np. u gibbonów. Uważa się jednak, że ostatni wspólny przodek małp człekokształtnych i ludzi miał nos ulokowany dużo powyżej ust, z tego też względu *Sahelanthropus* raczej poprzedzał tego ostatniego wspólnego przodka.

1.3. Dymorfizm płciowy

Nie ma udokumentowanych różnic między płciami.

1.4. Dieta

Nie przeprowadzono szczegółowych badań uzębienia, jednak wydaje się, że forma ta żywiła się sukulentami, liśćmi, korzonkami i bulwami traw i ziół. Z uwagi na występujący w tym obszarze długi sezon suchy, owoce mogły być dostępne w stosunkowo krótkim czasie. Duże owady i małe kręgowce prawdopodobnie dopełniały diety, szczególnie w czasie, kiedy roślinność była dostępna w ograniczonej ilości.

1.5. Narzędzia

Nie odkryto narzędzi.

2. ORRORIN TUGENENSIS

Pierwsze znalezisko pochodzi z 1974 roku i był to ząb trzonowy odkryty w Cheboit na terenie Kenii. Główne znaleziska pochodzą jednak z roku 2000. W roku 2001 ogłoszono wyróżnienie nowego gatunku i rodzaju *Orrorin tugenensis*. W języku Tugen „orrorin” znaczy pierwotny, oryginalny. Nazwa gatunkowa „*tugenensis*” odnosi się do wzgórz Tugen, gdzie odnaleziono szczątki.

2.1. Datowanie

Metoda radioizotopowa użyta do datowania dała wynik 6,2 do 5,65 milionów lat temu.

2.2. Anatomia

Odkryto tylko dwa fragmenty szczęk oraz kilka zębów, brak innych kości czaszki. Zęby posiadają grubą emalię i są stosunkowo małe w porównaniu z rozmiarami ciała. Prawdopodobnie kończyny przednie były używane do podnoszenia ciężarów. Kość palca przypisana do tego gatunku sugeruje, że *Orrorin* poruszał się po ziemi oraz po drzewach. Jednak istnieje duże podejrzenie, że wspomniana kość nie należy do tego gatunku. Wszystko to sprawia, że obecnie bardzo niewiele wiadomo na temat lokomocji *Orrorina*.

2.3. Dymorfizm płciowy

Z powodu zbyt skąpego materiału kostnego nieznan.

2.4. Dieta

Orrorin prawdopodobnie żywił się owocami oraz ziarnami i innym twardym pokarmem, kiedy owoce nie były dostępne. Taką interpretację potwierdza to, że gatunek ten zamieszkiwał okolice równika, gdzie występują bardzo duże ilości opadów, a owoce są dostępne prawie cały rok.

3. ARDIPITHECUS RAMIDUS I KADABBA

Pierwszym znaleziskiem był należący do *ramidus* górny trzonowiec odnaleziony w 1992 roku. Rok później odnaleziono dalsze 10 zębów. Początkowo *ramidus* został przyporządkowany do rodzaju *Australopithecine*, jednak później utworzono dla tej formy nowy rodzaj i został nazwany *Ardipitecus ramidus*. W roku 2001 został opisany *kadabba* początkowo jako podgatunek *Ardipiteka ramidus*, w 2006 roku już jako osobny gatunek. *Ardi* w języku Afar oznacza parter, pierwszą kondygnację, *ramid* w tym samym języku oznacza korzeń. Zostało ono wybrane, aby podkreślić zasługi ludu Afar i jego silne korzenie z obszarem środkowego biegu rzeki Awash. *Kadabba* oznacza podstawowego, pierwotnego przodka.

3.1. Datowanie

Ardipitecus ramidus jest datowany na około 4,4 miliona lat. *Ardipitecus kadabba* datowany jest na ok. 5,5 miliona lat.

3.2. Anatomia

Ar. ramidus posiadał dużo mniejsze zęby trzonowe niż *Australopithecus afarensis*, a grubość emalii na zębach jest pośrednia między tą charakterystyczną dla dzisiejszych szympansov, a grubą jej warstwą występującą u *A. afarensis*. Podstawa czaszki jest zbyt niekompletna, aby dało się na jej podstawie wnioskować o ułożeniu otworu potylicznego, a co za tym idzie, o szczegółach dotyczących lokomocji tej formy. *Ar. kadabba* posiadał podobną grubość emalii na zębach do gatunku *ramidus*. Ocalałe fragmenty kości ramiennej *Ar. ramidus* mogą sugerować czworonożny sposób poruszania się po ziemi.

Można również na ich podstawie wnioskować, że *ramidus* był o około 30% wyższy niż Lucy. Kości długie przypisywane gatunkowi *kadabba* niekoniecznie do niego należą, są młodsze od pozostałych kości o ok. 0,5 miliona lat. Sugerują one, że gatunek ten posiadał chwytą stopę. Kości długie kończyn górnych są fragmentaryczne i składają się głównie z trzonów. Nie jest możliwa, więc na tej podstawie, interpretacja zachowań motorycznych. Można jedynie wnioskować, że średnica trzonu kości ramiennej sugeruje rozmiar ciała podobny do rozmiarów Lucy.

3.3. Dymorfizm płciowy

Brak informacji.

3.4. Dieta

Grubość emalii na zębach *Ar. ramidus* sugeruje, że żywił się on pokarmem mniej ścierającym zęby i mniej różnorodnym niż *A. afarensis*. Mógł on jeść mniej owoców niż współczesne szympansy oraz więcej owoców bardziej dojrzałych, suchych części roślin oraz młodych liści niż *A. afarensis*. Gatunek *kadabba* miał podobną do *Ar. ramidus* dietę.

3.5. Narzędzia

Nie odnaleziono żadnych narzędzi związanych z opisywanymi formami.

4. AUSTRALOPITECUS ANAMENSIS

Najstarszym znaleziskiem przypisywanym do tego gatunku jest kość przedramienia odnaleziona w Kanapoi w 1965 roku. Większość znalezisk pochodzi z dna jeziora Turkana i została odkryta w 1968 roku. Po dalszych odkryciach dokonanych już w obecnym stuleciu, w 2006 roku, *anamensis* został ogłoszony gatunkiem łączącym rodzaj *Ardipithecus* z rodzajem *Australopithecus*. Nazwa gatunkowa *anamensis* pochodzi od słowa *aman*, które w języku Turkana oznacza „jezioro”. Została wybrana ze względu na miejsce odkrycia większości fosylatów. Forma występowała na terenach południowo-wschodniej Afryki (teren obecnej Kenii).

4.1. Datowanie

Radiometrycznie wydatowano szczątki na ok. 4,3 do 3,7 miliona lat w zależności od stanowiska.

4.2. Anatomia

Kości policzkowe oraz zęby przednie górne sugerują, że *A. anamensis* miał twarz podobną do współczesnego orangutana. Kanał słuchowy miał raczej małą średnicę, co jest charakterystyczne bardziej dla dzisiejszych szympanсів niż dla późniejszych australopiteków oraz gatunków *Homo*, które charakteryzują się szerszym kanałem akustycznym. Duża różnorodność w wielkości odnalezionych zębów wynika prawdopodobnie

z obecności więcej niż jednego gatunku wśród formy *anamensis* lub jest wynikiem dymorfizmu płciowego. Naukowcy nie mogą się zgodzić, co do sposobu poruszania się *anamensis*. Powszechni uważa się, że była to forma już dwunożna, jednak, aby to stwierdzić jednoznacznie potrzebne są dodatkowe dowody. Kości przedramienia i palców sugerują, że *anamensis* posługiwał się przednimi kończynami zarówno w chodzeniu po drzewach, jak i po ziemi. Kości palców są podobne do tych, jakie dzisiaj posiadają małpy zdolne do brachiacji czy chodu na kłykciach. Kość piszczelowa wskazuje na przyżyciową wagę, mieszcząca się w przedziale między 47 a 55 kg.

4.3. Dymorfizm płciowy

Nie możliwy do określenia. Prawdopodobnie kości przypisane do formy *anamensis* należą do kilku różnych gatunków. Dalsze znaleziska mogą ułatwić określenie różnic między osobnikami płci męskiej i żeńskiej.

4.4. Dieta

Małe zęby trzonowe z grubą emalią sugerują, że *anamensis* żywił się owocami, lecz był również zdolny do pożywiania się twardszym pokarmem, jak: nasiona, liście, kora itp. Podobnie jak dzisiaj orangutany, *anamensis* prawdopodobnie był w stanie przytrzymać owoc ustami i obracać go, używając do tego górnych, przednich zębów.

4.5. Narzędzia

Australopithecus anamensis poprzedza pojawienie się pierwszych narzędzi o ok. 1,4 miliona lat.

4.6. *Australopithecus afarensis*

Za odkrywcę pierwszych szczątków *A. afarensis* uznaje się Louisa Leakey'a. Miało to miejsce w Laetoli w 1935 roku, gdy został odnaleziony lewy, dolny kieł. Długi czas pozostawał on jako niezaklasyfikowany do żadnej konkretnej formy, stało się to dopiero w roku 1979. Nazwa gatunkowa *afarensis* odnosi się do regionu Afar w Etiopii, gdzie odnalezionych zostało większość fosylatów. Forma charakterystyczna dla południowo-wschodniej Afryki (teren obecnej Etiopii i Tanzanii).

4.7. Datowanie

Znaleziska z rejonu Hadar są datowane radioizotopowo na okres między 2,9 a 3,4 miliona lat. Znaleziska z rejonu Laetoli na okres między 3,46 a 3,76 miliona lat temu.

4.8. Anatomia

Szczęka jest wysunięta mocno do przodu, co nadaje tej formie wygląd podobny do współczesnego orangutana. Nisko na plecach osadzone przyczepy mięśni szyi sprawiają, że puszka mózgowa wydaje się być dużo wyżej osadzona niż ma to miejsce u dzi-

siaj żyjących szympanсів i orangutanów. Wielkość puszeki mózgowej tej formy została oszacowana między 387 a 550 cc. Na podstawie kości szkieletu postkranialnego niektórzy antropolodzy doszli do wniosku, że była to forma już naziemna i dwunożna. Wskazywali przy tym na bardziej ludzką niż szympansię budowę miednicy w najsłynniejszym szkielecie australopiteka – A.L. 288-1, popularnie zwanym Lucy, oraz budowę kości udowej innych szkieletów przypisanych do tej formy. Inni naukowcy twierdzą, że charakterystyczne dla kości udowej przystosowania są obecne również u wspinających się zwierząt i nie są ograniczone do zachowań dwunożnych. W odniesieniu do długości kości ramiennej, udowej, palców paluchów rozmiar ciała Lucy najbardziej przypomina współcześnie żyjące pawiany. Jak u pawianów stosunek długości kości ramiennej i udowej wynosi 85%. Stosunkowo krótsze palce i paluchy wskazują na to, że była to forma już częściowo naziemna, mniej sprawna we wspinaczce, bardziej sprawna na ziemi. Małpy wspinające się na drzewa potrzebują długich ramion (stosunek długości kości ramiennej i udowej powinien wynosić ponad 90%) do dosięgnięcia i długich palców i paluchów do chwytania. Lucy, podobnie jak ludzie i goryle, posiadała stosunkowo długie palce w porównaniu do paluchów. Jej krótkie paluchy wskazują na to, że podobnie jak ludzie i goryle, nie mogła używać nóg do wykonania zwisów. Większość wspinaczki byłaby więc związana z lokowaniem się na dużych gałęziach lub pniach drzew. Chód Lucy nie był identyczny ze współczesnym chodem człowieka, w którym to zginanie i prostowanie kolana ma swój udział w poruszaniu się do przodu. Nowe znaleziska szkieletu małego dziecka z Dikika wskazują na to, że *Australopithecus afarensis* miał podobne do szympansa kanały półkoliste oraz podobne do szympansa łopatki, co wskazuje na to, że forma ta używała kończyn przednich do podpierania się tak jak to czynią współczesne goryle. Chód naziemny *afarensis* byłby więc dwunożny, używany podczas pożywiania się. W razie potrzeby szybkiego poruszania się, bądź będąc w gęstych zaroślach, używany był chód czworonożny.

4.9. Dymorfizm płciowy

Podobny do występującego u ludzi współczesnych.

4.10. Dieta

Mniejsze niż u *Australopithecus africanus* zęby trzonowe sugerują, że *afarensis* miał bardziej pożywną dietę o mniejszej zawartości błonnika. Mechanika żuchwy wskazuje na przystosowania do spożywania twardych obiektów takich, jak orzechy czy nasiona. Do pewnego stopnia przystosowania takie są obserwowane u dzisiejszych orangutanów. Ogólnie rzecz ujmując, *A. afarensis* był formą owocożerną, na której dietę składały się w równej ilości liście i owoce. Nasiona oraz drobne rośliny jednoroczne również stanowiły istotną część diety.

4.11. Narzędzia

Szczałki tego australopiteka poprzedzają o około pół miliona lat pierwsze odkryte narzędzia.

5. AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS

Szczałki należące do *Australopithecus africanus* zostały odkryte najpierw przez Raymonda Darta w 1924 roku, pomiędzy innymi szczątkami kostnymi przesłanymi mu przez A. Spiersa, menagera kamieniołomu Taung Buxton Norlim Quarry. Nowe odkrycie Dart nazwał „południową małpą Afryki”. Na znalezisko składa się prawie komplet kości twarzy dziecka wraz z pierwszymi stałymi trzonowcami, pełnym zestawem górnych i dolnych zębów mlecznych oraz odlew wewnętrznej powierzchni mózgowcaszki. Forma *africanus* znana jest również ze stanowiska w Sterkfontein. W tym miejscu pierwszym odkrywcą był R. Broom w 1936 roku. W Makapansgat, gdzie w późniejszym czasie także odkryto przedstawicieli tej formy, pierwszym odkrywcą (podstawy czaszki) był James Kitching.

5.1. Datowanie

Żadne stanowisko z tą formą nie zostało datowane metodą bezpośrednią. Metoda biostratygraficzna dla stanowiska Sterkfontein wskazuje na ok. 3,5 miliona lat. Najstarsze stanowiska z Makapansgat są prawdopodobnie młodsze od najstarszych depozytów ze Sterkfontein, jednak nie jest to w sposób jednoznaczny potwierdzone. Znaleziska z jaskini Taung są datowane na około 1 milion lat.

5.2. Anatomia

Ta forma posiada wiele ludzkich cech i to zarówno, jeśli chodzi o czaszkę, jak i zęby. Tak jak u człowieka twarz była relatywnie płaska i wertykalnie położona a szczeka raczej krótka, przyczepy mięśni karku były umieszczone nisko na czaszce, a otwór potyliczny był usytuowany w kierunku przednim i do środka, co bardziej przypomina rozmieszczenie otworu potylicznego u współczesnych małp afrykańskich. Pojemność puszeki mózgowej wynosiła około 400 cc, co jest wielkością podobną do średniej współcześnie żyjących małp człekokształtnych. Głowa jednak była pozbawiana silnej muskulatury. Zęby w stosunku do wielkości ciała były duże. Bogata kolekcja szczątków poskrzalnych pozwala na dokładne oszacowanie proporcji ciała oraz możliwości motorycznych. Długość kości kończyn górnych wynosi około 85% długości kończyn dolnych, dla człowieka wartość ta wynosi 76, a dla szympansa 92% i jest podobna do tej charakterystycznej dla czworonożnych małp naziemnych takich jak pawiany. Podobnie jak w przypadku człowieka i goryla wydaje się, że przedramię było krótsze od ramienia, a golenie były krótsze od ud. Miednica była dużo dłuższa niż u ludzi współczesnych. Dłoń była bardzo podobna do ludzkiej, jednak stosunkowo większa. Wydaje się, że *A. africanus* posiadał relatywnie dłuższe palce i paluchy niż ludzie obecnie, biorąc pod uwagę wielkość tej formy. Górna część ciała nie była podtrzymywana wyłącznie przez kończyny dolne. *A. africanus* prawdopodobnie nie miał jeszcze wykształconej lordozy lędźwiowej i z tego powodu wydaje się mało prawdopodobne, aby przedstawiciele tej formy spędzali cały czas na dwóch kończynach. Poruszanie się na dwóch nogach prawdopodobnie było związane z pożywianiem się. Poza tym prawdopodobnie *A. africanus* poruszał się na ziemi na

czterech kończynach, posiadał również umiejętność wspinania się na drzewa. Ta ostatnia umiejętność była tym cenniejsza, że osobniki ważyły około 25–30 kg, co czyniłoby je potencjalnie lepszymi wspinaczami niż dzisiejsze małpy człekokształtne. Na drzewach też spędzały noce, jeśli tylko było to możliwe. Jednak biorąc pod uwagę klimat subtropikalny, w jakim żył *A. africanus* przynajmniej od czasu do czasu, na ziemi musiał spędzać noce i odpoczywać.

5.3. Dymorfizm płciowy

Wydaje się, że w przypadku tej formy samce były dużo większe niż samice. Ta duża różnica sugeruje haremowy system społeczny, składający się z jednego bądź dwóch dorosłych samców i kilku samic w wieku reprodukcyjnym wraz z ich potomstwem. Relatywnie ciężkie warunki klimatyczne występujące obecnie na tym terenie również potwierdzają tego typu system społeczny. Niestety naukowcy nie posiadają żadnych anatomicznych wskazówek, które umożliwiłyby odróżnienie małych samców od większych samic. Z tego powodu postulowany duży dymorfizm płciowy oraz haremowy system społeczny *A. africanus* nie jest pewny.

5.4. Dieta

Pożywienie *A. africanus* było prawdopodobnie zbliżone do tego, co dzisiaj składa się na dietę pawianów czy koczokodanów, które obecnie zamieszkują umiarkowaną strefę klimatyczną południowej Afryki. Dieta ta zależna jest od sezonu. Podczas okresu suchego, kiedy nie było zbyt dużej ilości pożywienia *A. africanus* mógł żywić się mięsem i jajami. Drobne rośliny, owoce i kwiaty były podstawą diety na wiosnę i w lecie, gdy pożywienia było najwięcej. Liście, bulwy, korzenie, mchy, kora i nasiona były konsumowane przez cały rok. Owady i miód prawdopodobnie również stanowiły część diety, kiedy tylko były dostępne.

5.5. Narzędzia

Biorąc pod uwagę fakt, że zarówno szympansy jak i orangutany wykonują proste narzędzia, *A. africanus* robił i używał narzędzi. Na obszarze Sterkfontein nie znaleziono jednak narzędzi wykonanych z kamienia. Formy te albo bardzo rzadko, albo w ogóle, nie wytwarzały narzędzi z tego materiału. Na stanowisku Makapansgat narzędzia kamienne były rzekomo odnajdywane w warstwach pomiędzy szczątkami *A. africanus*, co może sugerować, że była to forma wytwarzająca i używająca narzędzi kamiennych. Jednak odnajdywane w tych warstwach szczątki kostne są zbyt fragmentaryczne, aby zaklasyfikować je jednoznacznie do *A. africanus*. Na stanowisku w Makapansgat na jego dolnych poziomach, gdzie odkryto większość fosylatów należących do *A. africanus*, nie znaleziono żadnych narzędzi kamiennych.

6. HOMO HABILIS

Pierwsze szczątki należące do *H. habilis* zostały odkryte w Olduvai Gorge przez H. Mukuri w 1959 roku. Był to skatalogowany jako OH 4 fragment żuchwy z jednym całym i dwoma złamanymi zębami. Jednak dopiero w 1964 roku L. Leakey, P. Tobias i G. Napier opisali nowy gatunek jako *H. habilis*. Do tego celu posłużyli się znaleziskiem skatalogowanym jako OH 7, a popularnie zwanym „dzieckiem Johnny’ego”. Jednak do nowego gatunku zaliczyli od razu kilka wcześniejszych znalezisk, w tym OH 4. Dokonali oni również reinterpretacji definicji *Homo* tak, aby łatwiej było odróżniać znaleziska należące do tego rodzaju od tych należących do *Australopithecinae*. Za sugestią R. Darta wybrano nazwę *habilis*, która z języka łacińskiego określa człowieka zręcznego. Nazwa miała podkreślać możliwości umysłowe oraz umiejętność wytwarzania narzędzi przez przedstawicieli tej formy. Trzeba zaznaczyć, iż wielu antropologów nie uznaje ważności tego taksonu i wszystkie znaleziska przypisywane do tej formy lokuje w ramach *H. erectus* bądź do któregoś z nowszych gatunków, np. *H. ergaster*. *H. habilis* został wyróżniony nie tylko ze względu na wielkość puszki mózgowej, ale również ze względu na kości dłoni oraz stopy i jest jednym z najlepiej zdefiniowanych wczesnych gatunków ludzkich. Jednak i on nie jest bezproblemowy. Zdecydowanie większa część kości czaszek na podstawie, których gatunek został opisany, należy do płci żeńskiej i/lub osobników młodocianych, co sprawia pewne problemy w odniesieniu od wyobrażenia sobie dorosłego osobnika męskiego.

6.1. Datowanie

Gatunek jest datowany metodą radioizotopową na okres między 1,75 a 2 miliony lat.

6.2. Anatomia

W porównaniu do australopiteków twarz *H. habilis* była delikatnej zbudowana, jednak oczy były szeroko rozstawione. Posiadał kostny wał nadoczodołowy ponad obydwoma oczodołami, jednak nie był on tak mocno zaznaczony jak w przypadku *H. erectus*. Za oczodołami mózgowca *H. habilis* nie ulega zwężeniu, dzięki czemu miał on większą pojemność mózgowca. Mieściła się ona w granicach od 590 do 687 cc. Szkielet czaszkowy i pozaczaszkowy należący do tego samego osobnika w przypadku tego gatunku jest dostępny tylko w jednym okazie – OH 7. Podobnie jak ma to miejsce u dzisiejszych ludzi, dłoń OH 7 była szeroka z relatywnie dużym kciukiem i szerokimi opuszkami palców. Różniła się jednak pod tym względem, że miała relatywnie duże palce z zakrzywieniami podobnymi do tych występujących u szympansov oraz tym, że kciuk, choć ludzkich rozmiarów, miał położenie bardziej małpie w stosunku do pozostałych palców. W przypadku budowy kończyn dolnych nie ma jednoznacznych dowodów na to, że *H. habilis* zwykle poruszał się na dwóch nogach. Inne ułożenie stawu w kostce sugeruje również, że *H. habilis* poruszał się inaczej niż człowiek współczesny. Średnice kości długich mogą świadczyć o nieco delikatniejszej budowie ciała niż w przypadku Lucy.

6.3. Dieta

Dieta *H. habilis* nie różniła się znacząco od tej należącej do australopiteków. Mniejsze w porównaniu z nimi trzonowce sugerują pożywienie niewymagające tak intensywnego żucia, ponieważ albo mogło ono być łatwiej rozbite na mniejsze porce przez zęby albo miało większą wartość odżywczą i z tego względu była potrzebna mniejsza jego ilość. Odnalezione narzędzia oraz ślady nacięć na kościach znalezionych na stanowiskach występowania *H. habilis* sugerują, że większa wartość odżywcza pożywienia uzyskiwana była z mięsa dużych kręgowców.

6.4. Narzędzia

H. habilis jest kojarzony z narzędziami. Jego związek z narzędziami stanowi istotną część jego definicji jako gatunku. Narzędzia odnalezione w pokładzie I są prostymi otoczkami i nieskomplikowanymi odłupkami. Później pojawiają się nowe typy narzędzi: przekłuwacze, skrobacze i zgrzebła. Szczątki zwierzęce odnajdywane w wraz ze szczątkami *H. habilis* posiadają ślady po nacięciach wskazujące na to, że zostało od nich oddzielone mięso. Ślady na kościach, wyglądające jak pozostawione przez drapieżniki, zostały zinterpretowane jako ślady pozostawione przez żywiącego się padliną *H. habilis*. Ostatnie badanie nie potwierdza takiego scenariusza. To, co brano za nacięcia i ślady zębów na kościach, prawdopodobnie jest rezultatem starzenia się kości.

7. HOMO ERECTUS

Za odkrywce najstarszych szczątków kostnych *H. erectus* uważa się Eugène'a Dubois, który w 1891 roku odkopał w Trinil na wyspie Jawie puszkę mózgową. Nazwa gatunku *erectus* odnosi się do wyprostowanej, dwunożnej postawy. Pierwszą nazwą rodzajową nadaną przez Duboisa szczątkom była nazwa *Pithecanthropus*, co z języka greckiego oznacza człowieka – małpę. Do roku 1940 odkryto dużo więcej szczątków tego gatunku zarówno na Jawie, jak i w nowej lokalizacji – w Chinach. Tam w Zhoukoudian wiele okazów zostało odkopanych oraz opisanych – początkowo jako *Sinanthropus pekinensis* (chiński człowiek z Pekinu), jednak później zaliczono je do gatunku *H. erectus*. Również znaleziska z terenów Gruzji zaliczono do form *erectus*, choć coraz częściej wyróżnia się nowy gatunek *Homo georgicus* na określenie tych znalezisk. *H. erectus* występował również na terenach Afryki. Tam są odnajdywani najstarsi jego przedstawiciele. I w tym przypadku część naukowców uważa, że różnice w budowie anatomicznej populacji afrykańskich są na tyle duże, że należałoby wyróżnić dla nich nowy gatunek – *Homo ergaster* (człowiek pracujący).

7.1. Datowanie

Populacje afrykańskie są datowane na około 1,9–1,5 miliona lat. Populacje z terenów Gruzji również są starsze – datowane na około 1,7–1,8 miliona lat. Populacje z Jawy są

datowane na okres między 0,7 a 1,5 miliona lat. Z terenów Azji pochodzą najmłodsze znaleziska – szczątki są datowane na okres między 0,2 a 0,6 miliona lat temu.

7.2. Anatomia

Puszka mózgowa w porównaniu do wcześniejszych hominidów była duża i średnio wynosiła około 100 cc co stanowi 75% objętości czaszki współczesnego człowieka, i mieściła się w przedziale między 800 a 1200 cc. Łuska kości czołowej była silnie pochylona, gatunek ten posiadał też wydadne wały nadoczodołowe. Puszka mózgowa była niska i słabo wysklepiona, a twarz odznaczała się silnym prognatyzmem. Zęby były stosunkowo duże, lecz ludzkie, umieszczone w grubokościstych szczękach. Ma żuchwie brak było charakterystycznej dla *H. sapiens* bródki. Średnio osiągał wysokość 163 cm, jednak populacje afrykańskie były prawdopodobnie dużo wyższe. Przy wzroście 163 cm średnia waga wynosiła około 54 kg.

7.3. Dieta

Nie ma zbyt wielu dowodów świadczących o diecie tej formy. Niższe korony zębów trzonowych w populacjach z Jawy w porównaniu z populacjami z Zhoukoudian mogą świadczyć o diecie mniej ścierającej zęby. Krótki okres suszy może wskazywać na to, że pokarm mięsny nie był zbyt często spożywany w rejonach o takim klimacie, choć duże owady i małe kręgowce z pewnością były spożywane.

7.4. Narzędzia

Homo erectus wytwarzał narzędzia, jednak są one związane głównie z obszarem Afryki i Europy – narzędzia kultury aszelskiej oraz narzędzia odłupkowe. Na Jawie odnaleziono nieliczne choppersy oraz pięściaki. *H. erectus* posługiwał się ogniem. Jest uważany za wynalazcę bolasa i oszczepu.

8. HOMO NEANDERTHALENSIS

Pierwszym odkrytym neandertalczykiem był szkielet dziecka z niewyróżnionymi mlecznymi zębami trzonowymi (około dwudziestu miesięcy biorąc pod uwagę wiek zębowy współczesnego człowieka), odkryty w 1829 roku przez Charlesa Schmerlonga niedaleko Liege w Belgii. Choć odkrywca zdawał sobie sprawę z faktu, że znalezisko było stare, nie opisał go jako osobnego gatunku. W roku 1856 robotnicy z kamieniołomu Feldhoffer Grotto niedaleko doliny Neander odkryli część kaloty oraz fragmenty kości ramiennej, żeber, kości udowych oraz części miednicy. Lokalny nauczyciel, Johann Carl Fuhlrott, zidentyfikował szczątki jako należące do wymarłego gatunku człowieka. Nazwa gatunkowa odnosi się do doliny Neander, gdzie odnaleziono szczątki. Dzisiaj neandertalczyk jest znany z wielu stanowisk w Europie i Azji, z obszarów leżących poniżej 1000 metrów nad poziomem morza.

8.1. Datowanie

Neandertalczycy pojawili się około 175 tysięcy lat temu, a zniknęli z kopalnego zapisu około 27 tysięcy lat temu.

8.2. Anatomia

Czaszki neandertalczyków były duże, z dużą puszką mózgową. Średnia pojemność puszeki mózgowej wynosiła 1420 cc, przy czym najmniejsza miała 1200, a największa 1740 cc. Wartość średnia jest podobna bądź większa od średniej dla człowieka współczesnego. Puszka mózgowa neandertalczyków była wydłużona od przodu do tyłu i dużo niższa od tej charakterystycznej dla człowieka, czoło było również niskie. Szczeka i żuchwa była bardziej masywna, a zęby przednie większe, jednak trzonowce były węższe od tych należących do *H. sapiens*. Szkielet neandertalczyka różni się od szkieletu człowieka współczesnego głównie w proporcjach. Neandertalczycy posiadali dużo szersze, bardziej wytrzymałe miednice oraz bardziej krępe kości kończyn dolnych. W przeciwieństwie do tego ich kończyny górne były raczej lżej zbudowane. Posiadali też krótsze niż *H. sapiens* przedramienia oraz golenie. Palce mieli krótkie i tęgie. Klatka piersiowa była stożkowata, duża oraz głęboka, przestrzeń między miednicą a klatką piersiową była mała. To nadało tułowiu przysadzisty, zwarty wygląd i w dużej mierze odpowiada za niższą wysokość w porównaniu do człowieka współczesnego. Taki szkielet wydaje się być rezultatem przystosowania do zimnego klimatu.

8.3. Dieta

Neandertalczycy ze stanowisk z terenów Francji (La Quina) oraz Izraela mają ślady zużycia zębów charakterystyczne dla współczesnych Inuitów i innych grup, których podstawę pożywienia stanowi mięso. Populacje z innych francuskich stanowisk mają ślady zużycia zębów występujące współcześnie u grup łowiecko-zbierackich. Takie zużycie występuje przy zróżnicowanej diecie, składającej się z mięsa oraz dużej ilości owoców i warzyw. Stanowiska archeologiczne wskazują na to, że neandertalczycy systematycznie ćwiartowali dużą zwierzynę łowną, otwierali kości, aby wydostać z nich szpik. Neandertalczycy byli łowcami i nie udomowili zwierzyny łownej. Prawdopodobnie byli kanibalami.

8.4. Narzędzia

Zwyczajowo przypisuje się neandertalczykom kulturę mustierską. Wytwarzali oni wyspecjalizowane narzędzia do polowania, obróbki drewna, ćwiartowania mięsa oraz preparowania skór zwierzęcych. Przynajmniej okazjonalnie grzebali swoich zmarłych. Ciała układali w specjalnej pozycji, oznaczali miejsca pochówku. Używanie do pochówku kwiatów, pigmentów oraz wkładanie do grobów obiektów materialnych sugeruje istnienie rytuałów pogrzebowych. Biorąc pod uwagę ich kulturę materialną, neandertalczycy prawdopodobnie byli w stanie mówić.

9. HOMO SAPIENS

Nazwa *Homo sapiens* dla określenia człowieka współczesnego została najpierw zaproponowana przez Karola Linneusza w 1758 roku w dziesiątym wydaniu *Systemae Naturae*. Nazwa pochodzi od greckiego słowa *homo* oznaczającego „taki sam” oraz *sapiens* oznaczającego „wiedzieć, myśleć”.

9.1. Datowanie

Przyjmuje się, że najstarsze populacje pochodzą z Afryki i są datowane na maksymalnie 270 tysięcy lat (wschodnie wybrzeże jeziora Turkana, Kenia), 260 tysięcy lat (Florisbad, Orange Free State, Południowa Afryka).

9.2. Anatomia

Czaszki współczesnego człowieka charakteryzują się relatywnie małą, wertykalnie osadzoną twarzą, wysokim czołem i dużą puszką mózgową. Nad każdym okiem usytuowany jest łuk brwiowy. Żuchwa posiada wyraźną i usytuowaną do przodu bródkę. Ogólnie rzecz ujmując, wszystkie zęby są relatywnie małe i ułożone w łuk. Szkielet pozaczaszkowy współczesnego człowieka charakteryzuje się długimi kośćmi kończyn dolnych, krótką miednicą, krótkimi paluchami i masywnymi kośćmi kostki. Klatka piersiowa jest beczułkowata, a kręgosłup budują coraz bardziej masywne kręgi, patrząc z góry na dół. Wśród ludzi istnieje jednak bardzo duża różnorodność, szczególnie jeśli chodzi o proporcje różnych segmentów szkieletu.

9.3. Dieta

Współczesne populacje ludzkie żywią się bardzo różnorodnymi dietami. Na przykład Inuici jedzą duże ilości mięsa, lecz prawie w ogóle nie jedzą owoców, zbóż czy bulw. Inne ludzkie populacje, ze względu na przekonania bądź wierzenia religijne, nie jedzą w ogóle mięsa, spożywając tylko pokarm roślinny. Większość ludzkich populacji żywi się jednak mięsem oraz owocami, warzywami i zbożami.

9.4. Narzędzia

Pojawienie się współczesnego człowieka w Afryce i Azji zwykle związane jest z obecnością narzędzi późnej epoki kamienia. Te są charakteryzowane przez większy udział rzeźbionych kości, rogów, kości słoniowych oraz przez kamienie obrobione do pożądanego kształtu. W Europie pojawienie się człowieka współczesnego zwykle jest związane z narzędziami górnego paleolitu oraz z rozkwitem sztuki. Ta ostatnia została uwieczniona w formie naskalnych malowideł, rzeźb oraz ostrzy, których estetyka mocno przewyższa ich użyteczność. Sztuka górnego paleolitu została przypisana *Homo sapiens* i świadczy o powiększeniu możliwości kognitywnych oraz myślenia symbolicznego w porównaniu do innych członków ludzkiego lineału, szczególnie w porównaniu do neandertalczyków.

Istnieje hipoteza, która łączy pojawienie się człowieka współczesnego nie z łowieństwem dużej zwierzyny, ale ze zbieraniem plonów roślinnych oraz zbieraniem małych zwierząt (szczególnie morskich). Jednak wymaga ona dalszych testów. Niemniej jednak wydaje się, że istnieje związek między współczesnym człowiekiem a eksploatacją wybrzeży, szczególnie w Afryce i Europie. Ponadto zbieranie zasobów w wielkiej ilości, przy relatywnie niskim wydatku energetycznym, jest bez wątpienia jednym z najbardziej znaczących celów stawianych przed współczesną kulturą ludzką.

LITERATURA

- Cela-Conde C.J., F.J. Ayala, *Human Evolution. Trails from the Past*, Oxford University Press 2007.
- DeSalle R., I. Tattersall, *Human Origins. What bones and genomes tell us about ourselves*, Texas A & M University Press 2008.
- Sarmiento E., G.J. Sawyer, R. Milner, *The Last Human. A guide to twenty-two last species of extinct humans*, Yale University Press 2007.
- Stringer C., P. Andrews, *The Complete World of Human Evolution*, Thames & Hudson 2008.
- Tattersall I., *The Fossil Trail. How we know what we think we know about human evolution*, Oxford University Press 1996.
- Tattersall I., *I stał się człowiek. Ewolucja i wyjątkowość człowieka*, Warszawa: Wydawnictwo CiS i WAB 2001.
- Wolański N., *Ekologia człowieka. Ewolucja i dostosowanie biokulturowe*, t. 2, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2008.
- Zimmer C., *Smithsonian Intimate Guide to Human Origins*, Madison Press Books 2005

III. KONSEKWENCJE ROZWOJU NAUKI

ZBIGNIEW WRÓBLEWSKI

NAUKA I FILOZOFIA

Nauka i filozofia stanowią dwa odmienne typy wiedzy, które mogą wchodzić w różnorodne związki. Historia ich wzajemnych relacji jest długa i naznaczona zwrotami, napięciami, konfliktami i współpracą albo neutralnością.

W niniejszym szkicu przeglądowym zostaną podane tylko wybrane punkty problematyki relacji między nauką i filozofią, zreferowane dość schematycznie. Rejestr problemów, stanowisk, koncepcji zostanie sporządzony według potencjalnych zainteresowań i kompetencji czytelników – nauczycieli przyrody. Przyjęto w tekście, że zainteresowania te mogą być wyznaczone przez następujące warunki brzegowe:

1. **Orientacja na nauki przyrodnicze.** Nauka w sensie *science* to nauki przyrodnicze, np. fizyka, biologia, chemia, geologia itp. Zatem w poniższych refleksjach zostaną uwzględnione tylko problemy pojawiające się na styku nauki przyrodniczej – filozofia. Poza nawiasem naszych zainteresowań znajduje się liczna grupa nauk humanistycznych, formalnych, społecznych, które także wchodzi w skomplikowane relacje z filozofią.
2. **Orientacja na filozofię przyrody.** Nauki przyrodnicze stykają się z różnymi dyscyplinami filozoficznymi, np. z ontologią, teorią poznania, metodologią, etyką, aksjologią. Zakres problematyki filozoficznej zostanie ograniczony do filozofii przyrody. Powód takiego ograniczenia jest prosty: przyroda jest wspólnym przedmiotem poznania (wspólny przedmiot materialny) dla nauk przyrodniczych i filozofii przyrody. Charakterystyka kilku wybranych punktów styku między nauką a filozofią przyrody, dobrze będzie reprezentowała własności ogólnej relacji nauka – filozofia. Nie wikłając się w różnorodne koncepcje filozofii, które także programowo mogą abstrahować od wiedzy naukowej, uwzględniamy szeroki nurt filozoficzny, odnoszący się w jakiś sposób do tego, co dzieje się w naukach przyrodniczych.

Artykuł składa się z następujących punktów: (1) Poznanie naukowe a poznanie filozoficzne; (2) Dyscypliny filozoficzne a nauka; (3) Koncepcje filozofii przyrody w kontekście nauki.

1. POZNANIE NAUKOWE A POZNANIE FILOZOFICZNE

Stanisław Kamiński charakteryzuje naturę nauki, wskazując na jej trzy podstawowe aspekty: postawę naukową, jako czynność poznawczą (poznanie naukowe) i rezultat poznawczy (wiedza naukowa). Postawa naukowa posiada następujące wyróżniki:

- i. Intelktualna docieklivość, „węch” problemowy oraz deliberatywność. Dostrzec problem, umiejętnie postawić nowe zagadnienie, rozważać różne rozwiązania, to podstawowe cechy postawy naukowej.
- ii. Śmiałość i innowacyjność myśli, która prowadzi do stawiania śmiałych hipotez, samodzielnych poszukiwań, niekiedy na marginesie głównego nurtu nauki.
- iii. Krytycyzm i ostrożność. Krytyka stawianych hipotez, sceptycyzm i mnożenie wątpliwości pod adresem starych i nowych propozycji stanowią konieczne uzupełnienie śmiałości i innowacyjności.
- iv. Systematyczność, precyzja i ścisłość.
- v. Wszeczhronność i bezstronność. Własności te umożliwiają obiektywność i bezinteresowność w pracy naukowej.
- vi. Rozległa i pogłębiona kultura w danej dziedzinie wiedzy.

Jeżeli ujmujemy naukę od strony charakterystycznego typu poznania, to zwracamy uwagę na to, że poznanie naukowe (badanie naukowe) stanowi systematyczne zdobywanie nowej wiedzy specjalistycznej (wyjaśniającej lub uzasadniającej) o jednolitej dziedzinie, na podstawie doświadczenia i prostych operacji poznawczych przeprowadzonych według ściśle określonych i podanych metod racjonalnych. Temu zdobywaniu nowej wiedzy towarzyszy także jej logiczne i rzeczowe porządkowanie, czego rezultatem jest nie tylko pomnażanie informacji, ale rewizja i korektura zastanej wiedzy. Krótko: poznanie naukowe jest układem czynności, zmierzających w sposób uporządkowany, metodyczny (systematyczny, planowy) do zdobycia wiedzy na jakiś temat.

Nauka rozpatrywana jako wytwór (wiedza naukowa) jest wszechstronnym, bezstronnym, specjalistycznym poznanem teoretycznym, wyrażonym w języku informatywnym, intersubiektywnie komunikowalnym. Rezultat tego poznania nie jest tylko prostym opisem faktów, ale zawiera również racjonalnie uzasadniony układ tez lub empiryczne uzasadnione wyjaśnienie określonych faktów¹. Krótko: nauka jako wytwór jest uporządkowanym zestawem zdań, zawierających wiedzę interesującą, intersubiektywnie komunikowalną i kontrolowalną.

¹ S. Kamiński, *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin 1992, s. 246–248.

Podana wyżej charakterystyka natury nauki jest próbą (jedną z wielu) uchwycenia uniwersalnych cech nauki, które występują w różnorodnych typach nauk, dyscyplinach naukowych w różnych okresach jej historii. Pod to ogólne pojęcie nauki podpadają nauki przyrodnicze, humanistyczne, formalne, filozoficzne, teologiczne. Pozwala nam to odróżnić ten ogólny typ poznania od poznania potocznego, światopoglądu, religii, ideologii. W ramach tak scharakteryzowanej nauki (szerokie pojęcie nauki) należy dodać jeszcze kilka własności specyfikujących tzw. nauki szczegółowe (przyrodnicze, empiryczne), które umożliwią wskazanie na różnice między nimi a filozofią (naukami filozoficznymi).

Cechy charakterystyczne poznania specyfikującego nauki szczegółowe (w tym także nauki przyrodnicze), to:

- ✓ empiryczność: przedmiot poznania naukowego jest wycinkiem świata doświadczalnego, wyjaśnianie faktów doświadczalnych dokonuje się przez inne elementy empiryczne.
- ✓ redukcja tematyczna: temat poznania naukowego jest zredukowany (ograniczony) do ściśle określonego punktu widzenia z pominięciem innych punktów widzenia. C.F. von Weizsäcker zgrabnie ujmuje ten aspekt nauki pisząc: „Filozofia stawia takie pytania, których niepostawienie było warunkiem sukcesu metody naukowej. Zawiera się w tym więc twierdzenie, że nauka zawdzięcza swój sukces między innymi rezygnacji ze stawiania pewnych pytań”².
- ✓ metodycznie abstrakcyjne: metoda wyznacza sposób badania danego tematu (przedmiotu). Granice metody są granicami nauki³. Paradygmat nauk przyrodniczych, który ukonstytuował się w czasach nowożytnych, uwydatnił szczególnie kwantytatywny aspekt zjawisk fizycznych, które ujmowane są odpowiednio w metodach empirycznych (obserwacja, eksperyment, pomiar) i modelach matematycznych.

Pytania ściśle naukowe (czyli problemy naukowe) wyraźnie określają, o jaki typ poznania i wiedzy chodzi w naukach szczegółowych (przyrodniczych). Pytamy zatem jako naukowcy, jaka jest szybkość światła, jaki jest wiek wszechświata, kiedy powstało życie na Ziemi i jaki był mechanizm jego genezy, przy jakiej temperaturze woda ma największą gęstość oraz w jakiej temperaturze topi się złoto.

Cechami specyfikującymi poznanie filozoficzne są następujące elementy:

- ✓ punktem wyjścia jest doświadczenie przednaukowe, potoczne, które staje się przedmiotem filozoficznej „obróbki”. Takie określenie punktu wyjścia (pierwszych danych do interpretacji, opisu, wyjaśnienia) nie zakłada jakiegoś specjalistycznego doświadczenia, np. doświadczenia naukowego, specjalistycznej metody „obróbki poznawczej”, specjalistycznego języka (aparatu pojęciowego)

² Cyt za: A. Anzenbacher, *Wprowadzenie do filozofii*, Kraków 1987, s. 25.

³ A. Anzenbacher, *Wprowadzenie...*, s. 24.

do ujmowania danych doświadczenia. Niekiedy te minimalne warunki wstępne są traktowane jako realizacja ideału bezzałożeniowości poznania filozoficznego lub, ujmując to mniej restrykcyjnie, jako ideał minimalizacji warunków wstępnych (założeń wstępnych) przyjmowanych na początku filozofowania. Oczywiście należy pamiętać, że mowa jest tutaj o punkcie wyjścia, który po odpowiednim opracowaniu daje w rezultacie teorie filozoficzne, budowane przy pomocy odpowiednich metod filozoficznych, odpowiednio uzasadniane, wyrażone w specjalistycznym języku filozoficznym.

- ✓ filozofowanie uruchamia zdziwienie i wątpliwości. Proces poznania filozoficznego uruchamia zdziwienie, gdy świat doświadczenia potocznego, stan oswojenia poznawczego ze światem, zostaje przerwany. Dzieje się to z reguły w „przypadkach granicznych”, np. w sytuacji cierpienia, śmierci, poczucia winy, zachwyty estetycznego. Platon w dialogu *Teajtet* pisze: „To stan bardzo znamieny dla filozofa: dziwić się. Nie ma innego początku filozofii, jak to właśnie” (*Teajtet*, 39). Zdziwieniu towarzyszy często wątpliwość, kolejny motyw pojawiający się, gdy doświadczenie potoczne okazuje się w jakiś sposób błędne, a wiedza potoczna staje się wiedzą wątpliwą. Krytyka tej formy poznania i wiedzy ma ambicje szukania fundamentów, aby osiągnąć wiedzę pewną i niepodważalną. Motyw szukania wiedzy pewnej w filozofii, która jest uzyskiwana dzięki krytyce poznania, metodycznego wątpienia, szukania niepodważalnych pryncypiów naszej wiedzy, staje się elementem konstytuującym filozofię.
- ✓ bezprzesłankowość. Filozofia nie przyjmuje innych przesłanek poza doświadczeniem potocznym udostępnianym w języku naturalnym, organizowanym w jakimś prostym schemacie pojęciowym. W porównaniu z założeniami przyjmowanymi w naukach przyrodniczych (założenia na temat przedmiotu, preferowanej metody badania), filozofia sama sobie określa swój przedmiot badań oraz metody (nie zakłada tych elementów, można powiedzieć, nie bierze ich z „zewnątrz”). Innymi słowy, problemami filozoficznymi są także przedmiot filozofii oraz metody rozwiązywania problemów.

Odpowiednią ilustracją przedmiotu filozofowania są przykłady pytań filozoficznych: Dlaczego istnieje raczej coś niż nic? Co to jest poznanie? Co to jest prawda? Co to jest dobro? Czy człowiek jest wolny w działaniu? Czy życie ma sens? Czy istnieje celowość w przyrodzie i dziejach? Jaka jest podstawa rzeczywistości?

Przyjęte na początku określenie natury nauki jest na tyle ogólne, że charakteryzuje odpowiednio cechy wspólne nauk przyrodniczych i filozofii. Nie oznacza to jednakże, że nie istnieją wyraźne różnice pomiędzy tymi typami wiedzy. To właśnie owe różnice skłaniają do pytań na temat związków nauki i filozofii: czy nauki przyrodnicze, które w wyjaśnieniach danych empirycznych ograniczają się do podania jako przyczyn innych elementów empirycznych, mogą korzystać w jakiś sposób z filozofii, która jest wiedzą na temat świata empirycznego poszukującą przyczyn nieempirycznych, np. matematyczności świata, albo wiedzą na temat warunków możliwości doświadczenia świata, które umożliwiają doświadczenie, ale nie są czymś danym w doświadczeniu; czy na-

uki przyrodnicze, które są zredukowane tematycznie, a więc badają te aspekty przedmiotów, które mogą być zbadane przy pomocy metod empirycznych, mogą korzystać z filozofii, która pyta o całość świata empirycznego lub całość danego wycinka świata empirycznego (życie, człowiek, kosmos); czy nauki przyrodnicze, które są metodycznie abstrakcyjne, a więc uwzględniają tylko to, co jest „widoczne” dla przyjętej metody badań (np. metody chemiczne nie „widzą” zjawisk psychicznych) mogą korzystać z wiedzy filozoficznej, która nie zakłada wstępnie żadnej metody, ale dopasowuje ją do natury badanego przedmiotu.

Kierunek pytań można odwrócić i pytać także o korzyści jakie może odnieść filozofia, która uwzględnia na swój sposób wyniki nauk przyrodniczych (szerzej: szczegółowych). Odpowiedzi na te pytania nie są proste i trudno jest doszukać się jakiejś uniwersalnej „koalicji” poznawczej, powszechnie akceptowanej w nauce. Przyrodnicy są ponieważ w sytuacji korzystniejszej, ponieważ status poznawczy i metodologiczny ich dyscyplin programowo abstrahuje od wiedzy filozoficznej. Można bardzo dobrze rozwijać badania naukowe, nie mając pojęcia o przednaukowych założeniach przyjmowanych w teoriach naukowych, a które są dopiero wyraźnie wydobywane na światło dzienne w refleksji filozoficznej, o różnicach między pojęciami empirycznymi i teoretycznymi, o zawodności indukcji i statusie poznawczym hipotezy i teorii. Programowa „asceza” poznawcza nauki przyniosła jej niebywały sukces teoretyczny, technologiczny, ekonomiczny, a co za tym idzie ogromny prestiż w społeczeństwie. Zauważyć jednak można w historii nauki, że wielu wybitnych naukowców, świadomie wykraczało poza ramy metodologiczne nauki i stawiało pytania, które miały charakter filozoficzny, wykraczające poza tymczasowe granice nauki. Potrzebowali filozofii.

Sytuacja filozofii w kontekście sukcesu nauki oraz prestiżu, jakim cieszy się nauka w społeczeństwie, jest trudniejsza. Naukowcy nie muszą odwoływać się do filozofii, filozofowie zaś powinni uwzględniać wiedzę naukową. Ta niesymetryczność relacji nauki i filozofii bierze się stąd, że cele filozofii są zazwyczaj formułowane maksymalistycznie: wiedza pewna, prawdziwa o całości świata, a cele naukowe minimalistycznie: chodzi o sformułowanie dobrej hipotezy na temat jakiejś ograniczonej klasy zjawisk, które wtórnie mogą być technologicznie „skonsumowane”. Filozof, jako specjalista od wiedzy ogólnej na temat „całości”, powinien uwzględniać w odpowiedni sposób wiedzę szczegółową (czytaj: naukową), która dotyczy fragmentu tej całości oraz jako „służebnica” (nauka pomocnicza) bada, czym nauka jest, jak jest jej natura, jakie są jej metody, jaki jest walor poznawczy rezultatów poznania naukowego itp., czyli te zagadnienia, które nie wchodzą w zakres zainteresowania samych naukowców.

2. WYBRANE DYSCYPLINY FILOZOFICZNE A NAUKA

W filozofii można wyodrębnić kilka dyscyplin, które szczególnie odnoszą się do nauk szczegółowych (przyrodniczych). Do nich można zaliczyć dyscypliny, które odnoszą się:

- ✓ bezpośrednio do wyników nauk przyrodniczych, np. ontologia danej klasy zjawisk udostępnianych (badanych) przez nauki przyrodnicze, np. ontologia mikroświata.

- ✓ pośrednio jako wybrana forma metanauk, np. metodologia nauk przyrodniczych, filozofia nauki (filozoficzne badania cech wspólnych wszystkim naukom), filozofia nauk (filozofia poszczególnych typów nauk, np. filozofia fizyki, filozofia chemii, filozofia biologii), aksjologia nauki, epistemologia poznania naukowego.

Przyjrzyjmy się dwom przykładom dyscyplin naukowych stowarzyszonych z naukami przyrodniczymi.

Pierwszy przykład prowadzi nas do podstawowej dyscypliny filozoficznej, jaką jest ontologia (metafizyka), czyli ogólna teoria bytu, a więc tego, co istnieje lub może istnieć. Problematyka ontologiczna jest wyznaczona m.in. przez następujące pytania: Co znaczy, że coś istnieje? Jakie są sposoby istnienia? Jakie są racje istnienia rzeczywistości? Jakie są uniwersalne cechy wszystkich bytów (przedmiotów)? Jak zbudowany jest przedmiot? Jakie są główne typy przedmiotów? Na czym polega zmiana, ruch? Jaka jest natura czasu i przestrzeni? Ten skrótowy zestaw problemów ontologicznych pokazuje, że przynajmniej niektóre z nich w dwojakim sensie wchodzą także w zakres zainteresowań nauk przyrodniczych. Po pierwsze, możemy stawiać pytania ontologiczne pod adresem teorii naukowych, np. jakie są podstawowe przedmioty w świecie kwantowym w świetle mechaniki kwantowej, jaki charakter mają związki między przedmiotami (związki przyczynowe), czy związki te mają charakter teleologiczny czy sprawczy (problem przyczynowości), deterministyczny czy indeterministyczny. Pytania te są kierowane intencją zbudowania spójnego systemu pojęciowego, do którego można włączyć aktualne teorie naukowe. Zazwyczaj jest tak, że tylko niektóre teorie stają się obiektem filozoficznego namysłu, np. mechanika klasyczna, mechanika kwantowa, mechanika relatywistyczna, teoria chaosu deterministycznego, teoria ewolucji. Skrótowo można powiedzieć, że teoria naukowa zostaje przekształcona w teorię filozoficzną (mechanika klasyczna w mechanicyzm, teoria ewolucji w ewolucjonizm), niezależnie od intencji naukowców. Bywa też tak, że sama teoria naukowa zostaje odrzucona, a filozoficzne interpretacje tej teorii funkcjonują nadal w obiegu intelektualnym (np. mechanicyzm). Po drugie, możemy mieć do czynienia z mniej ambitnymi interpretacjami ontologicznymi, w których nie chodzi o tworzenie obrazów świata, ale o to, żeby zbadać tylko te struktury przedmiotów, procesów, stanów rzeczy, które są implikowane przez teorie naukowe. Słowo „tylko” sugeruje, że mamy do dyspozycji jakieś kryterium interpretacji, które ogranicza nam różnorodność filozoficznych interpretacji tej samej teorii do minimum. Takim kryterium może być matematyczny formalizm danej teorii, który jest zakładany przez struktury matematyczne danej teorii fizycznej (lub szerzej: naukowej). Ogólnie rzecz biorąc, jest to postulat minimalizmu interpretacyjnego, określającego, jakie tezy filozoficzne można „przypisać” teorii naukowej, uwzględniając jej struktury matematyczne lub jej rdzeń⁴.

Drugi przykład pochodzi z zakresu filozoficznych metanauk (nauki o nauce) i jest nim filozofia nauki. Przy pewnym rozumieniu filozofia nauki zajmuje się następującymi problemami:

⁴ Por. M. Heller, *Nauka i wyobraźnia*, Kraków 1995, s. 157–167.

1. Cechy odróżniające badania naukowe od badań innego rodzaju.
2. Procedury stosowane przez naukowców w badaniu przyrody.
3. Warunki poprawności naukowych wyjaśnień.
4. Poznawczy status praw i zasad naukowych⁵.

Do tego zestawu problemów można jeszcze dołączyć pytanie o granice poznania naukowego, analizę podstawowych pojęć naukowych, założenia niezbędne w nauce, ontologię przedmiotu nauki. Na pierwszy rzut oka widać różnicę poziomów badań naukowca i filozofa nauki: pierwszy zajmuje się uprawianiem nauki (opisem i wyjaśnieniem zjawisk, faktów), drugi zajmuje się opisem i wyjaśnieniem procedur badawczych, a więc tego, co i jak czynią naukowcy. Te różne punkty widzenia (inne problemy, metody, cele badawcze) zilustrować można następującą tabelą:

Poziom	Dyscyplina	Przedmiot
2	Filozofia nauki	Analiza procedur oraz logika wyjaśniania naukowego
1	Nauka	Wyjaśnienie faktów
0		Fakty

3. KONCEPCJE FILOZOFII PRZYRODY W KONTEKŚCIE NAUKI

Związki nauk i filozofii przyrody są ujmowane różnorodnie, począwszy od ujęć skrajnych, postulujących całkowitą niezależność filozofii przyrody od nauk przyrodniczych, aż po różne koncepcje filozofii przyrody jako prostej syntezy lub popularyzacji nauk przyrodniczych. Pomijam zasadniczo te koncepcje filozofii przyrody, które opowiadają się za jakąś formą izolacjonizmu epistemologicznego, według którego płaszczyzny poznawania naukowego i filozoficznego nie przecinają się z racji odmiennych punktów widzenia, stosowania odmiennych metod, posiadania innych celów poznawczych. Wspomniane wyżej różnice między poznaniem naukowym i filozoficznym są w tych wersjach absolutyzowane, dzięki czemu postulat niezależnego od nauk przyrodniczych filozofowania o przyrodzie wydaje się konsekwentny. Jednostronność takiego ujęcia relacji filozofii do nauk przyrodniczych jest błędna, chociażby z tego powodu, że poza nawiasem pozostawia się ogromny zasób wartościowej wiedzy przyrodniczej, która w istotny sposób wpływa na współczesny obraz świata.

W filozoficznej refleksji nad przyrodą uwzględnianie nauk przyrodniczych dokonuje się na kilka charakterystycznych sposobów twórczego łączenia różnych dziedzin wiedzy. Poniżej zostaną scharakteryzowane wybrane koncepcje filozofii przyrody, w których pozytywnie włącza się nauki przyrodnicze do refleksji filozoficznej. Można je potraktować jako konkurujące, samodzielne, całościowe propozycje, które w historii

⁵ J. Losee, *Wprowadzenie do filozofii nauki*, Warszawa 2001, s. 11.

filozofii mają swoje znaczące reprezentacje albo można je potraktować jako rysy charakterystycznych etapów filozofowania nad przyrodą.

Filozofia jako synteza nauk przyrodniczych. Ten typ refleksji filozoficznej rozumiany jest jako synteza wyników aktualnie najważniejszych teorii przyrodniczych (zwłaszcza teorii fizycznych). W koncepcji tej podkreślona jest obiektywność tej syntezy i jej „bliskość” epistemologiczna, w stosunku do teorii przyrodniczych. Przykładem takich syntez są np. podręczniki akademickie, książki popularyzujące naukę, których autorami są wybitni jej przedstawiciele, zdolni do zapoznania się z całością wiedzy z danej dziedziny. Oczywiście terminu „całość” nie należy rozumieć dosłownie, chodzi tu raczej o ogólną orientację w podstawowych teoriach danej dziedziny nauki. Synteza jest możliwa, dzięki jedności nie tyle metody naukowej, co jedności treści podstawowych teorii przyrodniczych.

Filozofia przyrody jako analiza filozoficznych założeń w nauce. Założenia filozoficzne określają, czy i w jaki sposób świat jest poznawalny. Wśród tych założeń występują m.in.: teza o obiektywności świata, jego jednorodności i poznawalności, determinizm i redukcjonizm. Według Laudana, na obraz świata składa się ogół akceptowanych przez badacza założeń ontologicznych, dotyczących natury poznawanych rzeczy oraz epistemologicznych, określających warunki poznania. Precyzują one, jakie aspekty rzeczywistości i w jakich warunkach, są dostępne poznaniu. Funkcją tak ujętego obrazu świata, jest określenie norm metodologicznych (założenia filozoficzne obiektywizują się w metodologii). Na oznaczenie tych założeń używa się także wyrażenia „ramy pojęciowe”. Przyjmujemy wtedy, że na ramy pojęciowe nauki, składają się założenia wyrażone i nie wyrażone, przyjmowane w nauce. Nieuniknioność czynienia presupozycji w nauce (i w każdej formie wiedzy) wskazuje na fakt, że nie można uprawiać nauki w izolacji od „nie-nauki”⁶.

Filozofia przyrody jako analiza języka, metod teorii naukowych (filozofia nauki). Posłużmy się przykładem filozofii biologii, która jest metanauką w stosunku do dyscyplin biologicznych i jako taka podejmuje następujące grupy zagadnień:

1. Logika języka biologicznego: analiza struktury logicznej pojęć i zdań; specyfika pojęć biologicznych (historyczność, funkcjonalność, politypiczność, relacyjność).
2. Metodologia biologii: analiza czynności odkrywania (obserwacja, eksperyment, metody porównawcze) i uzasadniania wiedzy biologicznej (rozumowania uzasadniające, weryfikacyjne, wyjaśnianie genetyczne, teleologiczne, strukturalne, kauzalne, historyczne).
3. Teoria poznania biologicznego (epistemologia biologii), badająca warunki i status poznania naukowego w biologii. W poznaniu biologicznym spotykamy się z problemem relacji teorii do doświadczenia i do rzeczywistości (terminy

⁶ Szczegółowo te sprawy omawia R.G.A. Dolby, *Niepewność wiedzy. Obraz nauki w końcu XX wieku*, Warszawa 1998, s. 60.

teoretyczne, obserwacyjne, np. czy termin „gen” jest terminem teoretycznym czy empirycznym). Warunkiem poznania biologicznego jest obecność założeń ontologicznych, metafizycznych, aksjologicznych, epistemologicznych, które są niesprawdzalne empirycznie, tzw. baza zewnętrzna nauki, która z natury rzeczy staje się przedmiotem analiz filozoficznych.

Filozofia w nauce. Ten styl filozofowania wyrasta z praktyki badawczej nauki. Przyjmuje się, że w samej nauce, niejako wewnątrz niej, pojawiają się problemy filozoficzne, które powinno się systematycznie przebadать. Wstępnie systematyzacja problematyki filozoficznej zawiera następujące grupy problemów:

1. Wpływ idei filozoficznych na powstanie i ewolucję teorii przyrodniczych. Nauki przyrodnicze powstały przez oddzielenie od filozofii, ale do dziś można zauważyć wpływ idei filozoficznych na powstanie i rozwój teorii naukowych. Wpływ ten widoczny jest, gdy analizuje się tzw. kontekst odkrycia danej teorii naukowej. Filozoficzne koncepcje inspirują naukowców (kontekst odkrycia) do tworzenia nowych teorii naukowych.
2. Tradycyjne filozoficzne problemy uwikłane w teorie empiryczne. Filozoficzne koncepcje czasu i przestrzeni mogą być wcielone do teorii empirycznej, np. Newton chciał wcielić filozoficzną koncepcję absolutności czasu i przestrzeni do mechaniki klasycznej. Okazało się jednak, że mechanika klasyczna realizuje (jest fizycznym modelem) filozoficzną doktrynę absolutności czasu, ale nie jest fizycznym modelem koncepcji absolutności przestrzeni.
3. Filozoficzna refleksja nad niektórymi założeniami nauk empirycznych, które stanowią jej wstępną, przednaukową wiedzę, np. założenie matematyczności przyrody, którego konsekwencją jest stosowanie formalizmów matematycznych do opisu zjawisk empirycznych. Przy innych założeniach, np. przyroda może być amatematyczna, irracjonalna albo przyroda jest matematyczna, transcendentna (jej matematyczność przekracza zdolności matematyczne najzdolniejszego matematyka), badania przyrodnicze były inaczej prowadzone.

Filozofia przyrody jako nauka na początku. Koncepcja ta upatruje rolę filozofii przyrody we wstępnym przygotowywaniu problemów badawczych (zapropozowanie siatki pojęciowej, wstępnych hipotez, koncepcji wyjaśnienia danego zjawiska) dla nauk przyrodniczych. Można powiedzieć, że pełni rolę protonauki, która na niezbadanym naukowo obszarze badawczym, wstępnie formuluje problemy, przekazywane dalej nauce.

Filozofia przyrody jako refleksja na marginesie nauk przyrodniczych. Ten typ filozofii przyrody podejmuje się filozoficznych (ontologicznych) interpretacji teorii naukowych, np. implikacje ontologiczne teorii chaosu, teorii informacji, teorii symulacji, teorii systemów. Do najczęściej podnoszonych, praktycznych trudności tego typu interpretacji, jest brak jednoczesnej kompetencji w filozofii i w nauce: jeżeli interpretatorami są przyrodniczy, to zazwyczaj zarzuca się im naiwną filozofię; jeżeli filozofowie interpretują teorie przyrodnicze, to zarzuca się im powierzchowne rozumienie nauki. Na płaszczyźnie

metodologicznej największą trudność sprawia zastosowanie odpowiedniej metodologii umożliwiającej poprawne przechodzenie od nauki do filozofii.

Podsumowując ten schematyczny zestaw problemów związanych z relacją między nauką i filozofią (ściślej mówiąc: między naukami przyrodniczymi i filozofią przyrody), można sformułować kilka ogólnych wniosków.

Patrząc na te relacje z punktu widzenia nauki, filozofia przyrody pełni następujące funkcje:

- ✓ heurystyczną,
- ✓ refleksji filozoficznej nad wynikami nauk przyrodniczych,
- ✓ całościowego punktu widzenia w problematyce wiedzy naukowej i przednaukowej,
- ✓ krytycznej analizy ram filozoficznych nauki,
- ✓ analizy postawy badawczej (tradycji badawczej).

Z punktu widzenia filozofii zainteresowanej żywotnie badaniami naukowymi, nauka prezentuje wiedzę, która:

- ✓ poszerza znaczenie doświadczenia przyrody (zwłaszcza w mikro- i mega skali),
- ✓ udostępnia poznawczo struktury występujące w przyrodzie (np. matematyczne), które są nieuchwytnie dla doświadczenia potocznego,
- ✓ systematycznie uaktualnia bazę analiz filozofii, dostosowując ją do ciągłych zmian w kulturze.

LITERATURA⁷

Anzenbacher A., *Wprowadzenie do filozofii*, Kraków: Wydawnictwo WAM.

Dolby R.G.A., *Niepewność wiedzy. Obraz nauki w końcu XX wieku*, tłum. J. Spólny, Warszawa: Wydawnictwo Amber 1998.

Filozofia przyrody współcześnie, red. M. Kuszyk-Bytniewska, A. Łukasik, Kraków: Wydawnictwo Universitas 2010.

Hajduk Z., *Filozofia przyrody, filozofia przyrodoznawstwa. Metakosmologia*, Lublin: TN KUL 2004.

Heller M., *Jak możliwa jest filozofia w nauce?*, [w:] tenże, *Szczęście w przestrzeniach Banacha*, Kraków 1995, s. 17–32.

Heller M., *Jak uprawiać filozofię przyrody?*, [w:] tenże, *Nauka i wyobraźnia*, Kraków 1995, s. 145–150.

⁷ W bibliografii zamieszczono pozycje o charakterze podręcznikowym i popularnym, wprowadzające do problematyki filozofii przyrody i filozofii nauki. Nie wszystkie zostały wprost wykorzystane w szkicu.

- Heller M., *Nauki przyrodnicze a filozofia przyrody*, [w:] tenże, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998, s. 115–122.
- Kamiński S., *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin: Towarzystwo Naukowe KUL 1992.
- Losee J., *Wprowadzenie do filozofii nauki*, tłum. T. Bigaj, Warszawa: Wydawnictwo Prószyński i S-ka 2001.
- M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*, Warszawa: Wydawnictwo ATK 1992.
- M. Heller, T. Pabjan, *Elementy filozofii przyrody*, Tarnów: Wydawnictwo Biblos 2007.
- Mayr E., *To jest biologia. Nauka o świecie ożywionym*, tłum. J. Szacki, Warszawa: Prószyński i S-ka 2002.
- Mutschler H.-D., *Wprowadzenie do filozofii przyrody. Wybrane zagadnienia*, tłum. J. Bremer, Kraków: Wydawnictwo WAM 2005
- Stępień A.B., *Wstęp do filozofii*, Lublin: TN KUL 1995.
- Tempczyk M., *Fizyka a świat realny*, Warszawa: PWN 1986.

JÓZEF ZON

NAUKA I PSEUDONAUKA

Nauka¹ jest sposobem poznawania rzeczywistości słusznie cieszącym się wysokim prestiżem. Uzasadnieniem dla takiej oceny są wyniki nauki: głębokie i wciąż pogłębiające się poznanie przyrody i liczne praktyczne korzyści wypływające z tego poznawania. Do głównych cech nauki należą: krytycyzm i autokrytycyzm, zdolność do wyjaśniania poszczególnych domen rzeczywistości, jak: wszechświat jako całość, budowa Ziemi i dynamika jej zmian, struktury molekularne, istoty żywe itp. Zdolność ta jest wynikiem wykorzystywania ogólnych zasad, teorii i praw odnoszących się do poszczególnych domen przyrody, metodyczności postępowania badawczego, proponowania hipotez oraz ich przyjmowania lub odrzucanie na podstawie wyników testowania empirycznego lub teoretycznego.

Użyteczność nauki realizuje się w dwu podstawowych zakresach, jakimi są: dostarczanie bardzo spójnego obrazu określonej domeny² rzeczywistości oraz dostarczania narzędzi do przewidywania skutków procesów zachodzących w określonych okolicznościach³, praktyki wytwórczej, leczniczej, ochrony środowiska itp. Choć dzięki nauce ludzkość dysponuje stosunkowo jednolitym obrazem rzeczywistości, nie oznacza to jednak, że jest to jej obraz jedyny, zwłaszcza jeśli chodzi niektóre zjawiska, typy obiektów czy ich właściwości.

Prócz nauki istniały⁴ bowiem (i w dalszym ciągu istnieją) inne sposoby poznawczego ujmowania rzeczywistości. Są nimi par nauka i pseudonauka. Często nawet ich

¹ Chodzi tu przede wszystkim o nauki o przyrodzie.

² Proponowane są też programy uznania jakiejś jednej nauki (np. fizyki) za podstawę wszystkich innych nauk.

³ Przykładem względnego sukcesu poznawczego są formułowane krótkoterminowe prognozy pogody. Celem w niewielkim stopniu dziś urzeczywistnionym są prognozy m.in. trzęsień ziemi.

⁴ A w wymiarze czasowym poprzedziły one nawet powstanie nauki.

zwolennicy twierdzą, że proponują, jeśli nie konkurencyjny w stosunku do nauki obraz określonych domen rzeczywistości, to przynajmniej istotne jego uzupełnienie. Paranauka różni się od nauki przede wszystkim tym, że przyjmuje znacznie szerszy niż nauka zestaw składowych rzeczywistości. Podczas gdy ta ostatnia jako filozoficzne kryterium przyjmuje naturalizm, paranauka dopuszcza istnienie i oddziaływanie na obserwowaną rzeczywistość bytów poza / ponad naturalnych. Są nimi siły lub energie psychiczne / duchowe, jakimi mają dysponować niektórzy przynajmniej ludzie (a nawet planety czy niektóre zwierzęta), istoty bezcielesne, „energie kosmiczne” itp. Innym ważnym kryterium rozróżnienia jest to, że nauka nadzwyczaj rzadko zajmuje się zdarzeniami lub tworami niezwykle rzadkimi, podczas gdy wiele zagadnień podejmowanych w obrębie paranauki ma taki właśnie charakter. Należy tu zaliczyć, prowadzone przy wykorzystaniu metod naukowych, badania nad zdarzeniami o charakterze cudów⁵. Pseudonaukę z kolei można odróżnić⁶ od nauki na podstawie wartościowania jej metod, teorii, wyników lub celów praktycznych (lub dowolnego zestawu tych elementów). To, co z jakiegoś względu uznane zostaje za błędne lub niebezpieczne, jest uznawane za pseudonaukowe.

Chociaż tak w najwięszym skrócie przedstawia się obraz sytuacji, często występują sytuacje niejasne, kiedy trudno jest orzec do jakiej domeny poznania należałoby zaliczyć określone postępowanie lub jego wyniki. Ten obraz sytuacji staje się jeszcze bardziej zaciemniony, kiedy postępowanie para- lub pseudonaukowe – za pośrednictwem technik marketingowych – promuje się jako owoc finezyjnego uprawiania nauki, a w walce o uznanie własnych wyników naukowych i deprecjację wyników konkurentów, badacze i popularyzatorzy nauki, opatrują mianem „pseudonaukowości” metody i wyniki konkurentów.

Przedstawione poniżej dziedziny postępowania poznawczego i powiązanej z nimi praktyki są bardzo okrojona ilustracją niezwykle bogatego i w dalszym ciągu żywego obszaru para- i pseudonauki. Pierwszą grupę uwzględnionych zagadnień stanowią: antyewolucjonizm, rasizm i eugenika. Pierwsze z nich swoją siłę czerpie z wielowiekowej tradycji ujmowania kwestii powstania życia w kategoriach kreacjonizmu bezpośredniego i teologii naturalnej. Obecnie stanowi mało wiarygodną próbę przeciwstawienia się uzurpacjom ateizmu i antyteizmu, w których argumentacji teza o ewolucji odgrywa bardzo istotną rolę. Uzasadnienia rasizmu z kolei, czerpiące także z dorobku biologii (przede wszystkim z genetyki i teorii ewolucji), zasługują na miano pseudonauki, ze względu na skompromitowany społecznie i politycznie cel, jakiemu służą. Z tych samych względów na podobną ocenę zasługuje uwzględniona tu eugenika.

Kolejną scharakteryzowaną tutaj pokrótce dziedziną jest homeopatia. Cechuje się ona specyficznym, rozbudowanym zasobem metod diagnostycznych i środków zalecanych jako prewencyjne lub terapeutyczne. Teoria leżąca u jej podstaw ma charakter ezoteryczny, a próby jej usprawiedliwienia na gruncie osiągnięć współczesnej nauki są zupełnie nieprzekonujące.

Zestaw ilustracji para- i pseudonauki zamyka omówienie radiestezji i telepatii. Obydwie te dziedziny odwołują się do nadzwyczajnej wrażliwości niektórych przynajmniej

⁵ Właściwym obszarem dla badania tych zjawisk, o ile uznaje się ich autentyczność, jest teologia.

⁶ W uproszczonych klasyfikacjach zazwyczaj utożsamia się paranaukę z pseudonauką.

ludzi na słabe oddziaływania o charakterze polowym. Okazuje się, że stosowany w nauce wstępny test empiryczny, mający za zadanie stwierdzić czy określone zjawisko rzeczywiście zachodzi, stanowi niezwykle trudne wyzwanie nie tylko dla obydwu tych dziedzin, ale także dla homeopatii. Rzetelnie prowadzone badania zazwyczaj prowadzą do wyników świadczących o braku korelacji (które wskazywałyby na rzeczywisty związek przyczynowy). Podważa to wiarygodność teorii oraz rzekomych obserwacji zachodzenia takiego związku.

ANTYEWOLUCJONIZM

Antyewolucjonizm stanowią rozmaite zbiory poglądów, których wspólną cechą jest podważanie i zwalczanie tezy o ewolucji świata żywego. Najbardziej skrajną jego postać stanowią te spośród nich, które nie ograniczają się do podważania ewolucjonizmu w dziedzinie jego filozoficznych i światopoglądowych zastosowań, ale czynią to także w dziedzinie biologii i nauk z nią powiązanych. Środek ciężkości tej integralnej wersji antyewolucjonizmu (tzw. fundamentalistycznego kreacjonizmu biblijnego) stanowi dosłownie odczytywana Księga Rodzaju. Zgodnie z nim całe obecne i przeszłe bogactwo świata żywego jest skutkiem stworzenia przez Boga pewnej niewielkiej liczby organizmów stanowiących podstawowe jednostki organizacyjne życia (rodzajów) i następujących po tym modyfikacji organizmów w obrębie tych jednostek. Dla zwolenników antyewolucjonizmu główne niebezpieczeństwo ze strony ewolucjonizmu kryje się w jego materialistycznej substrukturze filozoficznej i w spójnych z nią ideologiach, których konsekwentne wprowadzanie w życie doprowadziło do wielkich nieszczęść.

Rys historii i stanu obecnego

W przeszłości wiedza na temat pochodzenia świata i jego składowych pochodziła z mitologii i religii. W dwu ostatnich tysiącleciach Europy wiedza ta najczęściej czerpana była z pierwszych ksiąg Starego Testamentu oraz z – pozostających najczęściej w zgodzie z ich treścią – rozważań filozoficznych. Ze względu na takie źródło pochodzenia tej wiedzy, nosi ona miano kreacjonizmu biblijnego⁷. Jego poważny kryzys nastąpił dopiero w XIX w., po ogłoszeniu przez Karola Darwina pracy *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt* (1859). Z dominującej doktryny o pochodzeniu (także w dziedzinie przyrodoznawstwa), kreacjonizm stawał się doktryną coraz bardziej zanikającą, by całkowicie ustąpić miejsca materialistycznemu⁸ ujęciu historii świata żywego. Ponieważ sposób uprawiania przyrodoznawstwa bezpośrednio przenosi się na treści i sposób nauczania

⁷ Od lat 60. XX w. istnieje jednak nurt tzw. kreacjonizmu naukowego (*Creation science*), który jest wzorcowym typem antyewolucjonizmu. Stawia on sobie za zadanie uzasadnienie na terenie nauki twierdzenie o osobnej kreacji typów organizacyjnych świata żywego i zwalczanie ewolucjonizmu.

⁸ Bywa on nazywany naturalizmem ontologicznym, w odróżnieniu od naturalizmu epistemologicznego i metodologicznego. Te dwie odmiany dają się pogodzić z nadnaturalizmem (którego częścią jest ewolucjonizm teistyczny) oraz – co jest oczywiste – także z naturalizmem ontycznym.

o przyrodzie w systemie szkolnictwa, doprowadziło to do konfliktu pomiędzy zwolennikami kreacjonizmu a instytucjami kierującymi nauczaniem. Ci pierwsi podjęli wiele prób (nieudanych na dłuższy dystans czasu) wprowadzenia do programów szkolnych relacji biblijnej o stwarzaniu traktowanej jako równoległą do tej, jaką przedstawia się w podręcznikach biologii uwzględniających teorię ewolucji. Sądowe batalie pomiędzy zwolennikami antyrewolucyjnego kreacjonizmu i zwolennikami ewolucjonizmu stały się jednym z najważniejszych obszarów konfrontacji pomiędzy laicką koncepcją państwa i finansowanej przez nie edukacji, ściśle oddzielonych od sfery religijnej, a koncepcji państwa, gdzie granica ta jest rozmyta lub nawet, gdzie decydujące znaczenie ma domena religijna, z której rozstrzygnięciami państwo powinno lub nawet musi się liczyć⁹.

Często się zdarza, że zwalczanie ewolucjonizmu uprawianego w domenie przyrodniczoznawstwa (biologicznej teorii ewolucji) przybiera formy trudne do zaakceptowania, jak: powoływanie się na cytaty z prac ewolucjonistów, z których ma wynikać, że teoria ewolucji zawiera poważne błędy, kompilowanie list osób posiadających stopień naukowy i które deklarują się jako uznające teorię ewolucji za niewiarygodną, przytaczanie „dowodów” na to, że układ warstw skalnych (i zawarty w nich „zapis wymarłych form życia”) może powstać w ciągu bardzo krótkich okresów czasu, a nie w ciągu milionów i miliardów lat, że człowiek jako gatunek współistniał z gatunkami jurajskich gadów, czy też wskazując na fałszerstwa naukowe, jakich dokonano „w imię” teorii ewolucji (E. Haeckel obrazy zarodków kręgowców, Charles Dawson – poskładana z ludzkiej i małpiej czaszka człowieka z Piltown), czy też na przerażające konsekwencje tzw. darwinizmu społecznego (skazanie na wyćpienie niektórych narodów, a innych podporządkowanie narodowi będącego polityczną strukturą ochronną i dającej szansę rozwoju dla najdoskonalszej rasy). Antyewolucjonizm atakujący biologiczną teorię ewolucji jest to w gruncie rzeczy część składowa negatywnie nastawionego wobec nauki programu postępowania. Związane z nim strategie argumentacyjne oraz treść argumentacji mają charakter filozoficzny, światopoglądowy lub polityczny. Jedyną próbą, którą obecnie można uznać za pozytywną jest poszukiwanie dowodów na realizację zaprojektowania istot żywych przez boską (czy też pozaludzką, choć nie boską) inteligencję.

Podstawy teoretyczne i inne

Księgi Rodzaju (ani innych ksiąg świętych) nie należy traktować jako źródło przyrodniczej wiedzy o przyrodzie i o wydarzeniach, które w przeszłości kształtowały jej postać. Księgi te, jako mające znaczenie religijne, należy traktować jako przesłanie o naturze moralnej oraz o ostatecznych przyczynach i celu istnienia świata oraz ludzi. Taka perspektywa nie przystaje do tej, jaka od przynajmniej trzystu lat kształtowała fundamenty i obecną postać nauk o przyrodzie. Jest nią wspomniany naturalizm metodologiczny, ograniczający dociekania nad przyrodą do przyczyn bezpośrednich i bliskich oraz wymagający, by przyrodę traktować jako zamknięty układ przyczynowo-skutkowy. Choć – z racji spójności – bywa on najczęściej traktowany jako równoznaczny

⁹ Tak się dzieje w teokratycznych systemach państwowych.

z materializmem, tak być nie musi. Istnieje bowiem nurt myślowy, który stara się godzić istotę poglądów kreacjonistycznych (rolę Boga jako stwórcy) z naturalistycznie uprawianym przyrodoznawstwem. Jest nim ewolucjonizm teistyczny i jego odmiana – kreacjonizm ewolucjonistyczny. Choć takie stanowisko jest uznawane za niekonsekwentne przez fundamentalistów zarówno religijnych, jak i materialistycznych, wielu badaczom dają one możliwość godzenia przyrodniczej teorii ewolucji z religią.

Ocena

- ✓ Antyewolucjonizm, najczęściej występujący w powiązaniu z kreacjonizmem biblijnym, jest pozostałością uznawanego przez stulecia za słuszny kreacjonistyczny poglądu na temat powstania Wszechświata i gatunków świata żywego;
- ✓ Biologiczna teoria ewolucji jest bardzo rzetelnie ugruntowaną teorią przyrodniczą o niezwykle ważnym (ze względu na integrującą rolę) znaczeniu przede wszystkim dla nauk biologicznych. Próby podważania jej ze światopoglądowego czy ideologicznego punktu widzenia nie zasługują na miano naukowych. W zależności od stopnia oddalenia od nauki (lub stopnia wymieszania składowych przyrodniczych ze składowymi religijnymi) mogą być one uznane za pewien typ paranauki lub pseudonauki;
- ✓ Oddzielną sprawą są dyskusje na temat filozoficznych podstaw teorii ewolucji oraz implikacji dla innych dziedzin nauki i życia społecznego wynikających z tej teorii. Choć często wpływają one¹⁰ na teorię ewolucji (i są w różnym stopniu od niej zależne), konkretny badacz czy nauczyciel nie musi angażować się w te fundamentalne (niestety często fundamentalistyczne) spory.

RASIZM

Jest to doktryna światopoglądowa oraz ideologia odnosząca się do społeczeństw ludzkich. Jej istotę stanowią tezy o: 1) zróżnicowaniu gatunku *Homo sapiens* na grupy zwane rasami; 2) posiadaniu przez wszystkich ludzi należącym do określonej rasy charakterystycznych stałych zespołów cech biologicznych i determinowanych przez nie cech psychicznych; 3) zróżnicowaniu wartości tych ras: najwyższą wartość przypisuje się zazwyczaj rasie białej, najniższą – czarnej¹¹; 3) uznawanie za właściwe (moralne) nie tylko korzystania z zasobów ludzi ras uznanych za gorsze przez rasy uznane za lepsze, ale również decydowanie o ich jakości życia, a w skrajnych wypadkach – także ich życiu. Problematyka rasizmu łączy się i pokrywa w pewnym zakresie z problematyką eugeniki.

¹⁰ Bardzo często przyjmuje się, iż teorie ewolucji można uprawiać jedynie w kontekście materialistycznej ontologii i związanych z nimi epistemologii i metodologii, co oczywiście nie jest prawdą. Zwrócono już na to powyżej uwagę.

¹¹ Pominięte tu zostały postacie rasizmu inne niż ten, gdzie właśnie te dwie rasy stanowią szczyt i podstawę drabiny rasowej. Występuje bowiem rasizm skierowany odwrotnie, jak ten w USA, który pojawił się w latach 60. XX w. czy rasizm w niektórych krajach afrykańskich.

Rys historii i stanu obecnego

Jakkolwiek korzenie tej ideologii tkwią w zamierzczej przeszłości, najbardziej skrajne manifestacje jej zastosowania należy wiązać z: kolonializmem państw europejskich (od okresu Wielkich Odkryć Geograficznych) i przywożeniem do metropolii schwytych „ludzi kolorowych” w celu wykorzystywania ich do prac służebnych (zwykle niewolniczych), segregacją rasową (szczególnie znaną i do niedawna usankcjonowaną prawnie w USA czy w Afryce Południowej) oraz częściowo zrealizowanym planem Narodowych Socjalistów Niemieckich wyniszczenia narodu żydowskiego i rzymskiego oraz podporządkowanie innych państw dominującemu rasowo (Germanie jako najdoskonalsza grupa rasy aryjskiej) państwu niemieckiemu (i ras ludzi będących ich obywatelami). Dopiero po II wojnie światowej – na mocy umów międzynarodowych¹² – rasizm został uznany za zabronioną ideologię.

Podstawy teoretyczne

Rasizm posiada kulturowe i historyczne uwarunkowania. Opracowywano także naukowe jego podstawy. Te sięgają głęboko w biologiczną teorię ewolucji. Skoro bowiem wszystkie istoty żywe powstały na drodze ewolucji, muszą one być zróżnicowane nie tylko na wspólnoty rozrodcze, jakimi są gatunki, ale musi istnieć także zróżnicowanie w obrębie gatunków. Różnicowanie jest koniecznością – pozwala bowiem na (zachodzące na dystansie pokoleń) przystosowywanie się organizmów do ich zróżnicowanych warunków środowiska. Karol Darwin i jego zwolennicy twierdzili, że proces powstawania gatunku ma charakter etapowy: w obrębie istniejącego gatunku powstają rasy i podgatunki, które na powrót mogą „roztopić się” w macierzystym gatunku¹³, mogą po pewnym okresie względnego rozrodczego odizolowania od macierzystego gatunku całkowicie zaniknąć albo też – w bardziej sprzyjającym wypadku – stać się nowym gatunkiem. Rasa jest więc, ze względu na pewną dozę już nabytego zróżnicowania, potencjalnym nowym gatunkiem; gatunek istniejący był kiedyś rasą w obrębie swojego gatunku macierzystego. Ponieważ każdy istniejący gatunek zawiera w sobie wiele ras, niektóre z nich (ze względu na większy potencjał przystosowawczy i rozrodczy) można uznać za lepsze pod tym względem, inne – za gorsze. Te lepsze zajmują „przestrzeń życiową” słabszym, gdyż fakt jej zdobycia daje uprawnienia do dysponowania nią – takie jest prawo przyrody: lepiej przystosowany zwycięża.

Przedstawiciele różnych ras w obrębie gatunku mogą płodnie krzyżować się. W rezultacie tego powstają mieszańce międzyrasowe. Do czasu odkrycia, że cechy organizmu dziedziczą się „cząstkowo” a nie poprzez „równouprawnione” mieszanie się cech uzyskanych od organizmów rodzicielskich, sądzono, iż mieszaniec pomiędzy przedstawicielem lepszej rasy i przedstawicielem rasy gorszej musi mieć cechy pośrednie, a więc gorsze od „lepszego” z rodziców. Uznawano zatem, że mieszanie się ras jest niekorzystne: prowadzi

¹² Międzynarodowa Konwencja ONZ w sprawie likwidacji wszelkich form dyskryminacji rasowej, otwarta do podpisu w Nowym Jorku 7 marca 1966 roku.

¹³ Nie działają bowiem jeszcze mechanizmy izolacji rozrodczej.

bowiem do „bastardyzacji”, „skażenia” czy też nawet „skundlenia” rasy. Coraz silniejsze zacieśnianie się „związków krwi” w obrębie tej samej rasy uznawano za objaw doskonalenia się „arystokratyzacji” rasy. Jej kresem miało być powstanie nowego gatunku. Kulturową składową rasizmu może być „europocentryczność”, „zachodocentryczność” czy nawet „narodocentryczność”¹⁴, wyrażająca się w przekonaniu, że właściwą miarą wartości zasług jest udział wniesiony do kultury Zachodu (nauka, sztuka, technika, wojskowość, organizacja społeczna i gospodarcza oraz religia). Pominąwszy wcześniejsze religijne uzasadnienia różnicowania rasowego (zajęcie przez potomków Noego: Sema, Chama i Jafeta innych obszarów), nowożytny rasizm znajduje wsparcie w naturalistycznej koncepcji człowieka, zorientowanej na ewolucję jako podstawowy proces twórczy przyrody. Skrajną postacią ideologii rasistowskiej jest ta, która dzięki zaangażowaniu wielu badaczy została wprowadzona w życie przez niemiecki Narodowy Socjalizm pod nazwą „higiena rasowa”.

Ocena

- ✓ Zróżnicowaniu fizycznemu, biologicznemu i psychicznemu ludzi (i różnych ich grup) nie można zaprzeczyć: jest to widoczne gołym okiem i w szczególach zostało opisane przez ogromną liczbę rzetelnych badaczy. Można więc posługiwać się w odniesieniu do odpowiednio zróżnicowanych grup ludzi terminem „rasa”, wyróżniając kilka, lub nawet kilkadziesiąt, ras w obrębie gatunku *Homo sapiens*;
- ✓ Nie można – w odniesieniu do ludzi – stosować kryterium wartościowania ich ze względu na przynależność do określonej rasy. Wyłączywszy jako powód niski poziom wykształcenia czy wrażliwości, postępowanie takie należy uznać za nadużycie wyników nauki do celów ideologii;
- ✓ Natężenia rozmaitych cech charakteryzują się różnymi statystycznymi rozkładami u przedstawicieli różnych ras. Nie ma żadnej wyróżnionej cechy, której odpowiednie natężenie dałoby podstawę do oceny pełnej wartości jakiegoś człowieka; to, że przedstawiciel jakiejś rasy w odniesieniu do jakiejś cechy organizmu może uzyskiwać nawet bardzo niski wynik, nie wyklucza możliwości, iż w odniesieniu do innej (lub ich zespołu) może on klasyfikować się na bardzo wysokim poziomie. Ponadto, ze względu na rozrzut wartości charakterystyk, istnieje grupa takich osób, które – należąc do grupy jako całość mającej wyższą wartość średnią jakiejś cechy – sama może mieć tę wartość bardzo wysoką lub niską, w porównaniu do wartości spotykanych w porównywanej rasie. Tak więc, na przykład pośród ludzi rasy białej mogą znaleźć się ludzie o karnacji bardzo ciemnej, a wśród ludzi rasy białej – ludzie o bardzo jasnej karnacji;
- ✓ Rozkłady nasycenia określonej cechy (czy nawet zespołu powiązanych cech) u wszystkich przedstawicieli danej rasy pokrywają pewien zakres, czasami

¹⁴ W kręgu kultury polskiej można znaleźć manifestację tej postawy w podkreślanu zasług i doskonałości rodu Scytów (ks. Wojciech Dębołęcki, *Wywód jedynowłasnego państwa świata*, Warszawa 1633).

jest on bardzo szeroki. Jeśli porówna się nasycenia określonej cechy (czy nawet zespołu powiązanych cech) pomiędzy dwiema wybranymi rasami, okaże się, że te zakresy w większym lub mniejszym stopniu pokrywają się. Praktycznie oznacza to m.in., że nawet jeśli wśród ludzi rasy białej występują proporcjonalnie więcej osób uzdolnionych matematycznie, to nie ma podstawy, by sądzić, iż nie ma wielu osób uzdolnionych matematycznie u przedstawicieli rasy czarnej. Co więcej, różnice te mogą być w dużym zakresie uwarunkowane przez czynniki środowiskowe (warunki materialne, wychowanie, dostęp do edukacji, etc.) a nie genetyczne;

- ✓ Z moralnego punktu widzenia wszyscy ludzie, niezależnie od przynależności do jednej z określonych biologicznie ras (oraz tacy, którzy według tych kryteriów są mieszancami), zasługują na dobre traktowanie przez wszystkich innych ludzi. Gorsze ich traktowanie powinno wynikać z popełnionych win i przestępstw, lepsze – z tytułu zasług i talentu wykorzystywanego dla dobra innych ludzi. Dodatkowy argument za koniecznością traktowania w wyróżniony (w stosunku do innych bytów) sposób wszystkich ludzi wynika z antropologii powiązanych z judaizmem, chrześcijaństwem i islamem: dusza każdej osoby jest skutkiem stwórczej ingerencji Boga.

EUGENIKA

Przez eugenikę¹⁵ należy rozumieć zespół działań o charakterze badawczym, medycznym, społecznym, prawnym i politycznym, prowadzonych w odniesieniu do grup ludzi, mających na celu trwałą poprawę ich jakości biologicznej i psychicznej oraz potomków osób tę grupę stanowiących. Metody eugeniki mogą być też wykorzystywane do działań mających na celu upośledzenia biologicznej jakości grup i społeczeństw uznanych za wrogie lub niewystarczająco wartościowe (dysgenika).

Rys historii i stanu obecnego

Choć praktyki eugeniczne znane były od starożytności, dopiero przy końcu XIX w. pojawiły się nurty badań, które w USA, W. Brytanii oraz innych krajach Europy nazywane zostały eugeniką, natomiast w obszarze języka niemieckiego – higieną rasową (*Die Rassenhygiene*). W 1895 roku Alfred Ploetz publikuje książkę *Grundlinien einer Rassenhygiene (Zarys podstaw higieny rasowej)*. Zaleca w niej – w imię ulepszenia i rozwoju ludzkości – eliminowanie ludzi stanowiących gorszą część ludzkiego gatunku oraz eliminowanie czynników antyselekcyjnych, do których zalicza opiekę nad słabymi i chorymi oraz wojny. Stwierdza, że jeśli narodzone dziecko jest słabe czy też ma wady wrodzone, to działające z upoważnienia społeczeństwa kolegium lekarskie powinno zdecydować o zadaniu mu lekkiej śmierci¹⁶, np. przez wstrzyknięcie odpowiedniej dawki morfiny. Jest

¹⁵ Etymologia gr. εὖ (*eu*) – dobry, dobrze; γένος (*gonos*) – potomstwo = dobre urodzenie.

¹⁶ Inaczej mówiąc przeprowadzić jego eutanazję.

to więc praktyka poprawy jakości społeczeństwa poprzez eliminację upośledzonych i słabych. Bardziej szczegółowo te kryteria eliminacji przedstawił amerykański eugenik Bleeker van Wagenen podczas I Międzynarodowego Kongresu Eugeniki w Londynie (1912) stwierdzając, iż z ludzkiego stada¹⁷ należy wyeliminować lub ograniczyć w nim udział tych ludzi, którzy: 1) są upośledzeni umysłowo, 2) będąc niezaradnymi, żyją w nędzy, 3) są kryminalistami, 4) cierpią z powodu epilepsji, 5) popadli w obłąd, 6) są słabej konstytucji fizycznej oraz astenicznej budowy, 7) mają skłonność do zapadania na określone choroby, m.in. cukrzycę, 8) są zdeformowani, 9) mają uszkodzone narządy zmysłów, wskutek czego są ślepi czy głusi, 10) lub też są „podli z natury”.

Podstawy teoretyczne

Eugenika, stawiając sobie szlachetny cel, jakim ma być poprawa losu przede wszystkim przyszłych pokoleń, wspiera się na wielu dziedzinach wiedzy i praktyki. Podstawę teoretyczną stanowi tu teoria ewolucji: przyjmuje się, że historia rozwoju życia pokazuje jak nieubłagane prawa nim rządzą. Są to prawa selekcji, dzięki którym słabsi, gorzej przystosowani przegrywają walkę o przeżycie i pozostawienie potomstwa, lepsi zaś ją zwyciężają (prawo przeżycia najlepiej przystosowanego). Przywódcy społeczeństw świadomi tych „nieubłaganych” i „żelaznych” praw powinni kontynuować proces ewolucji, mając na uwadze te „żelazne” prawa przyrody. Brak podporządkowania się nim musi spowodować pogorszenie się jakości grupy, za jaką są odpowiedzialni (np. narodu, rasy). Drugą podstawę stanowi genetyka, czy to przyjmująca tezę o stapianiu się cech przekazywanych przez rodziców potomstwu (tzw. genetyka przedmendelowska), czy też przekazywania się alleli genów będących czynnikami generującymi upośledzenie ciała lub umysłu, albo obydwu z nich.

Mają także znaczenie pozabiologiczne składowe doktryny eugenicznej. Pierwsza z nich to historyczne przekazy o losach imperiów i państw, które upadły. Akcentuje się tutaj przyczynę społeczno-biologiczną, jaką miało być zaprzestanie zabijania słabych dzieci i eliminowania upośledzonych dorosłych oraz dopuszczanie do pełni praw ludzi gorzej biologicznie uposażonych, którzy poprzez swoją wysoką rozrodczość powodowali, że jakość biologiczna i kulturowa społeczeństw stale się obniżała, by doprowadzić je w końcu do całkowitego upadku. Drugą przyczyną z tej grupy jest traktowanie jednostki ludzkiej jako elementu stada hodowlanego. Kiedyś rolę hodowcy-selekcjonera przed-ludzi spełniała Natura, kiedy jednak wykształciły się rozmaitego poziomu struktury społeczne – tę rolę przejęli przywódcy tych struktur. Ci spośród nich, którzy bezwzględnie respektowali prawa natury, prowadzili swoje społeczeństwa do coraz wyższych poziomów doskonałości i sukcesów. Ci zaś, którzy zaniedbali ten obowiązek, doprowadzili oddaną ich pieczy wspólnotę do osłabienia i klęski. Praktyki selekcyjne w odniesieniu do ludzi można prowadzić w sposób możliwie łagodny¹⁸ lub brutalny (jak miało to miej-

¹⁷ Sformułowanie może wydawać się dziwne, jeśli nie zwróci się uwagi na fakt, że Sekcja Eugeniki była częścią Amerykańskiego Towarzystwa Rozpłodu [American Breeders Association].

¹⁸ *To, co Przyroda czyni na ślepo, powoli i bezwzględnie, człowiek powinien czynić przezornie, szybko i miło*; F. Galton, *Essays in Eugenics* (1985), s. 42.

sce po wprowadzeniu prawa przymusowej sterylizacji ludzi uznanych za obciążonych dziedzicznie, m.in. w USA i w Niemczech Hitlerowskich. Drugą podstawową formą doskonalenia „ludzkiego stada hodowlanego” była eugenika doboru w celach reprodukcyjnych kobiet i mężczyzn, których zestawy cech uznano za dobre lub bardzo dobre. W Niemczech Hitlerowskich celowi temu służyły ośrodki nazywane „zdrojami życia” (*Die Lebensborne*).

Ocena

- ✓ W wymiarze badawczym i praktycznym eugenika jest odpowiedzią na rzeczywiste problemy społeczne;
- ✓ Przecenia jednak rolę czynników odziedziczalnych w stosunku do czynników, jakie stanowią oddziaływania środowiska: rodzinnego, szkolnego, społecznego, wzorców kulturowych itp.;
- ✓ Jest wymownym przykładem nadużycia wiedzy z zakresu przyrodoznawstwa poprzez wykorzystanie autorytetu przyrodoznawstwa (w szczególności teorii ewolucji) do stworzenia niebezpiecznej i szkodliwej ideologii, która stała się „biologią hodowlaną stada ludzkiego”. Jej błędność wynika także z „obdarcia” niektórych ludzi z niepodważalnej wartości życia przysługującej każdej jednostce ludzkiej;
- ✓ Jej zastosowania w wielu krajach świata – pomimo najbardziej wzniosłych deklaracji – wyrządziły wiele krzywd ludziom słabym, często bezbronnym (setki tysięcy przeprowadzonych sterylizacji);
- ✓ Stała się jednym z elementów walki rasowej prowadzonej przez Niemcy kierowane przez partie nazistowską (Narodowo-Socjalistyczną Partię Robotników Niemiec).
- ✓ Problem w dalszym ciągu jest aktualny: cele eugeniki, pomimo skompromitowania przez powiązanie ze skrajnym determinizmem biologicznym i działaniami społeczno-politycznymi, są w dalszym ciągu podtrzymywane. Szczególnie wyraźnie są one widoczne w ruchach rasistowskich oraz sprzężonej z genetyką bioinżynierią, „inżynierią” społeczną (i innymi praktycznymi działaniami współczesnej biologii).

HOMEOPATIA

Słowo „homeopatia” jest wynikiem zestawienia dwóch greckich słów: *homoios* (podobny) i *pathos* (cierpienie, choroba). Znaczenia tego wyrazu złożonego nie da się wprost wywieść ze znaczeń wyrazów składowych, gdyż brakuje w nim wyrażenia wskazującego na specyfikę powiązania zasady podobieństwa i choroby, a właściwie przeciwdziałaniu jej. Homeopatia jest bowiem sposobem oddziaływania na *organizm poprzez wprowadzanie do niego drogą pokarmową* dawek określonych substancji w skrajnie wysokich rozcieńczeniach* (a więc i w skrajnie małych dawkach). Jakościowa specyfika działania tych substancji polega na tym, że w znacznie mniejszych rozcieńczeniach (a więc przy

większych dawkach) substancje te powodują podobne objawy (chorobowe), jak leczona choroba. Teoretyczną podstawę praktyk homeopatii stanowi holistyczny (i witalistyczny zarazem) system rozumienia struktury i funkcji organizmu oraz sposobów przywracania jego równowagi.

Rys historii i stanu obecnego

Zwolennicy homeopatii przytaczają znane z historii medycyny zalecenia, które można rozumieć jako uprzedzające świadome stosowanie zasady „podobne należy leczyć podobnym”. Tak więc w starożytnym Egipcie – świadczy o tym papirus z Ebers (ok. 1500 lat p.n.e.) – znajduje się zalecenie, by choroby uszu leczyć wyciągiem z uszu, ból głowy – głowami ryb, ślepotę – oczyma świńskimi. W starożytnych Chinach stosowano praktyki przypominające w skutkach to, co jest rezultatem szczepień – zalecano bowiem noszenie ubrań używanych wcześniej przez chorych na ospę; w najostrzejszej zaś fazie choroby zalecano wdychanie proszku z przechowywanych przez rok wysuszonych strupów po ospie. Pliniusz twierdził, że przed wścieklizną może uchronić ślina pobrana od wściekłego psa, z kolei Discurides z Anazarbo zalecał, by osoby, które zapadły na wściekliznę i mające objawy wodowstrętu, zjadły wątrobę psa, który je pokąsał, Aetius z Antiochii zalecał zjedzenie mięsa z węża, który ukąsił; poncki król Mitriades VI (132–63 p.n.e.) spożywał spore ilości trucizn, po to by uczynić nieskutecznymi liczne próby otrucia go. Skutki tej ochronnej praktyki obróciły się przeciwko niemu: kiedy przegrał najważniejszą bitwę z Pompejuszem, postanowił się otruć. Organizm poradził sobie z trucizną. Próba nie powiodła się. Musiał prosić o przebicie mieczem. Żyjący w XVII w. Robert Fludd gruźlicę leczył poprzez podawanie chorym rozrzedzonej ich własnej płwociny odpowiednio spreparowanej. Twórcą doktryny i zasad praktyki homeopatii jest Samuel Hahnemann (1755–1843).

Podstawy teoretyczne

Jak już wspomniano, u podstaw homeopatii leży filozoficzno-lekarska doktryna podobieństw – „Podobne należy leczyć podobnym” (*Similia similibus curantur*). Współczesnych zwolenników homeopatii można podzielić na trzy (nierozłączne względem siebie) grupy:

1. nawiązujących do jej podstaw filozoficznych, jaką jest teza o zasadzie życiowej, kierującej wszystkimi procesami w organizmie;
2. nieprzysiężających większej wagi do teorii, a jedynie uznających homeopatię ze względów na rzekomo stwierdzaną skuteczność w leczeniu i zapobieganiu chorobom;
3. próbujących znaleźć racjonalne – z punktu widzenia współczesnego przyrodoznawstwa – mechanizmy działania specyfików homeopatycznych.

Podstawę teoretyczną homeopatii należy uznać co najmniej za bardzo kontrowersyjną z następujących powodów:

1. tezę o oddziaływaniu specyfiku homeopatycznego na zasadę życiową, w myśl koncepcji Hahnemanna, należy uznać za wykraczającą poza metodologiczny naturalistyczny standard współczesnej nauki;

2. uznawane w homeopatii prawo nieskończonych rozcieńczeń – z którego wynika oczekiwanie, iż specyfik tym skuteczniej będzie zwalczał chorobę, im bardziej będzie rozcieńczony – zwłaszcza w zakresie niezwykle wysokich rozcieńczeń (wysokich wartości „D” i „C”) „upokarza rozum”. Gdyby bowiem było ono słuszne, to cząstki środka homeopatycznego przy stosunkowo niewielkich (z punktu widzenia homeopatii) stopniach rozcieńczenia powinny być zupełnie wyeliminowane z ośrodka, jaki stanowi rozpuszczalnik. Tymczasem po przekroczeniu krytycznego rozcieńczenia, kiedy (statystycznie biorąc) w roztworze / zawieszynie powinna być tylko jedna cząstka albo nawet żadnej być nie powinno, specyfik, wciąż poddawany rozcieńczaniu, ma zyskiwać na skuteczności (mocy) oddziaływania. Tłumacząca ten efekt na pozór przejrzysta koncepcja „pamięci wody” sama spotyka się z bardzo krytyczną oceną;
3. nie jest zrozumiała rola koniecznej składowej procedury przygotowywania leku, jaką jest konieczność wstrząsania po każdym etapie rozcieńczania. Ma ona więcej wspólnego z procedurą alchemiczną niż farmakologiczną. Homeopatię trzeba zatem uznać za system przede wszystkim praktyki medycznej, zdecydowanie odróżniającej się od praktyki medycznej uznawanej za standardową, istotnie powiązaną ze współczesnymi naukami przyrodniczymi (Tab. 1).

Tab. 1. Niektóre różnice zachodzące pomiędzy tzw. medycyną standardową i homeopatią

Medycyna standardowa („akademicka”/naukowa)	Homeopatia
Jest ściśle powiązana z standardami i wynikami współczesnego przyrodoznawstwa	Z trudem próbuje podjąć i utrzymać związek z współczesnym przyrodoznawstwem
Najczęściej nawiązuje do mechanistycznych i redukcjonistycznych koncepcji organizmu i wyjaśniania	Za swoją podstawę teoretyczną uznaje organiczną (a nawet witalistyczną) koncepcję organizmu
W bardzo dużym stopniu uzależniona jest od zbieranych obiektywnymi („przryządowymi”) metodami informacji o stanie zdrowia pacjenta	Bardzo dokładny wywiad o stanie „ducha i ciała” pacjenta uznaje za niezwykle istotny
W krajach zachodnich i tam, gdzie nauki przyrodnicze i technika oraz technologia stoją na wysokim poziomie, jest wyróżnionym (czasem jedynym) systemem leczenia.	Wraz z innymi dziedzinami „medycyny pozastandardowej” jest zwalczana, czasem (i w niektórych państwach) tolerowana (tj. państwowe systemy opieki zdrowotnej honorują należności za ten rodzaj terapii).

Ocena

- ✓ Homeopatia jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych dziedzin tzw. medycyny alternatywnej (prócz m.in. akupunktury, ziołarstwa – fitoterapii, bioenergoterapii) i innych praktyk;
- ✓ Jej skuteczność terapeutyczna jest wątpliwa; być może wszystkie pozytywne skutki jej zastosowania są skutkiem efektu psychofizjologicznego (tzw. placebo);

- ✓ Filozoficzno-przyrodnicze koncepcje odnoszące się do mechanizmów są istotnie powiązane z doktryną siły życiowej jako obiektywnie istniejącego czynnika, który na zasadzie informacyjno-emocjonalnej integruje funkcje życiowe i kieruje nimi. Koncepcję siły życiowej należy uznać za już zdezaktualizowaną;
- ✓ Procedury przygotowywania specyfików homeopatycznych są typowe dla zabiegów alchemicznych, a nie dla procedur zrozumiałych dla współczesnego przyrodoznawstwa: mają więcej wspólnego z magią, ezoteryzmem, alchemią niż ze współczesną nauką i farmakologią;
- ✓ Stosowane, gwarantujące skuteczność rozcieńczenia specyfików, mają niewyobrażalnie wielkie rozcieńczenia, np. 10^{-200} . Nie jest możliwe przygotowywanie specyfiku, który by zawierał tylko jeden rodzaj molekuł (aktywnych) w pozbawionym innych domieszek rozpuszczalniku.

RADIESTEZJA

Będąca zestawieniem wyrazów pochodzenia łacińskiego¹⁹ i greckiego²⁰ nazwa „radiestezja” wskazuje na główną tezę teoretyczną, leżącą u podstawy dwóch zasadniczych odmian praktyki radiestezyjnej. Tymi odmianami są różdżkarstwo²¹ i wahadlarstwo. Wspomnianą podstawę teoretyczną natomiast stanowi teza, iż organizm żywy zdolny jest do odczuwania promieniowań. Obydwie te odmiany różnią się typem wskaźnika wykorzystanego do wykrywania promieniowań: w różdżkarstwie jest nim rozwidlona gałązka lub jakaś mająca podłużny kształt, odpowiednio mechanicznie wyważona, metalowa konstrukcja, w wahadlarstwie – wykonane z rozmaitych materiałów, o różnej długości i masie – wahadełko. Ze sposobu zachowania się różdżki lub wahadeł – zdaniem zwolenników radiestezji – można wykrywać obecność określonych promieniowań w określonym miejscu czy też w pobliżu jakiejś badanej osoby.

Rys historii oraz stanu obecnego

Praktyki radiestezyjne znane są od starożytności i przez całe wieki, aż do dziś, stosowane były do wykrywania miejsc, gdzie można znaleźć wodę, pokłady minerałów czy nawet zagubione przedmioty. Stosowano je i stosuje się do lokalizacji chorej części ciała i do określania ogólnego stanu zdrowia. Poprzez wykorzystywanie tzw. radiestezji mentalnej, polegającej na „umowie” pomiędzy umysłem radiestety i wahadłem (lub różdżką), odpowiada ono na zadane pytania odnoszące się do przyszłości lub do przedmiotów znajdujących się nawet w ogromnej odległości od miejsca, gdzie znajduje się radiesteta (tzw. teleradiestezja).

¹⁹ *Radius* – promień.

²⁰ *Aisthesis* (αισθησις) – odczuwać.

²¹ Bywa też nazywana rabdomencją, od słowa greckiego ραβδομαντεία: ραβδος – różdżka, μαντεία – wróżenie = wróżenie przy wykorzystaniu różdżki.

Podstawy teoretyczne i inne

Przekonanie o uwrażliwieniu organizmu ludzkiego²² na promieniowania wiąże się bezpośrednio z przekonaniem o istnieniu skomplikowanej przestrzennej sieci promieniowań powiązanej z przestrzennym rozkładem ich źródeł.

Wszystkie istoty żyjące (a także nieożywione) wytwarzają specyficzne dla siebie pola, o specyficznych energiach i „barwach radiestezyjnych”. Stan tych pól „informuje” radiestetę o stanie ich zdrowia. Niektóre z tych promieniowań dają się wykrywać przy pomocy metod obiektywnych, inne – tylko przy użyciu metod mentalnych. Ze względu na specyfikę konfiguracji pól w niektórych miejscach na Ziemi występują miejsca szczególnie „energetyczne”, gdzie przebywanie sprzyja stanowi zdrowia oraz miejsca o szczególnie niekorzystnej konfiguracji pól – są to tzw. miejsca /strefy geopatyczne.

Na podstawie charakteru ruchów wahadła lub różdżki odczytuje on informację o wspomnianej już obecności poszukiwanego przedmiotu, choroby, przydatności jakiegoś pokarmu do spożycia itp. Choć nie ma zgodności poglądów co do wielu ważnych pytań, takich jak np. jaka jest natura „wykrywanych” promieniowań, czy wszyscy ludzie posiadają zdolności radiestezyjne (a różnią się jedynie stopniem ich wycwiczenia), radiestezja cieszy się wielką popularnością jako dziedzina usług (np. ustalanie czy lokalizacja przyszłego budynku lub ustawienie łóżka w mieszkaniu jest bezpieczne) i wytwarzania – prócz różnego typu detektorów – układów i gadżetów, mających za zadanie osłabiać lub całkowicie likwidować szkodliwe promieniowania.

Ocena

- ✓ Promieniowania, na jakie ma być wrażliwy ludzki organizm, wciąż pozostają nieznanne. Najbardziej naturalne byłoby uznać, że są to bardzo słabe, niewykrywalne przyrządami fizycznymi pola elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne. Próby idące w tym kierunku nie powiodły się.
- ✓ Zupełnie poza zasięgiem wyjaśnienia naukowego²³ znajduje się teleradiestezja;
- ✓ Nie występują tak często, jak postulują to radiesteci, „żyły wodne” (mające średnicę 20–40 cm struktury podziemne, przez które woda przepływa stosunkowo szybko);
- ✓ Pomimo że proponuje się wiele hipotez fizycznych, których celem jest włączenie problematyki radiestezji w obszar przyrodoznawstwa, natura promieniowania wykrywanego przez radiestetów w dalszym ciągu pozostaje tajemnicza;
- ✓ Stanowi one podstawę do bardzo dochodowych form działalności usługowej lub twórczej.

²² Także zwierzęta i rośliny obdarzone są zdolnością do odczuwania promieniowań, np. koty. Mają one wybierać na miejsce swojego spoczynku miejsca „zapromieniowane”.

²³ Choć próbuje się wskazać, że trudność z pokonaniem „bariery przestrzeni” można by pokonać poprzez uwzględnienie splątania kwantowego cząstek. W eksperymentach skutecznie dotąd przeprowadzonych na fotonach wykazano, że związane układy kwantowe zachowują się tak, jakby odległość między nimi nie odgrywała żadnej roli.

- ✓ Wieloletnie badania nad zjawiskami radiestezyjnymi prowadzone przez kompetentnych fizyków, mających początkowo bardzo pozytywne nastawienie wobec tych zjawisk, nie doprowadziły do oczekiwanych (pozytywnych) wyników;
- ✓ Podobnie negatywne wyniki przyniosły testy z udziałem kwalifikowanych różdżkarzy, którzy mieli za zadanie określić, czy i w jakim kierunku przepływa woda w układzie rur ukrytych pod platformą.

Podsumowując trzeba stwierdzić, że radiestezja w dalszym ciągu nie znajduje wystarczających podstaw we współczesnym przyrodoznawstwie. Można ją natomiast zmieścić w nurcie ezoterycznych poszukiwań i praktyk, które są bardzo rozpowszechnione. Znajdująca swą podstawę w teorii i dociekaniach radiestetów działalność usługowa i wytwórcza, nie przynosi – w większości przypadków – deklarowanych skutków.

TELEPATIA

Zjawisko telepatii ma polegać na przekazywaniu myśli, stanów uczuciowych oraz doznań jednego organizmu do innego organizmu²⁴, który może znajdować się nawet w bardzo znacznej odległości. Może on oczekiwać na zajście aktu przekazu, ale może też nim być zaskoczony. Chodzi więc o przekazywanie myśli, uczuć, bólu, niepokoju, radości, niepokoju związanego ze znalezieniem się w stanie krytycznym (ciężkie zranienie, umieranie) pomiędzy istotami żywymi. Ta łączność ma zachodzić bez pośrednictwa narządów zmysłów partnerów przekazu. Dlatego telepatia zaliczana jest do obszerniejszej klasy zjawisk, jaką jest spostrzeganie pozazmysłowe (ESP). Oddziaływania te mogą zachodzić nie tylko pomiędzy ludźmi, ale także ludźmi i zwierzętami (oraz prawdopodobnie także pomiędzy zwierzętami).

Historia i stan obecny

Relacje o przekazach telepatycznych znane są od bardzo dawna i w wielu kulturach. Szybki rozwój badań nad telepatią należy uznać za skutek rozwoju parapsychologii w końcu XIX i na początku XX w. oraz rozwoju łączności radiowej. Pierwsza z tych dziedzin nadała status dociekań naukowych zbieraniu relacji o bio-łączności, druga – wskazała na fale radiowe jako fizyczny nośnik sygnałów.

Badania naukowe, mające na celu ustalenie mechanizmów bio-łączności, jako wstępnego etapu wymagają ustalenia czy zjawiska – których mechanizm ma być wyjaśniony – w ogóle zachodzą. Jeśli tak się dzieje, należy możliwie dokładnie scharakteryzować warunki, jakie są konieczne dla ich zajścia. Szczególnie dużo uwagi temu

²⁴ Nazwa pochodzi od słów greckich: τηλε (tele) – daleko, daleki; πάθη (pathe) – czucie, doznawanie. Czasami używa się nowoczesnego terminu „biotelekomunikacja”. Rzadziej spotykane wyrażenie „telepsychoza” wskazujące na zachodzące na odległość oddziaływania pomiędzy psychikami (dosłownie: duszami).

zagadnieniu poświęcił Amerykanin Joseph B. Rhine²⁵. Obecnie najbardziej znanym badaczem (i obrońcą tezy o realności telepatii) jest Brytyjczyk Rupert Sheldrake. Stworzył on ponadto, przekraczając fizykę, hipotezę o zachodzeniu „rezonansu morficznego”, która – prócz innych trudnych do wytłumaczenia zjawisk – ma tłumaczyć mechanizm telepatii.

Teoria

Przyjmując, że faktycznie zachodzą przekazy telepatyczne, formułowano hipotezy odnoszące się do natury czynnika, dzięki któremu następuje przekaz. W ostatnich dziesięcioleciach najwięcej uwagi poświęcano mechanizmowi elektromagnetycznemu. Z teorii łączności radiowej wiadomo, że po to, aby zachodził efektywny przekaz sygnałów, musi istnieć układ, w którym zachodzą drgania elektryczne. Drgania te muszą być odpowiednio zmienione (zmodulowane) i – za pośrednictwem anteny – wysłane w przestrzeń. Musi też istnieć układ zdolny do odebrania tych drgań i do ich zdemodulowania. Najbardziej naturalnym kierunkiem poszukiwań uzasadniających taki mechanizm przenoszenia sygnałów (informacji, stanów emocjonalnych) były koncepcje i doświadczalne próby wykazania, że zmienne prądy elektryczne w mózgu mogą spełniać rolę generatora i modulatora pól, a oscylujące elektrycznie struktury innego mózgu – mogą spełniać rolę anteny i niezwykle czule dostrojonego do mózgu „nadawcy” obwodu odbierającego i demodulującego sygnał²⁶. Poważne trudności pojawiły się, kiedy wykazano, że przekaz telepatyczny zdaje się zachodzić także pomimo metalowych osłon, które skutecznie pochłaniały promieniowanie radiowe. W tej sytuacji uznano, że bio-łączność zachodzi za pośrednictwem bardzo długofalowego promieniowania. Przeprowadzono bowiem doświadczenia polegające na przekazach pomiędzy nadawcą znajdującym się na lądzie a odbiorcą w głęboko zanurzonej łodzi podwodnej (lub na odwrót). Ich wynik okazał się pozytywny, choć nie zawsze. Gdyby jednak faktycznie łączność zachodziła dzięki bardzo długofalowemu promieniowaniu elektromagnetycznemu, to powstaje poważna trudność teoretyczna: stosunek rozmiarów mózgu do długości generowanej fali jest tak niekorzystny, że fala zabierałaby znikomą część mocy z tak niezwykle słabego źródła, jakim jest mózg ludzki. Co więcej, tak niezwykle słabe pole elektromagnetyczne musiałyby być selektywnie odebrane przez drugi mózg.

²⁵ W Polsce po II wojnie światowej, także dla celów łączności wojskowej, telepatią zajmował się Stefan Manczarski. Trzeba tu dodać, że dodatkowy impuls dla zainteresowania tymi zjawiskami stworzyła konkurencja pomiędzy blokami wojskowymi zatrudniającymi badaczy (lub zlecającymi im badania) zajmujących się „niestandardowymi” sposobami komunikacji sygnałów.

²⁶ Wskutek lawinowo narastającego w ostatnim stuleciu natężenia sztucznie wytwarzanego pola elektromagnetycznego (głównie stacje radiowe i telewizyjne, sieci energetyczne i telekomunikacja bezprzewodowa), prawdopodobieństwo zakłóceń przekazu sygnałów elektromagnetycznych między mózgami powinno też znacznie się zwiększać. Skutkiem tego powinno być zmniejszenie w ostatnich dziesięcioleciach liczby aktów „łączności” telepatycznej.

Ocena

Przed tezą o telepatii stało (i nadal stoi) wiele istotnych trudności. Są one natury: metodologicznej, filozoficznej oraz rzeczowej. Do pierwszej należą m.in. następujące:

- ✓ Większość przekazów o zdarzeniach telepatycznych ma charakter anegdotyczny, tzn. nie są one wynikiem zaplanowanych badań, lecz często przypadkowo albo dopiero „po faktach” ustalanych prawidłowości. Są one rezultatem selektywnego przypominania sobie faktów i korelowanie ich. Jest prawdopodobne, że przekazy telepatyczne w ogóle nie zachodzą;
- ✓ Zaobserwowane poprawne odgadnięcia w testach, w których posługiwano się przesyłaniem informacji o obrazach na kartach (Zenera), tłumaczono zdarzającymi się w ciągach wydarzeń w istocie losowych długimi seriami, które sprawiają wrażenie wywołanych działaniem jakiegoś czynnika;
- ✓ Wykazano, że badacze telepatii (m.in. J. Rhine) dopuszczali do sytuacji, w których mogli być oszukiwani przez „telepatów”;
- ✓ Telepatia powinna być zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym w przyrodzie, a takim nie jest. To rozpowszechnienie powinno być skutkiem korzyści selekcyjnej, jaką by dawało skuteczne i szybkie komunikowanie się osobników tego samego gatunku (S. Lem);
- ✓ Jako mechanizm postuluje się przekazy niezwykle małych energii oraz niezwykle selektywność odbioru sygnałów. W obliczu trudności, na jakie natknęła się „elektromagnetyczna teoria telepatii” postuluje się przekaz za pośrednictwem nieznanymi jeszcze fizyce postaci energii lub powiązań zachodzących przy udziale procesów kwantowych.

UWAGI KOŃCOWE

Przedstawione wyżej dziedziny para- i pseudonauki (i związanych z nimi praktyk) są tylko ilustracją niezwykle bogatego obszaru wiedzy, która różni się od wiedzy o przyrodzie, czasami nawet pretenduje do miana konkurenta przyrodoznawstwa. Pomimo tych roszczeń, a nawet wielkiej popularności, należy jej przypisać dalsze miejsce w skali wartości ludzkiej wiedzy.

Podstawową cechą nauki głównego nurtu jest systematyczność poznawania i systemowość ujęcia wyników. Cechami wspólnymi nauki, protonauki i paranauki (określonej mianem nauki obrzeża – *fringe science*) jest metodyczność postępowania.

Nie znaczy to wcale, że w pewnych fragmentach wiedza z zakresu para- lub pseudonauki nie jest wartościowa, a wiedza uważana za w pełni wartościową, w pewnych fragmentach nie jest (nie okaże się) błędna. Historia nauki pokazuje, że tak w istocie było.

Na koniec trzeba zwrócić uwagę na poważne konsekwencje nieodróżniania nauki od paranauki i pseudonauki. Dwoma głównymi polami, na których ujawniają się one najwyraźniej to zaspokajanie praktycznych potrzeb życiowych oraz światopogląd. W tej

drugiej dziedzinie konflikt toczy się pomiędzy zwolennikami ontologicznego naturalizmu (materializmu, scjentyzmu) i zwolennikami dualizmu. Naturaliści są zdecydowanymi przeciwnikami przyznawania jakiegokolwiek wartości paranauce, podczas gdy dualiści uznają lub dopuszczają możliwość istnienia i oddziaływania w przyrodzie – zwykle pośredniego – czynników pozamaterialnych, choć czynią to z bardzo krytycznym dystansem. Praktyczne niekorzystne skutki wspomnianego nieodróżniania nauki sprrowadzają się do stosowania nieskutecznych metod diagnostyki, leczenia i sposobów zachowania się w obliczu trudności życiowych. Nauki przyrodnicze dostarczają o wiele lepszych narzędzi diagnostycznych, metod leczenia i niezwykle wydajnych technologii. Często są one niezwykle kosztowne, zatem ich dostępność jest ograniczona. Teorie naukowe „stojące za nimi” są zawiłe, ale racjonalnie spójne, można je zrozumieć i z ich zrozumienia praktycznie korzystać. „Teorie” paranauki, a zwłaszcza pseudonauki, nie są racjonalnie spójne: są podobne raczej do zbiorowiska kropelek rtęci, każda na swój sposób odbijających otoczenie, a nie jednolitą powierzchnią roztopionego²⁷ srebra. A do takiego można porównać współczesną naukę.

LITERATURA²⁸

- Balicki J., *Dyskryminacja rasowa. Przeszłość i teraźniejszość*, Lublin: Wydawnictwo Lubelskie 1986.
- Black E., *Wojna przeciw słabym: eugenika i amerykańska kampania na rzecz stworzenia rasy panów*, (tłum. z j. ang.), Warszawa: Muza 2004.
- Dunn I.C., O. Klinberg, C. Levi-Strauss, *Rasa a nauka*, (tłum. z j. ang.), Warszawa: PWN 1961.
- Gardner M., *Pseudonauka i pseudouczeni*, (tłum. z j. ang.), Warszawa: PWN 1966.
- Gawin M., *Rasa i nowoczesność. Historia polskiego ruchu eugenicznego (1880–1952)*, Warszawa: Wydawnictwo Neriton – Instytut Historii PAN 2003.
- Jodkowski K., *Dlaczego kreacjonizm jest pseudonauką?*, [w:] J. Zon (red.), *Pogranicza nauki. Protonauka – paranauka – pseudonauka*, Lublin: Redakcja KUL 2009, s. 317–323.
- Kiszkowski P., *Co warto wiedzieć o radiestezji?*, Gdańsk: Stella Maris 1997.

²⁷ Trzeba mieć świadomość, że nauka jest tworem dynamicznym, który nie ma raz na zawsze ustalonej postaci. Stąd bierze się uwaga o stanie ciekłym srebra.

²⁸ Poniższy wykaz jest wyborem wydanej drukiem literatury poświęconej ocenie wiedzy i działalności w dziedzinie paranauki, pseudonauki oraz ich różnorodnych zastosowań. Odnosi się ona przede wszystkim do zagadnień omówionych powyżej. Daleko bardziej bogatszy jej wybór można uzyskać wykorzystując Internet i literaturę obcojęzyczną. Warto zwrócić uwagę na polskich autorów. Są to m.in. prof. Włodzisław Duch, prof. Andrzej Gregosiewicz, o. prof. Aleksander Posacki, red. Robert Tekieli i dr Tomasz Witkowski. Pomimo ich zdecydowanego zaangażowania światopoglądowego, bardzo wiele wartościowych informacji można znaleźć np. na portalach „Racjonalista” oraz Ośrodkach Informacji o Nowych Ruchach Religijnych i Sektach.

- Kloskowski K., *Mysł kreacjonistyczna w polskich ośrodkach filozoficznych*, [w:] W. Lubański, Sz. Ślaga (red.), *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 15, Warszawa: Wydawnictwa Akademii Teologii Katolickiej 1996, s. 227–271.
- Korab K. (red.), *Pseudonauka. Choroba magia czy biznes?*, Warszawa: Scholar 2011.
- Musiał Z., Wolniewicz B., *Psychotronika jako neokultyzm*, „Studia Filozoficzne” 1975, nr 7 (116), s. 155–168.
- Piotrowski R., *Od wiedzy o rasach do rasizmu i z powrotem*, [w:] J. Zon (red.), *Pogranicza nauki. Protonauka – paranauka – pseudonauka*, Lublin: Redakcja KUL 2009, s. 325–344.
- Pogonowska B., *Paranauka. Studium z filozofii nauki*, Poznań: Ośrodek Wydawnictw Naukowych PAN, Oddział w Poznaniu 1995.
- Pogonowska B., *Próba historycznego ujęcia działalności paranaukowej*, „Studia Filozoficzne” 1988, nr 273, s. 25–37.
- Sagan C., *Świat nawiedzany przez demony. Nauka jako światło w mroku*, (tłum. z j. ang.), Poznań: Zysk i S-ka 1999.
- Taylor J., *Nauka i zjawiska paranormalne*, (tłum. z j. ang.), Warszawa: PIW 1990.
- Uzarczyk K., *Podstawy ideologiczne higieny ras i ich realizacja na przykładzie Śląska w latach 1924–1944*, Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek 2002.
- Witkowski T., *Zamki na piasku: psychologiczne determinanty sukcesu i trwałości pseudonauki*, [w:] J. Zon (red.), *Pogranicza nauki. Protonauka – paranauka – pseudonauka*, Lublin: Redakcja KUL 2009, s. 291–302.
- Wróblewski A.K., *Prawda i mity w fizyce*, Warszawa: Iskry 1987.
- Wróblewski A.K., *Operacja stodoła*, „Wiedza i Życie” 2001, nr 1, s. 52–56.
- Zaremba Bielawski M., *Higieniści. Z dziejów eugeniki*, Wołowiec: Wydawnictwo Czarne 2011.
- Zonn W., *Między nauką a zabobonem, czyli o stosunku do tzw. paranauk*, „Problemy” 1975, nr 1, s. 26–28.

RAFAŁ LIZUT

NAUKA I TECHNIKA

Problematyka nauki, techniki i ich wzajemnych związków oraz ich relacji do społeczeństwa jest niezwykle bogata. W krótkim tekście mogę jedynie naszkicować niektóre ważne kwestie ogólne. Kwestie te ujmę w postaci następujących pytań: (1) czym są nauka i technika? (2) jakie relacje zachodzą między nimi? (3) jaka jest relacja nauki i techniki do społeczeństwa? (4) jakie miejsce nauka i technika zajmują w życiu jednostki i społeczeństwa. Odpowiadając na te pytania, chcę z jednej strony pokazać złożoność kwestii, a z drugiej – pokazać rolę, jaką powinna odegrać w refleksji nad nimi filozofia. Pośrednio będzie to też pewna diagnoza współczesnej kultury. Analizy nauki i techniki ujawniają, że tendencja do eliminowania filozofii – czy szerzej: nauk humanistycznych – bynajmniej nie służy rozwojowi człowieka i społeczeństwa.

1. NAUKA I TECHNIKA – PRÓBY DEFINIOWANIA

Terminy „nauka” i „technika” należą do grupy tych wyrażeń używanych przez większość ludzi, które sprawiają szczególne trudności, gdy chcemy powiedzieć, co one znaczą i czym jest ów przedmiot przez nie oznaczany. Rodzi się więc pytanie, czy możliwe są związane definicje nauki i techniki, które ujmowałyby większość ważnych aspektów. Zdaniem Stanisława Kamińskiego nie powinniśmy konstruować takiej definicji nauki, ponieważ byłaby ona zbyt ogólnikowa; należy natomiast przeprowadzać charakterystykę nauki osobno dla różnych jej aspektów¹. Z pewnością zalecenie S. Kamińskiego odnosi się i do techniki. Jednakże brak jakiegokolwiek definicji może prowadzić do nieporozumień, gdyż termin

¹ S. Kamiński, *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, red. A Bronk, Lublin: TNKUL, 1992 (wyd. IV poprawione).

„nauka” czy „technika” pojawiają się w wypowiedzi w różnych znaczeniach i powodują błędy, takie jak choćby *ignoratio elenchi*. Jednym ze sposobów uniknięcia nieporozumień jest wskazanie – przynajmniej głównych – desygnatów tych nazw, tj. przedmiotów oznaczanych przez terminy „nauka” i „technika” przy określonym znaczeniu. Daje to przybliżoną definicję zakresową omawianych terminów.

Klasyfikację desygnatów terminu „nauka” zaproponował Stanisław Kamiński²:

- I. **Niektóre elementy formy** pewnego rodzaju poznania: język, metody, instytucja.
 - II. **Poznanie** pewnego rodzaju, które charakteryzuje się – najogólniej mówiąc – systematycznością racjonalnym uprawomocnieniem i informatywnością
 - II.I. O charakterze **odkrywcym**:
 - II.I.I. **Poznawcza działalność** wsobna lub przechodnia – badanie naukowe;
 - II.I.II. **Poznawczy rezultat** (wytwór) tej działalności: (aa) subiektywny (wewnętrzny): (aaa) stan umysłu – zasób inwencyjnie zdobytej wiedzy naukowej, (aaa) sprawność umysłowa – odkryta umiejętność pracy naukowej, (bb) obiektywny (zewewnętrzny) – system odkrytych prawd naukowych, teoria naukowa.
 - II.II. O charakterze **nieodkrywcym** (kształcącym).
 - II.II.I. „**Przedmiot**” uczenia się lub nauczania, lub pouczający: treść poznawcza (np. wiadomości, dyscyplina, poglądy, doktryna, system wierzeń religijnych albo wskazań moralnych); lub poznawczy aspekt działania, którego uczymy się lub nauczamy (np. nauka jazdy, terminowanie) albo poznawczy aspekt czegoś, co poucza (np. wskazówka, morał, przestroga).
 - II.II.II. **Proces** uczenia się lub nauczania (np. studia, edukacja, lekcja, szkolenie).
 - II.II.III. **Rezultat** uczenia się lub nauczania (np. zasób wiadomości, erudycja, umiejętność, sztuka, sztuka).
 - III. **Dziedzina kultury**, obejmująca jako główny składnik poznanie twórcze, systematycznie zdobyte, uzasadnione racjonalnie i wyrażone w języku informatywnym oraz samodoskonalące się.
- Z kolei termin „technika” desygnuje następujące grupy przedmiotów:³
- I. **Artefakty techniczne i ich systemy** czyli przedmioty wytworzone przez człowieka, których główną wartością jest użyteczność (a nie na przykład wartość estetyczna czy sakralna);
 - II. pewnego rodzaju **zręczność, umiejętność** czy sposób robienia czegoś, szczególnie coś, czego trzeba się nauczyć, poziom umiejętności czy zestawu umiejętności, które posiada dana osoba, sztukę, jak technika w sztuce walki;

² Tamże, s. 14.

³ Szersza analiza terminu technika por. R. Lizut, *Filozofia techniki: problematyka, nurty, trudności*; http://www.sapientiokracja.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=87:filozofia-techniki-problematyka-nurty-trudnoci&catid=40:rafa-lizut&Itemid=68.

- III. **sposób** (metodę) wytwarzania czegoś, zwłaszcza gdy następuje przetwarzanie surowców i energii i gdy w grę wchodzi procesy przemysłowe, technika wytopu żelaza;
- IV. **wiedzę** techniczną, tj. reguły działań technicznych, o naukowych czy przemysłowych metodach czy korzystanie z tych metod – ten rodzaj wiedzy, który nauczany jest na politechnikach;
- V. materialne **środki** do wytwarzania czegoś, surowce jak surówka hutnicza;
- VI. **Dziedzina kultury**, a dokładniej jej materialnej części. Zakresowo element ten pokrywa się z punktem (i) – tu również chodzi artefakty techniczne i ich systemy, natomiast inny jest aspekt – nie rozpatrujemy ich jako przedmioty same w sobie, ale jako wynik działalności człowieka, a jednocześnie mający wpływ na niego i inne dziedziny kultury.

Należy także zauważyć ponadto, iż oba terminy mogą być rozumiane na sposób kolektywny i dystrybutywny. Mówiąc „nauka” możemy mieć bowiem na myśli albo pewną całość bez wnikania w wewnętrzną strukturę zbioru (w tym sensie mówimy o nauce jako dziedzinie kultury) albo też zbiory utworzone z wyodrębnionych elementów tej całości, np. teorię, dyscyplinę, proces poznawczy, metodę itd. Mówiąc zaś „technika”, również możemy mieć na myśli bądź całość (jako dziedzinę kultury lub jego element), bądź zbiór w sensie dystrybutywnym złożony z desygnatów nazwy „technika”, np. zbiór artefaktów, zbiór metod produkcyjnych itd. Zauważmy ponadto, że odróżnienie kolektywne/dystrybutywne pojawia się na różnych poziomach. Np. zbiór artefaktów można ponownie traktować kolektywnie bez wnikania w jego strukturę, a można w nim wyróżnić artefakty określonych typów, np. komputery, maszyny do szycia, samoloty itd. Analogicznie można postąpić np. ze zbiorem teorii naukowych, metod czy instytucji. Precyzyjne wyróżnienie typu desygnatów i sposobu rozumienia nazw jest niezbędne, jeśli chce się odpowiedzieć na inne ważne pytania, w tym o relację nauki do techniki.

2. RELACJE MIĘDZY NAUKĄ I TECHNIKĄ

By odpowiedzieć na pytanie o relacje między nauką i techniką należy dookreślić nie tylko rozumienie desygnatu, ale też aspekt, w jakim odpowiadamy na pytanie. Metodologia wyróżnia następujące typy relacji między naukami: (1) podmiotowo-motywacyjne, gdy **wiedza** z danej dyscypliny (np. pojawiające się problemy) staje się dla uczonego **motywem** uprawiania innej nauki; (2) przedmiotowe: (a) genetyczne, gdy jedna nauka **poprzedza** i **umożliwia** drugą (rozpatrujemy, która nauka pojawiła się historycznie wcześniej czy była wcześniejszym etapem innej) lub jest **źródłem problematyki** lub metod (gdy badamy, która nauka kształtuje przyczynowo inną); (b) strukturalne, gdy **budowanie** jednej nauki **zakłada tezy** innej. Dzieje się tak w kilku przypadkach: jedna nauka stanowi meta-naukę innej (np. metodologia fizyki i fizyka); jedna nauka **używa wyników** innej nauki do otrzymywania własnych (np. inżynieria i fizyka); wreszcie możliwe jest, że jedna nauka jest **implikowana** przez drugą, tzn. tworzy jej **bazę zewnętrzną** (np. metafizyka należy do

bazy zewnętrznej fizyki); (c) funkcjonalne, gdy jedna nauka wykorzystuje **aparaturę pojęciową czy instrumentarium** innej nauki, lub też **uzasadnienie** jej własnych tez należy do innej nauki.

Mutatis mutandis powyższe rozróżnienia metodologiczne można zastosować do analizy relacji między nauką i techniką, przy czym nie chodzi tu o zależności podmiotowo-motywacyjne, jako że ich badanie należy do psychologii, ale o zależności przedmiotowe.

W aspekcie zależności genetycznych możliwe są cztery relacje między wymienionymi dyscyplinami: (a) nauka jest źródłem techniki; (b) technika „stworzyła” naukę; (c) nauka i technika mają swe własne źródła i rozwijają się niezależnie od siebie; (d) nauka i technika – nawet jeśli wcześniej rozwijały się niezależnie od siebie – obecnie są dla siebie nawzajem źródłem, co owocuje tym, że nie istnieją już jako osobne dziedziny kultury, ale tworzą jeden system, tzw. system naukowo-techniczny. Terminy „nauka” i „technika” są tu używane w znaczeniu „wiedza naukowa”, „wiedza techniczna” i „materialne wytwory techniczne”. Która z tych zależności faktycznie zachodzi? Nawet jeśli odrzucimy jako fałszywą tezę o niezależności nauki i techniki, odpowiedź na to pytanie wymaga zastosowania opisanego wcześniej rozróżnienia na podejście kolektywne i dystrybutywne do nauki i techniki. Uzyskujemy bowiem inną odpowiedź, gdy pytamy o naukę i technikę rozumianą jako całość, a inne gdy rozważamy ich poszczególne elementy. Z jednej strony można stwierdzić, że technika była historycznie pierwsza od nauki, więc ją umożliwiła, chociażby dlatego, że dostarczając efektywnych środków do życia dała ludziom wolny czas na teoretyczne rozważania. Z drugiej strony można podać wiele przykładów, gdy to nauka – a dokładniej teoria dotycząca jakiegoś zjawiska – pozwoliła skonstruować artefakt techniczny, który działał na podstawie owej teorii. Obydwa stanowiska dotyczą genetycznych relacji między techniką i nauką i są historycznie prawdziwe, co pozornie prowadzi do przyjęcia dwóch sprzecznych ze sobą tez – że technika jest pierwotna wobec nauki i że nauka jest pierwotna wobec techniki. Ta pozorna sprzeczność wynika właśnie z użycia dwóch różnych rozumień ‘nauka’ i ‘technika’ – raz jest to podejście kolektywne (technika jako całość zaistniała wcześniej od nauki jako całości), i dotyczy całości nauki i całości techniki, a raz dystrybutywne (konkretna nauka poprzedziła konkretną technikę), czyli dotyczy poszczególnych ich elementów. Dlatego ważne jest wyraźne określenie, w jakim rozumieniu używamy ‘nauka’ i ‘technika’.

Traktując naukę i technikę na sposób kolektywny, nie da się obronić tezy, że historycznie nauka poprzedzała technikę, gdyż człowiek używał narzędzi dużo wcześniej niż uprawiał naukę. Przy całościowym ujęciu nauki i techniki nie da się również stwierdzić, iż któraś z tych dziedzin była dla drugiej źródłem problematyki czy metod. Należy natomiast wyraźnie podkreślić, że czym innym jest badanie nauki i techniki jako pochodzących od autora o określonej profesji (na przykład, że filozof Archimedes wymyślał narzędzia i maszyny techniczne), a czym innym posiadania źródła w idei, gdy jakaś idea w nauce dała początek jakiejś technice lub też określona technika dała początek lub umożliwiła jakąś naukę. Będziemy tutaj rozumieli relacje nauka-technika na ten drugi sposób. Podejście kolektywne nie jest też właściwe dla analizy aspektu strukturalnego czy funkcjonalnego, z tych samych powodów co dla aspektu genetycznego. Tym

bardziej nie można traktować jednej dziedziny kolektywnie a drugiej dystrybucywnie. Prawdziwa złożoność kwestii relacji nauka-technika ujawnia się bowiem dopiero przy podejściu dystrybucywnym, gdy analizujemy przypadki poszczególnych nauk i artefaktów technicznych. Dla zobrazowania zagadnienia wymieńmy kilka z możliwych przypadków. Takie nauki jak matematyka i logika są źródłem techniki w przypadku współczesnych komputerów, poprzedzając je historycznie, jak i przyczynowo (są źródłem problemów i metod). Technika w postaci mikroskopu umożliwiła mikrobiologię, w postaci batyskafu oceanografię czy sondy kosmicznej selenofizykę etc. Natomiast system naukowo-techniczny wydaje się być właściwym modelem współczesnych relacji między nauką i techniką. Wskazuje się w nim na sprzężenie zwrotne między nimi, swobodną dialektykę, jak na przykład w nowoczesnej chemii materiałów, gdzie podstawy teoretyczne są bodźcem do tworzenia nowych materiałów, które po wytworzeniu ukazują nieprzewidywane właściwości i są podstawą do dalszych badań i pomysłów naukowców.

Można też rozpatrywać relacje między nauką i techniką w aspekcie strukturalnym. Spośród wymienionych wyżej przypadków strukturalnych zależności między naukami do relacji nauka-technika można zaaplikować tylko jeden, a mianowicie ten, gdy jedna nauka wykorzystuje tezy innej do budowy własnych. Popularne ujęcie techniki głosi bowiem, że co najmniej współcześnie technika to nauka stosowana (ang. *applied science*) (M. Bunge). W dużym uproszczeniu głosi, że nauka dostarcza pomysłów, a technika jest realizacją tych pomysłów. Technika, będąc nauką stosowaną, wymaga więc nauki jako prerekwizytu dla swojego zaistnienia.

W aspekcie funkcjonalnym głosi się natomiast, że to technika umożliwia uprawianie nauki, bo nie tylko tworzy instrumenty badawcze, ale pozwala generować zjawiska niewystępujące w przyrodzie, co umożliwia stawianie nowych problemów teoretycznych (H. Lacey). To ostatnie twierdzenie jest jednakże uzasadnione jedynie przy wąskim rozumieniu nauki jako *science*, gdy przez naukę rozumie się tylko nauki przyrodnicze. Trudno choćby filozofię uznać za istotowo uzależnioną od urządzeń technicznych, choć oczywiście jakiś gatunek urządzeń może stać się przedmiotem analizy filozoficznej i w ten sposób zapoczątkować jej nowy dział, jak to się stało np. w przypadku etyki komputerowej. Jest to jednak zależność genetyczna, a nie funkcjonalna. Twierdzi się też, że istnieje sprzężenie zwrotne między nauką i techniką, czego rezultatem jest technonauka (system naukowo-techniczny). W myśl tego poglądu nauka wykorzystuje technikę (artefakty, tezy, założenia) do swojego rozwoju, a technika naukę do tego stopnia, że w kwestii postępu nie sposób jest odróżnić naukę od techniki (E. Agazzi). Także i w tym przypadku termin nauka denotuje nauki przyrodnicze.

3. RELACJA NAUKI I TECHNIKI DO SPOŁECZEŃSTWA

Twierdzenie, że nauka i technika stanowią istotny element struktury społecznej nie wymaga argumentacji. Jednakże już kwestia, jak wpływają one na rozwój społeczny i jakie czynniki – i w jaki sposób – determinują kierunek rozwoju stanowi przedmiot kontrowersji. Rozważa się tutaj zależności quasi-przyczynowe. Relacja nauka i technika

a społeczeństwo widziana jest trojako: (a) nauka i technika wyznaczają kierunek rozwoju i strukturę społeczeństwa; (b) społeczeństwo determinuje naukę i technikę; (c) są w relacji sprzężenia zwrotnego.

(a) W pierwszym przypadku głosi się tezę zwaną determinizmem technicznym, zgodnie z którą technika rozwija się na mocy wewnętrznych mechanizmów (autonomia techniki) i w ten sposób wymusza kierunek rozwoju społeczeństwa, a nawet jego strukturę (społeczeństwo może jedynie przyspieszyć albo spowolnić rozwój techniki) (T. Veblen, C. Ayres, J. Dewey). Jako przykład tego typu determinowania może posłużyć tzw. społeczeństwo informacyjne, gdzie wynalezienie technik komputerowych wymusza przystosowanie się struktur państwowych oraz przekształca osobiste działania na tzw. e-działania (mamy e-edukację, e-administrację, e-pracę itd). Tak rozumiana technika będzie ważniejsza zarówno od nauki (nauka będzie o tyle miała rację bytu, o ile przyspieszała będzie rozwój techniki), jak i od społeczeństwa – społeczeństwo będzie tak się organizować, by umożliwić jak najszybszy rozwój techniki (kierunek wyznacza sama technika). Twierdzi się też (Langdon Winner), że samym swym istnieniem technika wymusza pewien rodzaj relacji społecznych, i określonych relacji wymaga do swego zaistnienia. Na przykład w elektrowni atomowej i jej okolicach musi panować coś na wzór państwa policyjnego, z kontrolami, przepustkami i ustalonym wyraźnie łańcuchem dowodzenia; rządy demokratyczne nie sprawdzają się w takich placówkach. Jeżeli chcemy mieć taką elektrownię, to musimy się zgodzić na określony system relacji społecznych.

Podobne twierdzenia można znaleźć w odniesieniu do nauki. Jej rozwój rzekomo ma wyprowadzić ludzkość z czasów zacofanych (wedle A. Comte'a z etapu czasów teologicznego i metafizycznego) i doprowadzić do przeznaczenia – ostatecznego systemu społecznego opartego na nauce. Dotyczy to również marksistowskiego tzw. naukowego socjalizmu, gdzie życie społeczne miały organizować nauki fizykałne i społeczne. Mówi się też o konieczności naukowego zarządzania różnymi elementami struktury społecznej, w tym rządzenia państwem. Tendencja ta niebezpośrednio pojawiła się już u Platona, gdzie miał nim rządzić król-filozof (naukowiec), bezpośrednio natomiast w czasach socjalizmu, gdzie państwo miało być rządzone naukowo, a obecnie w tzw. technokracji, czyli rządach ekspertów, specjalistów i techników, w odróżnieniu do demokracji (władzy ludu) czy plutokracji (rządów bogatych).

(b) Istnieje też szereg poglądów głoszących, iż nauka i techniki są determinowane przez społeczeństwo. Głoszą one, że określona nauka i technika, rzecz by można, dobrze rozwijają się i funkcjonują w pewnym rodzaju relacji społecznych, czy wręcz nie rozwinęłyby się w innych. D. Pepper twierdzi, że „techniki tak odmienne jak lampa Davy'ego, rolnictwo *zielonej rewolucji* czy IT zostały stworzone przez biznes kapitalistyczny i przemysł specjalnie po to, by służyły akumulacji kapitału, tak jakby nie mogły się rozwinąć w społeczeństwie niekapitalistycznym”⁴. Odnosząc się do kwestii techniki mówi się, że projekty wymagające dużych poświęceń ze strony ludności – jak sztuczne zbiorniki wodne – łatwiej realizować w państwach totalitarnych, podczas gdy państwa

⁴ D. Pepper, *Modern Environmentalism* [tłum. R.L.] London: Routledge, 1996, s. 93

demokratyczne łącznie są ze zdecentralizowanymi, samowystarczalnymi systemami, jak elektrownia słoneczna czy przydomowa oczyszczalnia ścieków (L. Winner). Skrajne poglądy głoszą, że społeczeństwo determinuje, jaką naukę czy technikę chce wytworzyć i używać, a nawet że można wskazać, które siły społeczne kształtują poszczególne nauki i techniki. Głosi się, że decyzje o udostępnianiu szerokiej publiczności wiedzy czy artefaktów, jak i kierunki rozwoju nauki i techniki, są decyzjami polityczno-ekonomicznymi, a nie naukowymi czy technicznymi. Jako przykład podać można feministyczną filozofię techniki głoszącą, że obecne wytwory nauki i techniki są przesycane męskim dążeniem do dominacji, wojen i przemocy, natomiast gdyby kobiety przejęły inicjatywę, świat byłby bardziej postrzegany nie jako coś do zdobycia, ale do kochania, opiekiowania się etc. (ruch ekofeminizmu)

c) Relacja nauka-technika-społeczeństwo widziana jest jako sprzężenie zwrotne. Zarówno nauka jak i technika są elementami kultury, produktem społeczeństwa. Społeczeństwo natomiast jest przekształcane przez naukę i technikę, co z kolei umożliwia ich dalszy postęp. Podejście to znajduje swój wyraz w niektórych koncepcjach tzw. społeczeństwa informacyjnego, zgodnie z którymi wraz z rozwojem urządzeń informatyczno-komunikacyjnych technika organizuje społeczeństwo, zmieniając działania na e-działania (e-praca, e-rozrywka), a jednocześnie społeczeństwo kształtuje owe techniki tak, by nadawały się do formułowania życia społecznego – e-urzędy mają być przyjazne dla ludzi o różnym stopniu wiedzy technicznej i sprawności fizycznej.

4. MIEJSCE NAUKI I TECHNIKI W KULTURZE

Zaprezentowane wyżej podejścia tylko sygnalizują złożoność problemu zależności triady nauka – technika – społeczeństwo. W zależności od przyjętych założeń paleta możliwych rozwiązań rozciąga się od całkowitego kształtowania społeczeństwa i życia człowieka tak, by nauka i technika mogły się w nim odpowiednio rozwijać, aż po tezy głoszące, że to społeczeństwo całkowicie modeluje użycie i rozwój nauki i techniki na drodze decyzji politycznych czy ekonomicznych. Należy jednakże zauważyć, że w każdym przypadku nauka i technika są uznane za ważny element życia osobistego i społecznego. Są one – a w szczególności technika – naturalnym środowiskiem życia człowieka. Nawet ci, którzy wybierają życie „bliżej natury”, mieszkają w wybudowanych domach, wyposażonych w przedmioty wytworzone ręką ludzką lub maszyną. To sama natura wymusiła na nas tworzenie takich sztucznych, a dla nas naturalnych środowisk. Brak futra wymaga uregulowania naszej gospodarki cieplnej; brak pazurów i kłów wymusza stosowanie czegoś w zamian. Dla człowieka tworzenie sztucznego, składającego się z artefaktów, środowiska jest więc czymś naturalnym. Powrót do stanu pierwotnego, sprzed narzędzi etc., nie jest możliwy ani nawet pożądanym, gdyż zapewne w takim przypadku ludzkość szybko by wyginęła. Rodzi się więc pytanie, skoro dla człowieka jest naturalnym i dobrym tworzyć sztuczne środowisko i technikę, dlaczego jest tyle utyskiwań na nie? Dlaczego J.J. Rousseau w przeszłości, a obecnie neo-luddyści i tzw. ruchy ekologiczne nawołują do odejścia od techniki? Dlaczego rozwój naukowy i techniczny widzi

się nie tylko jako szansę, ale też jako zagrożenie? Najwyraźniej pojawiła się świadomość, że współczesny kierunek tego rozwoju nie jest właściwy. Evandro Agazzi twierdzi, iż rozwój nauki i techniki „nie jest procesem automatycznym. Jest dokonywany przez istoty ludzkie, a więc jest *w zasadzie* podatny na celowe ukierunkowanie i sterowanie. Jednak jeśli nawet odrzucimy przeświadczenie, że nauka i technika są złe z natury, pozostaje problem zgrania ich naturalnego wzrostu z eliminacją negatywnych skutków, a nawet ze wspieraniem różnorodnych wartości humanistycznych. Znalezienie rozwiązania tego problemu może być postrzegane jako największe wyzwanie naszych czasów”⁵. Wydaje się więc, że nie chodzi tu o fakt istnienia i rozwoju nauki i techniki, ale raczej o ich wybór oraz o znalezienie dla nich właściwego miejsca w kulturze. Rozwiązaniem problemów byłoby więc wskazanie właściwej nauki i techniki oraz właściwych norm, które powinny wyznaczać kierunku ich rozwoju. Co jednak znaczy „właściwej”? Właściwej dla kogo/ dla czego? Kto i na jakiej podstawie ma rozstrzygać, jaka nauka i technika jest właściwa? Jakie są kryteria sprawdzania, czy nie było błędu przy takim rozstrzygnięciu? Aby uniknąć arbitralnej odpowiedzi na te i podobne pytania, potrzebujemy jakiejś nauki, która będzie traktowała o człowieku, jego miejscu na świecie i tego, co jest dla niego dobre, a jednocześnie będzie spełniała warunki naukowości (niesprzeczność, empiryczność, racjonalnie uzasadniona, intersubiektywnie komunikowalna itd.). Dlaczego taka? Ponieważ odpowiedź na pytanie „jaka nauka i technika będą właściwe?” będzie inna gdy człowieka rozumiemy jako jeden z elementów przyrody, który tak się rozrósł, że stanowi chorobę na tkance natury, a inna, gdy człowieka potraktujemy jako pana i władcę Ziemi, który ma za jej pomocą spełniać swoje zachcianki, a inaczej, gdy człowiek ma być istotą rozumną, która co prawda jest nadrzędna wobec wszystkiego innego na świecie, ale roztropnie tym zarządza jak gospodarz, który nie sprzedaje wszystkiego co ma, by mieć na raz dużo gotówki i robić to, co chce, tylko wstaje skoro świt, by zapewnić odpowiednie warunki znajdującym się pod jego opieką zwierzętom, nawet gdy źle się czuje czy chciałby robić coś innego.

Nie ma takiej nauki wśród nauk *science* ani wśród nauk technicznych, które powiedziałyby w sposób spełniający kryteria naukowości, w którą stronę powinniśmy naukę i technikę kierować, i czemu ostatecznie mają służyć. Pokazały one – a w szczególności technika – że idąc „samopas” potrafią zniszczyć nie tylko wszystko wkoło, ale i siebie. Zanieczyszczone i zniszczone obszary po kopalniach czy eksperymentach nuklearnych są budzącą groźbę ilustracją prawdziwości tego ostatniego twierdzenia. Nie tylko nie może tam żyć i rozwijać się człowiek czy przyroda, ale także sama technika i nauka. Twierdzi się, że gatunkowo nauka i technika mogą być wykorzystane do dobrych i do złych celów. Na to zgadzają się i laicy, i technicy, i naukowcy. Jednakże bez kryterium pozwalającego rozstrzygnąć, co jest dobre a co złe, wypowiadając to samo, mogą mieć coś zupełnie innego na myśli. Przy różnicy zdań dotyczącej tego samego przedmiotu musi być sposób rozstrzygnięcia. Jeżeli nie są to rozwinięcia nawiązujące do rzeczywistości, oparte na założeniu inteligibilności świata i miejsca człowieka w nim, pozostają

⁵ E. Agazzi, *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, z ang. tłum. E. Kałuszyńska, Warszawa: Oficyna Akademicka OAK 1997, s. 3.

rozstrzygnięcia siłowe. A nauka i technika są naturalną odpowiedzią, jeżeli chcemy użyć siły. Wchodzimy wtedy w błędne koło – kierunek rozwoju nauki i techniki dyktowany jest posiadaniem bardziej rozwiniętej nauki i techniki. Człowiek jest tylko trybikiem działającym na rzecz tego rozwoju. Cóż jednak zrobić, żeby mieć maszynę z trybikami, a nie być w niej trybikiem? Trzeba wkomponować pozatechniczne zasady oceniania kim jest człowiek, czym jest jego rozwój, co jest dla niego dobre a co złe. Te zagadnienia są zagadnieniami typowo filozoficznymi. Rugując nauki filozoficzne, czy szerzej, humanistyczne, poza obszar naukowości podcinamy gałąź, na której siedzimy: człowiek poszukuje racjonalnej odpowiedzi na pytanie o sens życia i bez odpowiedzi na nie nauka i technika nie uzyskają fundamentów w kulturze. Wyeliminowanie filozofii zagraża więc ostatecznie i nauce i technice.

Podsumowując powyższe rozważania, można przyznać co najmniej tyle, że rozwój czy regres nauki i techniki nie odbywają się automatycznie – są one sprawą świadomych wyborów, nawet jeżeli pozornie wydaje się, że jedyne co możemy zrobić to czekać, co nauka i technika nam przyniesie. Wbrew temu co pokazują podręczniki nauki i techniki, droga, po której kroczą obie dziedziny, nie prowadzi w sposób konieczny od gorszych-słabiej rozwiniętych do lepszych-mocniej rozwiniętych teorii czy artefaktów. Bo czy można nazwać postępek nauki i techniki kieszonkowe urządzenie do zgładzenia wszystkich ludzi na Ziemi i przeprowadzenie eksperymentu, by sprawdzić jak działa? Z czysto technicznego punktu widzenia będzie to rzeczywiście postęp techniczny (w miniaturyzacji, bo istniejący arsenał bomb atomowych już do zgładzenia całej ludzkości wystarczy), lecz intuicja nie pozwala przyjąć tego jako postępu człowieka niezależnie od tego, że niektórzy głosić będą tezę, że wszystko można użyć do dobrych i złych celów. Dlaczego miałbym nie użyć takiego urządzenia, gdy zechce mi się rozstać ze światem, a mam ochotę zrobić to spektakularnie? Przecież ja tak chce, i technicznie mogę. Odpowiedź na takie pytania leży poza nauką rozumianą jako *science* i techniką, i tylko takie pytania odróżnią mnożenie techniki i nauki od rozwoju. A człowiek i jako twórca, i jako użytkownik, i jako ten, na którego nauka i technika oddziałuje, ma przed sobą ogromne zadanie ujarzmania nauki i techniki, by – korzystając z analogii jeździeckiej – nie poniosła nas, a powiozła w stronę lepszej przyszłości.

Bibliografia

- Agazzi E., *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, z ang. tłum. E. Kałuszyńska Warszawa: Oficyna Akademicka OAK 1997.
- Kamiński S., *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, wyd. IV poprawione, red. A. Bronk, Lublin: TNKUL 1992.
- Lizut R., *Filozofia techniki: problematyka, nurty, trudności*; w: http://www.sapientiokracja.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=87:filozofia-techniki-problematyka-nurty-trudnoci&catid=40:rafa-lizut&Itemid=68.
- Pepper D., *Modern Environmentalism*, tłum. R. Lizut, London: Routledge 1997.

ZBIGNIEW WRÓBLEWSKI

NAUKA I KULTURA

Przywołane w tytule dwie dziedziny aktywności człowieka – nauka i kultura – wchodzi z sobą w różnorakie interakcje. Najogólniej można powiedzieć, że kultura stanowi „środowisko naturalne” dla nauki, które jest systematycznie zmieniane dzięki nauce. Nauka pełni funkcję kulturotwórczą, kultura zaś dostarcza klimatu intelektualnego, w którym można uprawiać naukę. Żyjemy na co dzień w kulturze, która w wielu dziedzinach jest zdominowana nauką, przez nią inspirowana, kształtowana przez wynalazki techniczne. Proces uspołecznienia dokonuje się także przez wdrożenie w system edukacyjny, ściśle związany z systemem nauki. Trudno wskazać dziedzinę kultury, która byłaby wolna od jakiegóż formy wpływu nauki. Stan ten jest zwykle oceniany pozytywnie, chociaż pojawiają się głosy krytyki, wskazujące na pewne negatywne tendencje supremacji nauki. Tej krytyce przyjrzymy się bliżej.

KRYTYKA NAUKI I TECHNIKI

W historii daje się wyodrębnić kilka nurtów krytyki nauki i techniki, które z wielkimi modyfikacjami są powtarzane do czasów współczesnych. Punktem wyjścia owych krytyk jest założenie o dominującej roli nauki i techniki w kulturze zachodniej oraz o ich negatywnym wpływie na system człowiek – kultura – przyroda¹.

Współcześnie przywoływane są klasyczne wątki krytyki nauki, ujmowanej w perspektywie kulturowej (społecznej), wzbogaconej o rozważania z zakresu języka, metod i celu nauki. Odwołują się tutaj do tradycji metanaukowej wywodzącej się z nurtu

¹ Elementy krytyki są zaczerpnięte z artykułu: Z. Wróblewski Z., *Zarys metodologicznej charakterystyki filozofii ekologicznej*, „Roczniki Filozoficzne” 1999, R. XLVII, z. 3, s. 151–183.

antypozytywistycznego, antyscjentystycznego, antymaksymalistycznego. Wyróżnienie kulturowej perspektywy w ujęciu nauki ma na celu pełniejsze wydobywanie interakcji, w jakiej ona wchodzi z innymi dziedzinami wiedzy i dziedzinami aktywności ludzkiej (technika, przemysł, polityka).

Nauka jako zjawisko kulturowe charakteryzuje się:

- i. supremacją w kulturze, generującą negatywne skutki: „odczarowanie świata”, „fragmentaryzację życia”, „krótkowzroczność ekologiczną” (T. Roszak); nauka, stając się wartością samą w sobie i zdobywając supremację w kulturze, oderwała się od człowieka i niszczy wartości humanistyczne;
- ii. rozwojem wyprzedzającym znacznie rozwój duchowy i moralny człowieka; występuje brak zharmonizowania rozwoju nauki z innymi dziedzinami kultury, co hamuje wszechstronny rozwój człowieka;
- iii. rosnącą i dominującą rolą nauki, której sprzyja rozwój technologiczny;
- iv. zdominowaniem kontaktu człowieka przemysłowego z rzeczywistością; towarzyszy temu kult ekspertów: tylko eksperci upoważnieni są do podejmowania decyzji (scjentyzm)².

Krytyka nauki w perspektywie kulturowej jest wzmocniona ze strony krytyki epistemologiczno-metodologicznej. Wykorzystywany jest do tego dorobek tzw. nowej filozofii nauki, mający antypozytywistyczny i antyfundamentalistyczny wydźwięk. W świetle nowej filozofii nauki wiedza naukowa jest ugruntowana na fundamentach, które nie wytrzymują maksymalistycznych ambicji w niej pokładanych; nie charakteryzuje się jej już przy pomocy kategorii: obiektywność, racjonalność, prawdziwość.

Przedmiotem krytyki w tym ujęciu czyni się określony paradygmat nauki w sensie kuhnowskim; krytyce poddaje się paradygmat nauki kartezjańsko-newtonowskiej; hasłowo krytykowany model nauki określano jako mechanistyczny, redukcjonistyczny, analityczny. Przedmiotowymi przykładami teorii tworzonych w ramach tego paradygmatu nauki jest mechanika klasyczna, darwinizm, socjobiologia, psychoanaliza³.

Restytuowane są stanowiska z filozofii nauki, kwestionujące racjonalność naukową, traktowaną jako paradygmat racjonalności w ogóle (chodzi tutaj o zasady metodologiczne, które są wzorem dla całej wiedzy i posiadają charakter ahistoryczny). Problematyczność ambicji ustanowienia jednego typu racjonalności jest wydobywana szczególnie w sytuacji załamania się pozytywistycznego modelu poznania naukowego; podkreśla się wielość racjonalizmów i ich ograniczeń. Przedstawiciele tzw. nowej filozofii nauki

² Powtarzane są w tym kontekście zwłaszcza poglądy M. Heideggera, E. Husserla.

³ H. Jonas stawia następującą diagnozę: zakłócenie symbiotycznej równowagi przez człowieka wynika z emancypacji rozumu – od intelektu kontemplatywnego do intelektu agresywnego i manipulacyjnego, który jest „wyhodowany przez nowożytną naukę i przeznaczony do zawiadywania rzeczami, konfrontuje się z naturą nie tylko myślowo, lecz także przez działania o zasięgu nie dającym się pogodzić z nieświadomym funkcjonowaniem całości”. Por. H. Jonas, *Zasada odpowiedzialności. Etyka dla cywilizacji technologicznej*, Kraków 1996, s. 253.

(T. Kuhn, I. Lakatos, P. Feyerabend, S. Toulmin) wszechstronnie pokazali uproszczenia (neo)pozytywistycznego racjonalizmu: zmienność dotyczy nie tylko teorii naukowych, ale także metod naukowych, celów i wartości naukowych. Postulują szersze ujmowanie racjonalności nauki, zawierającej także kryteria oceny rezultatów nauki w kontekście społecznym, antropologicznym i ekologicznym, a nie tylko ujmowania tej racjonalności poprzez ramy racjonalności wewnętrznej (zasady metodologiczne i poznawcze nauki). Przywoływana jest także epistemologia feministyczna, w której podkreśla się braki nauki i epistemologii uwarunkowane dominacją mężczyzn w tych dziedzinach wiedzy.

W bazie zewnętrznej nauki podkreślano udział szeregu założeń filozoficznych, np. celem nauki jest podbój przyrody, zdobycie władzy nad przyrodą, eksploatacja natury, „torturowanie natury”; na płaszczyźnie psychologicznej (postawa naukowca) przejawiało się to w lęku przed naturą, chęcią jej zdominowania.

Rezultatem rewolucji metanaukowej są m.in. postulaty tworzenia alternatywnego paradygmatu nauki określanego: „paradygmatem wyobraźni”, „nową gnozą”⁴, „systemowym paradygmatem nauki”. Symptodem narodzin nowego paradygmatu jest wzrost zainteresowania paranauką (parapsychologia), badaniami nad relacjami między nauką i mistyką⁵. Prekursorami nowej postawy w nauce są: W. Goethe, R. Steiner, P.T. de Chardin, E. Fromm, V.E. Frankl, A.M. Maslov, C. Rogers, D. Bohm, R. Abraham, R. Sheldrake, I. Prigogine, L. von Bertalanffy, T. Blacburn, A. Gestler. Preferowana nowa postawa w nauce charakteryzowana jest ogólnie jako: całościowa (holistyczna), strukturalna, kontekstowa i ujmująca wieloaspektowo zjawiska.

Można wyodrębnić w krytyce nauki osobny nurt, dotyczący krytyki przedmiotowych teorii nauki. Pozytywnie są przywoływane teorie z zakresu tzw. nowej fizyki, które mają prezentować proekologiczne obrazy świata, a także nowe teorie biologiczne i chemiczne. W tym kontekście przywołuje się nazwiska największych fizyków XX wieku: A. Einsteina, M. Plancka, N. Bohra, E. Schrödingera, D. Bohma, W. Heisenberga, J.A. Wheelera; biologów: L. von Bertalanffy, R. Sheldrake; chemika I. Prigogine. Negatywnie ocenia się m.in. takie teorie, jak: mechanika klasyczna, biologia molekularna, teoria ewolucji (w wersji K. Darwina).

We współczesnej filozofii nauki odnotowuje się, w obliczu załamania się neutralnego modelu nauki, próby sformułowania etosu nauki przekraczającego tradycyjne ramy, na które składałyby się następujące normy: bezinteresowności, obiektywności, krytycy-

⁴ Propagator uprawiania nauki na wzór gnozy T. Roszak pisze: „nauka musi nauczyć się kontemplować naturę «nie jako niezależną sferę rzeczywistości, lecz jako lustro odbijające wyższą rzeczywistość, jako panoramę symboli, które przemawiają do nas i są dla nas zrozumiałe» [...] zadanie to polega na stworzeniu nauki w oparciu o rapsodyczny intelekt”. Por. *Nauka stworzona przez rapsodyczny intelekt*, „Literatura na świecie” 1982, nr 4–5, s. 254.

⁵ W badaniach tych przywołuje się najczęściej D. Bohma (patrz: wywiady przeprowadzone z nim przez R. Weber, zamieszczone w pracy R. Weber, *Poszukiwanie jedności. Nauka i mistyka*, Warszawa 1990); F. Capra, *Tao fizyki. W poszukiwaniu podobieństw między fizyką współczesną a mistycyzmem Wschodu*, Kraków 1994.

zmu, intersubiektywności. Etos tak pomyślany jest niewystarczający, bo wyznaczony przez racjonalność wewnętrzną nauki – „etos naukowca to jego metodologia”. Aktualnie etos ten budowany jest przez racjonalność nauki, poszerzoną o kryteria ocen rezultatów nauki funkcjonujących w świecie. Odpowiedzialność w ramach tego etosu jest zmodyfikowana: przedmiot odpowiedzialności obejmuje także skutki upowszechnienia nauki (a więc także odpowiedzialność prewencyjna), podmiotem odpowiedzialności zaś stają się także instytucje naukowe, a nie tylko pojedynczy naukowcy.

Postęp technologiczny sprzężony z postępem naukowym jest traktowany jako podstawowa determinanta cywilizacji zachodniej (zwanej także z tego powodu cywilizacją naukowo-techniczną). Zagrożenia, jakie niesie on ze sobą, były w historii filozofii odnotowane już XVIII wieku (J.J. Rousseau).

W kontekście krytyki nauki i kultury zdominowanej przez naukę pojawia się bardzo często problem krytyki techniki jako nauki stosowanej. Podejmowane wątki krytyki techniki, dotyczą głównie negatywnych skutków oddziaływania systemu technicznego na środowisko przyrodnicze i negatywne zjawiska, jakie powstają na styku technika – kultura oraz technika – człowiek. Analogicznie, jak rzecz miała się z aktualizowanymi tendencjami metanaukowymi (ujmowanie nauki w maksymalnie szerokim kontekście), tak i w przypadku techniki, odnawiane są klasyczne krytyki jej istoty, roli i miejsca w kulturze⁶. Na pierwszy plan wysuwają się zagadnienia ostatecznych wytworów procesu technologicznego i ich wpływu na społeczeństwo, kulturę, środowisko przyrodnicze, a nie badania „w technice” i nad jej rozwojem (wynalazczość, projektowanie, planowanie itp.). W tym kontekście przywoływane są nazwiska filozofów takich, jak: F.G. Jünger, J. Ortega y Gasset, J. Ellul, O. Spengler, M. Heidegger, H. Marcuse.

Dominujące ujęcia techniki wywodzą się z tradycyjnej oraz z nowszych tendencji w filozofii techniki. Z tradycyjnej filozofii techniki, koncentrującej się na analizie pojęcia techniki, relacji techniki do człowieka i kultury, przejmuje się pojęcia techniki, w których podkreśla się następujące momenty: technika jest wyrazem ludzkiego dążenia do władzy nad przyrodą i jej eksploatacji (M. Scheler, J. Ellul); technika jest taktyką życia, a nie tylko zbiorem narzędzi (O. Spengler). Przyjmowane są także negatywne oceny wpływu techniki na kulturę (katastrofizm): upowszechnienie techniki w kulturze jest schyłkowym jej stadium. Technika jest ujmowana z perspektywy antropologicznej: źródło natury i rozwoju techniki tkwi w naturze człowieka (w ujęciu metaprzeciwotowym daje to antropologiczną filozofię techniki).

Nowsze ujęcia filozofii techniki charakteryzują się szerszym ujęciem czynników determinujących istotę techniki. Jest ona osadzona w kontekście społecznym, politycznym,

⁶ M. Bunge w następujący sposób ocenia podobne tendencje w filozofii techniki: „Co gorsze, znaczna część literatury przypada na romantyczne białania nad rzekomymi złymi stronami techniki. (Rzecz godna uwagi – tacy pisarze jak: Bierdiajew, Ellul, Heidegger, Marcuse i Habermas nie potrafią odróżnić techniki od jej zastosowań oraz przypisują jej autonomiczne istnienie, i co więcej, władzę nad człowiekiem”. Por. M. Bunge, *Pięć zawiązków technofilozofii, Projektowanie i systemy*, t. III, s. 131.

gospodarczym; uwzględnia się jej ambiwalencję i nieneutralność aksjologiczną (głoszona jest potrzeba wartościowania w technice), wyznacza się nowy zakres odpowiedzialności twórców i użytkowników techniki, adekwatny do jej kontekstowego osadzenia. Przywoływane są w tym kontekście prace przedstawicieli Szkoły Frankfurckiej, przedstawiające technikę jako narzędzie panowania politycznego, czynnik legitymizujący panujący porządek społeczny (H. Marcuse, E. Fromm, J. Habermas).

Próbując krótko przedstawić obraz techniki, który jest poddawany krytyce, należy wskazać na kilka cech. Wśród najczęściej podkreślanych cech współczesnej techniki⁷, które niosą potencjalnie ryzyko, wymienia się: (1) spotęgowaną techniczność, określaną z jednej strony przez zwiększającą się „obcość” techniki pod względem formy i materiału w stosunku do przyrody, z drugiej strony dla użytkowników techniki, jej struktury i procesy przestają być uchwytnie zmysłowo; (2) globalizację techniki, polegającą na ilościowym przyroście systemów techniki, które ogarniając cały glob, powodują niwelację tradycyjnych kultur, unifikację zawodów, programów kształcenia, stylów życia; (3) wzrost potencjału niszczącego techniki w razie jakiegś awarii systemu technicznego.

W zbiorze podstawowych założeń determinujących współczesną naturę techniki wymienia się: (1) ideę natury podporządkowanej człowiekowi, (2) traktowanie natury jako przedmiotu (co było warunkiem stworzenia metody eksperymentalnej w nauce), renesansowe odkrycie natury jako przedmiotu niezależnego od nas, kwantyfikacja przyrody w nauce, (3) traktowanie natury jako wrogiej siły, (4) ideał systematycznych, empirycznych badań nad przyrodą. Obok wymienionych założeń ważną rolę w kształtowaniu się natury współczesnej techniki odegrały ideały społeczne – zwłaszcza utopia postępu materialnego – które zaowocowały relewantną etyką. Do specyficznych wartości tej etyki należą: kontrola, manipulacja, wydajność, konkurencja, reifikacja świata.

KRYTYKA FILOZOFII ZACHODNIEJ

Jeżeli przyjmiemy, że w perspektywie historycznej filozofia była pierwszą wersją (typem) wiedzy naukowej (przy szerokim rozumieniu nazwy „nauka”), dziedziną refleksji racjonalnej, z której wyodrębniły się poszczególne typy nauk (przyrodniczych, humanistycznych, społecznych itd.) oraz aktualnie jest także bazą zewnętrzną nauki, to można potraktować ją jako czynnik poznawczy, który determinował dzieje naszej kultury. Diagnoza negatywnych zjawisk zachodzących w kulturze staje się pośrednio krytyką dominujących nurtów filozoficznych. Z metafizycznego punktu widzenia przyjmuje się, że wspólnym elementem tych filozoficznych inspiracji jest założenie o ścisłych relacjach między filozofią a kulturą (i cywilizacją) – „wpływu” filozofii na kształt kultury. Przyjmuje się milcząco, że ten „wpływ” może polegać na: (1) dostarczaniu przez filozofię zarodków dyscyplin naukowych, które wybiły się na samodzielność (np. matematyka, prawo, ekonomia, psychologia, teologia chrześcijańska), (2) dawaniu podstawy, inspirowaniu prądów myślowych wyrażających stosunek człowieka do siebie samego,

⁷ Por. D. Birnbacher, *Technika*, [w:] *Filozofia. Podstawowe pytania*, dz. cyt., s. 654.

społeczeństwa, przyrody (tutaj często bywa filozofia wykorzystywana jako składnik do budowania ideologii, np. marksizmu, liberalizmu). Historycznie rzecz ujmując, można zauważyć, że to dzieła filozofów kodyfikują prądy myślowe takie, jak renesans, oświecenie, romantyzm, egzystencjalizm, (3) umożliwianiu na płaszczyźnie podmiotowej zaspokojenia potrzeby całościowej wiedzy i podstawowego zorientowania się w świecie, inaczej mówiąc, filozofia jest wykorzystywana do budowania światopoglądu; funkcje te spełnia m.in. filozofia popularna, oferująca ogólne wskazówki jak żyć (niem. *Lebensweisheit*) lub filozofia światopoglądowa.

Negatywnie wpływ filozofii i nauki na kulturę, który pośrednio oddziałuje na przyrodę, widziany jest w:

- i. Wpływie myśli posokratycznej filozofii greckiej, w której byty tworzyły hierarchię z człowiekiem na czele, a świat dostępny zmysłom był mniej lub bardziej zepsutym obrazem prawdziwego bytu; hierarchia bytów przyjmowana w filozofii klasycznej jest negatywnie oceniana, gdyż usprawiedliwia antropocentryzm i wyzysk przyrody, znajdującej się na niższych niż człowiek szczeblach hierarchii bytowej (etyka antropocentryczna).
- ii. Doktrynie judeochrześcijańskiej z jej ideami panowania człowieka nad resztą stworzenia i oddzielenia Boga od stworzenia;
- iii. Bacona i Kartezjusza idei panowania nad przyrodą poprzez racjonalistyczną naukę; zapoznanie prawdy o świecie jako środowisku człowieka, w głównej mierze przyniosła nowożytna filozofia i nauka;
- iv. Mechanistycznej kosmologii Newtona i Kartezjusza; ci dwaj autorzy są traktowani jako twórcy paradygmatycznych kosmologii antyekologicznych, które implikują na płaszczyźnie filozoficznej model świata-maszyny, dualizm materii i ducha, determinizm, redukcjonizm ontologiczny;
- v. Utylitarystycznej koncepcji postępu materialnego i jej wpływu na rozwój techniki;
- vi. Post-darwinowskim obrazie natury, w której zasadniczym prawem jest walka o byt;
- vii. Dualistycznych tendencjach w myśli Zachodu, które daje się przedstawić w parach opozycyjnych pojęć: umysłowość (intelekt, racjonalność) – fizyczność (ciało, natura, materia); ludzkie – nie-ludzkie; człowiek – przyroda; ja – nie-ja; męskie – natura kobieca; wytwór kultury i historii – wytwór naturalny; produkcja – reprodukcja; transcendencja – immanencja; rozum – uczucie.

CHARAKTERYSTYCZNE RYSY „UNAUKOWIONEJ” KULTURY

W zarysowanym planie krytyki nauki i techniki, wyróżniają się pewne momenty krytyczne w rozumieniu stanu współczesnej kultury. Ich uchwycenie umożliwia pełniejsze zrozumienie procesów zachodzących na styku nauka – technika – kultura. Chodzi zatem o uchwycenie tego, co dzieje się „na styku”, a nie wewnątrz nauki (cele wewnętrzne uprawiania nauki – wiarygodna wiedza, obiektywność, racjonalność itp. warunki tworzenia

nauki). „Na styku” nauki pojawiają się zjawiska, które nie zawsze są zamierzone wprost w nauce. Są one rezultatem splotu wielu czynników pozanaukowych (ideologicznych, religijnych, ekonomicznych) albo – inaczej rzecz ujmując – nauka daje impuls, które jest przez te czynniki pozanaukowe wzmacniany. Do tych krytycznych momentów zaliczamy⁸:

1. *Neutralizacja metafizycznego wymiaru natury i człowieka.* Rozwój nowożytnej techniki i nauki uruchomił, zdaniem Jonasa, proces neutralizacji metafizycznej natury i natury człowieka. Skoncentrowanie się na manipulatywnym i materialnym wymiarze natury, które było filozoficznie usprawiedliwiane przez mechanycyzm, naturalizm; wspierane ideologicznie poprzez mit postępu materialnego oraz teologicznie inspirowane przez zwracanie się do Boga z pominięciem przyrody. Zaowocowało to sprzęgnięciem idei z różnych obszarów w wyraźną tendencję kulturową deprecjonowania pozażytecznościowego wymiaru natury. Oczywiście tezę tę można osłabić, wskazując na zróżnicowane spektrum odniesień człowieka do przyrody, np. odniesienia teoretyczne, praktyczne, estetyczne, religijne, moralne, w których przyrodoznawstwo i technika stanowią tylko część możliwości. Ale trudno przecież zaprzeczyć – w tym kierunku idą intencje krytyków – że dominującymi składnikami w naszej nowożytnej i współczesnej kulturze są właśnie wymienione elementy, które zasadniczo wpłynęły na nasz stosunek (ujęty kolektywnie) do natury oraz wpływają na pozostałe odniesienia do przyrody (np. religijne, estetyczne, moralne).
2. *Idea postępu technicznego i naukowego.* Rozwój w tych dziedzinach ma zasięg nieograniczony: ciągle będzie coś do odkrycia i wynalezienia, pomimo ewidentnych sukcesów. Pojawiające się kryzysy teoretyczne w nauce są przewyciężane i trudno jest wskazać na okoliczność, która by była „końcem nauki”⁹. Po stronie naukowej odpowiada temu przekonanie o braku definitywnego stanu natury, bowiem do niej jest tylko dostęp przez nasze teoretyczne, ciągle zmieniające się (rozwijające się) konstrukcje. Bazująca na tym postępie naukowym technika odkrywa ciągle nowe możliwości materii i jej transformacji¹⁰. Postęp naukowy i techniczny nie ma jednak wyraźnie określonego celu, pomimo możliwości wyraźnego wyznaczenia określonych tendencji rozwoju, np. w nauce jest to sformułowanie tzw. Teorii Wszystkiego, w technice – rozwój

⁸ Por. Z. Wróblewski, *Natura i cele. Dyskusja argumentu teleologicznego na rzecz ochrony przyrody*, Lublin 2010, s. 49–53.

⁹ W historii były epizody entuzjastycznego wieszczania końca nauki, w sensie stworzenia teorii wyjaśniającej wszystkie zjawiska (np. mechanika klasyczna), ale doświadczenia kolejnych rewolucji i kryzysów naukowych znacznie wzmocniły przekonanie o praktycznej nieskończoności procesu postępu poznania naukowego. Dzieje się to m.in. dlatego, że powiększa się wciąż dziedzina przedmiotów poznania oraz zmienia się pojęcie wiedzy (nie tylko nauki przyrodnicze są wzorem wiedzy, w przyszłości inne nauki mogą dostarczać wiedzy). Szczegółową argumentację za tym stanowiskiem przedstawia R. Piłat, *Naturalna granica nauki i techniki*, [w:] *Natura i norma. Kontrowersje filozoficzne*, red. Z. Wróblewski, Lublin 2010, s. 67–77.

¹⁰ H. Jonas, *Technik, Medizin und Ethik. Praxis des Prinzips Verantwortung*, Frankfurt am Main 1985, s. 26n.

metod inżynierii genetycznej. Wiąże się to z dialektycznością środków i celów technicznych (nowe środki, nowe możliwości i cele) oraz z faktem, że postęp ten rozkręca spiralę potrzeb naukowo-technicznych. Dodatkowo sprzężenie zwrotne między nauką i techniką tworzy problemy i zadania do wzajemnego rozwiązania w nauce i technice. Ścisły związek postępu naukowo-technicznego ugruntowuje powszechne przekonanie o ciągłym postępie cywilizacyjnym. Jednak w sytuacji braku systematycznej (faktycznej) korelacji postępu naukowo-technicznego z innymi istotnymi obszarami cywilizacji, np. porządkiem prawnym, politycznym, ekonomicznym, moralnym, przekonanie to motywowane jest raczej ideologicznie z silnym akcentem utopijnym i życzeniowym. Dlatego nazywa się je mitem postępu. Implikowany tymi przekonaniem obraz natury charakteryzuje się nieograniczoną otwartością na techniczne interwencje.

3. *Zmiana statusu teorii i praktyki.* Tradycyjne oddzielenie teorii od praktyki zostało w nowożytnych koncepcjach nauki i techniki zakwestionowane¹¹. Wzorem stała się teoria naukowa (przyrodnicza). Jeżeli więc eksplikuje się te dwie kategorie, to bierze się pod uwagę przesunięcie znaczeniowe „teorii”. Przyjmując, że celem nauki i techniki jest opanowywanie przyrody (cele użytecznościowe), akceptuje się jednocześnie, że tradycyjny cel poznania – kontemplacja jest wypierana przez cele użytecznościowe. Teoria naukowa implikuje zastosowania techniczne. Relacja teorii do praktyki ma charakter w dużej mierze podporządkowania wymogom techniki¹². Ścisła relacja między tymi dziedzinami tworzy konieczność niejako drugiej natury. Pierwotna natura determinowała człowieka, był jej podporządkowany. Druga natura, sztuczne środowisko kreowane przez naukę i technikę, rodzi także mechanizmy determinujące: człowiek staje się zależny od drugiej natury¹³. Uwolnienie człowieka od tej zależności może przyjść ze strony teorii, która jest jednocześnie „drugiej naturze” podporządkowana i wciąż ją tworzy. Zależność ta przejawia się w specyficznej władzy nauki, która nie jest w stanie zapanować nad możliwościami praktycznych zastosowań jej rezultatów. Jonas stwierdza, że władza nauki podporządkowuje sobie posiadacza wiedzy i uodparnia go na oceny płynące z zewnętrznego otoczenia nauki, np. z filozofii¹⁴. Tzw. syndrom technologiczny, polegający na uspołecznieniu nauki i podporządkowanie jej społecznym potrzebom, obrazuje dobrze wprzęgnięcie teorii i praktyki w mechanizmy „władzy nad władzą”. Jonas ilustruje to problemem wolnego czasu, który jest rezultatem odciążenia przez systemy techniczne pracy człowieka. Jednak wolny czas stwarza

¹¹ Zmiana statusu teorii jest przez Jonasa przedstawiona w konfrontacji klasycznego pojęcia teorii (Arystotelesa i św. Tomasza) z ujęciem F. Bacona, charakterystycznym dla nowożytnej koncepcji nauki. Por. H. Jonas, *Das Prinzip Leben. Ansätze zu einer philosophischen Biologie*, Frankfurt am Main 1997, s. 313–341.

¹² W filozofii nauki sprawa ta jest szeroko dyskutowana. Teza o takiej zależności zbliża się do stanowiska Szkoły Frankfurckiej, głoszącej prymat „technicznego interesu nauki”.

¹³ H. Jonas, *Das Prinzip Leben*, dz. cyt., s. 341.

¹⁴ Tamże, s. 340.

problem jego wykorzystania, który może być rozwiązany przez teorię proponującą formy jego spędzania z wykorzystaniem środków technicznych¹⁵.

Współcześnie formułowana teza o związku nauki i techniki (w historycznym i systematycznym planie) przybiera skrajną postać przypisującą nauce „techniczny interes poznawczy” (J. Habermas, Th.W. Adorno) jako podstawowa motywacja w uprawianiu nauki. Spaemann w innych słowach mówi to samo, gdyż przyczyny zarzucenia teleologii w wyjaśnianiu naukowym upatruje właśnie w motywacji opanowywania przyrody przez wiedzę (naukową) dającą potęgę. W słabszym sformułowaniu teza ta głosi, że wiedza przyrodnicza posiada m.in. funkcje techniczne albo jest tezą ilustrującą zachowanie się instytucji finansujących badania. Instytucje finansujące naukę są zainteresowane głównie technicznymi rezultatami rozwoju nauki. Wydaje się jednak, że jednostronne przeciwstawienie „wiedzy dającej panowanie” i „wiedzy kształcącej” jest trudne do usprawiedliwienia, nawet jeżeli uwzględnia się ścisły związek nauki i techniki. Zauważa się wyraźne przesunięcie akcentów z wiedzy teoretycznej (kontemplatywnej) na wiedzę użyteczną, która pomaga człowiekowi dominować nad przyrodą. Nowe cele stawiane wiedzy promują raczej praktykę niż bezinteresowne rozważanie nad przyrodą¹⁶. Przesunięciu temu towarzyszy ugruntowanie się idei prymatu człowieka nad przyrodą, realizowanego przez opanowywanie przyrody. W wyniku rewolucji naukowej pojawiła się wiedza umożliwiająca faktyczną realizację programu wiedzy technicznej, w której nie chodzi już o wyjaśnienie przyczyn działania urządzeń technicznych, ile o możliwość ich projektowania i wykonywania na bazie dostępnej już wiedzy teoretycznej i praktycznej.

4. *Kosmologiczny nihilizm*. Ontologizacja techniki oraz nowożytny sposób odniesienia jej do przyrody obciążone są nihilistycznymi konsekwencjami. Ontologizacja techniki prowadzi bezpośrednio do fatalistycznych poglądów nt. kontrolowalności systemu technicznego i możliwości determinowania celu postępu technicznego. System techniczny staje się autonomiczny, tzn. charakteryzuje się brakiem pełnej kontroli ze strony podmiotu techniki. Presja potrzeb społecznych, presja innowacyjności sprawiają, że postęp techniczny przypomina samonapędzającą się maszynę, której skutki działania są nieprzewidywalne. Ontologizacja techniki implikuje nihilizację jej odniesienia do przyrody. W kontekście techniki natura przestaje posiadać znaczenie obiektywne, tzn. nie ma realnego związku z techniką, np. interpretacja techniki w egzystencjalizmie pomija całkowicie odniesienia do przyrody i pomija skutki działalności technicznej w przyrodzie¹⁷. W interpretacji Jonasa jest to przejaw nowożytnego dualizmu metafizycznego i odejścia od doświadczenia rzeczywistości (re-

¹⁵ H. Jonas, *Technik, Medizin und Ethik*, dz. cyt., s. 29n.

¹⁶ E. Agazzi, *Dobro, zło i nauka, Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, Warszawa 1997, s. 59; Jonas, *Technik, Medizin und Ethik*, dz. cyt., s. 29–30.

¹⁷ H. Jonas, *Philosophie. Rückschau und Vorschau am Ende des Jahrhunderts*, Frankfurt am Main 1993, s. 21n. Pokazuję to na przykładzie prac M. Heideggera z okresu egzystencjalistycznego oraz tez J.P. Sartre’a.

alizmu teoriopoznawczego) na rzecz poznania eksperymentalnego, upatrującego w technice kryterium gnozeologiczne. To nie wewnętrzna relacja poznania, struktura przedmiotu poznawanego, ale manipulacja przyrodą tworzy wiedzę. W nowożytnym dualizmie (zwłaszcza kartezjańskim) zostaje zerwana realna więź między sferą duchową i materialną. Przyroda straciła aspekt duchowy, a człowiek określany istotowo przez ducha stracił wewnętrzną relację do swojego ciała. Jakie jest miejsce człowieka w przyrodzie w świetle nowożytnej nauki i techniki? Nie chodzi oczywiście tutaj o naukową odpowiedź, a raczej o egzystencjalne samozrozumienie człowieka w otaczającym go świecie oraz o scharakteryzowanie podstawowych elementów duchowej sytuacji czasu. Nowożytny egzystencjalista B. Pascal, odpowiadając na to pytanie w duchu dualistycznym, wyakcentował samotność człowieka w fizykalnym wszechświecie nowożytnej kosmologii oraz obojętność kosmosu na los człowieka. Jako część natury człowiek jest poddany ślepy i potężnym, deterministycznie działającym, siłom wszechświata. Jego egzystencja to ślepy przypadek, podobnie jak i jego śmierć. Jako „trzcina myśląca” w sposób zasadniczy wykracza poza naturę, jest z nią nieporównywalny, ponieważ, jak nauczał Kartezjusz, istota myśląca jest *res cogitans*, zaś przyroda jest *res extensa*, materią, czymś zewnętrznym. Umysł, czyli to, dzięki czemu wyróżnia się człowieka z natury, nie jest zintegrowany z większą całością. Występuje ontologiczna przepaść między człowiekiem i resztą stworzenia. Nie ma już kosmosu, którego wewnętrzny logos byłby pokrewny z ludzkim logosem; nie ma całości, w której człowiek miałby odpowiednie, a nie tylko przypadkowe miejsce. Egzystencjalistyczna interpretacja miejsca człowieka w przyrodzie akcentuje jego przygodność w systemie, który jest pozbawiony jakiegokolwiek sensu ludzkiego, tj. pozbawiony struktury, do której mogłoby się odnosić samozrozumienie człowieka. Kosmos staje się obojętny¹⁸.

Przedstawiony zarys krytyki nauki, aby nie był jednostronny, powinien zawierać również listę ewidentnych sukcesów nauki (i techniki). Dziedziny te w sposób wyjątkowy realizują aspiracje kulturotwórcze człowieka. Jeżeli w tym miejscu zostały metodycznie pominięte, to tylko dlatego, że po pierwsze wartościowość ich jest oczywista dla bardzo wielu (może z wyjątkiem radykalnych postmodernistów albo feministycznych krytyków nauki) oraz po drugie, pozytywna charakterystyka aspektowa tych dziedzin została przedstawiona we wcześniejszych partiach tego opracowania. Krótko

¹⁸ H. Jonas, *Religia gnozy*, Kraków 1993, s. 339–340. J. Monod przyjmuje podobną interpretację sytuacji człowieka w kosmosie: „Jest rzeczywistość prawdą, że nauka zagraża wartościom. Nie bezpośrednio, ponieważ nie jest ona ich sędzią i musi je pomijać, rujnuje ona jednak wszystkie koncepcje ontogenezy mitycznej lub filozoficznej, na których tradycja animistyczna od Indian australijskich do materialistycznych dialektyków opierała wartości, moralność, obowiązki, prawa i zakazy. Jeżeli człowiek zgodzi się przyjąć ten przekaz w całym jego znaczeniu, to musi się wreszcie obudzić z tysiącletniego snu, aby odkryć swoją absolutną samotność, swoją zasadniczą obcość. Teraz już wie, że tak jak Cygan znajduje się on na marginesie wszechświata, w którym wypadło mu żyć. Wszechświata głuchego na jego pieśń, obojętnego na jego nadzieje, na jego cierpienie, na jego zbrodnie”. Por. J. Monod, *Przypadek i konieczność*, Warszawa 1979, s. 108–109.

rzecz ujmując, w zreferowanej krytyce nauki (i techniki) chodziło o przebadanie kulturowego kontekstu nauki, czyli o „spojrzenie poza naukę w wymiar ludzki”¹⁹.

LITERATURA

- Agazzi E., *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, tłum. E. Kałuszyńska, Warszawa: Oficyna Akademicka OAK 1997.
- Birnbacher D., *Technika*, [w:] *Filozofia. Podstawowe pytania*, tłum. K. Krzemieniowa, red. E. Martens, H. Schnädelbach, Warszawa: Wiedza Powszechna 1995, s. 647–682.
- Bunge M., *Pięć zawiązków technofilozofii*, tłum. W. Dreger, [w:] *Projektowanie i Systemy. Zagadnienia metodologiczne*, t. III, pod red. W. Gasparskiego, D. Miller, Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk – Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk 1981, s. 131–139.
- Capra F., *Tao fizyki. W poszukiwaniu podobieństw między fizyką współczesną a mistycyzmem Wschodu*, tłum. P. Macura, Kraków: Zakład Wydawniczy NOMOS 1994.
- Jonas H., *Das Prinzip Leben. Ansätze zu einer philosophischen Biologie*, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1997.
- Jonas H., *Philosophie. Rückschau und Vorschau am Ende des Jahrhunderts*, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1993.
- Jonas H., *Religia gnozy*, tłum. M. Klimowicz, Kraków: Wydawnictwo Platan 1993.
- Jonas H., *Technik, Medizin und Ethik. Praxis des Prinzips Verantwortung*, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1985.
- Jonas H., *Zasada odpowiedzialności. Etyka dla cywilizacji technologicznej*, tłum. M. Klimowicz, Kraków: Wydawnictwo Platan 1996.
- Kamiński S., *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin: TNKUL 1992.
- Monod J., *Przypadek i konieczność. Esej o filozofii biologii współczesnej*, tłum. J. Bukowski, Warszawa: Biblioteka Głosu 1979.
- Piłat R., *Naturalna granica nauki i techniki*, [w:] *Natura i norma. Kontrowersje filozoficzne*, red. Z. Wróblewski, Lublin: Wydawnictwo KUL 2010, s. 67–77.
- Polkinghorne J., *Poza nauką. Kontekst kulturowy współczesnej nauki*, tłum. D. Czyżewska, Warszawa: Wydawnictwo Amber 1998.
- Roszak T., *Nauka tworzona przez rapsodyczny intelekt*, tłum. B. Łapiński, „Literatura na świecie” 1982, nr 3–4, s. 253–265.
- Weber R., *Poszukiwanie jedności. Nauka i mistyka*, tłum. K. Środa, Warszawa: Wydawnictwo „Pusty Obłok” 1990.
- Wróblewski Z., *Natura i cele. Dyskusja argumentu teleologicznego na rzecz ochrony przyrody*, Lublin: Wydawnictwo KUL 2010.
- Wróblewski Z., *Zarys metodologicznej charakterystyki filozofii ekologicznej*, „Roczniki Filozoficzne” 1999, R. XLVII, z. 3, s. 151–183.

¹⁹ J. Polkinghorne, *Poza nauką. Kontekst kulturowy współczesnej nauki*, Warszawa 1998, s. 9.

MAREK SŁOMKA

NAUKA I RELIGIA

(W PERSPEKTYWIE RELACJI STWÓRCY DO STWORZENIA)

PROBLEM Z KSIĘGĄ RODZAJU

Czytając Biblię nietrudno się przekonać, że stanowi ona zbiór wielu niejednorodnych ksiąg, które różnią się nie tylko czasem powstania czy liczbą autorów mających wpływ na ostateczny obraz. Podobnie jest z warstwą literacką, a wnikliwe badania w tym zakresie pokazują, że zrozumienie niuansów poszczególnych opisów wymaga żmudnego wysiłku wydobywania na światło dzienne detali ukrytych pod grubą warstwą powierzchniową. Niestety ciągle pojawiają się interpretatorzy, którzy „idą na skróty” albo – co gorsza – instrumentalnie wykorzystują biblijne teksty, mimo, że współczesna egzegeza doczekała się już wielu ważnych dokumentów, pozwalających znaleźć właściwą drogę.

Księga Rodzaju stanowi w powyższym kontekście przykład klasyczny. Przesłanie opisu stworzenia człowieka i świata rodzi pewne kłopoty ze zrozumieniem, choćby ze względu na dwie różne tradycje zawarte w tekście. Odkryje je jednak przy uważnej lekturze nawet czytelnik średnio wtajemniczony w meandry teologii biblijnej. Tym większą konsternację wywołują próby powierzchownego oddania wymowy pierwszej księgi Starego Testamentu, jakby stanowiła ona podręcznik wiedzy o ewolucyjnej genezie kosmosu i naszego gatunku. W polskich realiach powodów do krytyki dostarczają teksty prof. Macieja Giertycha, specjalisty od fizjologii oraz genetyki populacyjnej drzew.

Znajomość dendrologii nie idzie w parze z przyswojeniem przez Giertycha podstawowych sposobów interpretacji Pisma Świętego. Przykładu dostarczają zdania zawarte w broszurze *Opoka w Kraju*, dającej wątpliwy wkład w obronę chrześcijaństwa, mimo wzniosłych deklaracji autorów. Prof. Giertych celuje zresztą w rysowaniu obrazu konfliktu,

¹ Opisy bibliograficzne pojawiają się w tekście tylko wtedy, gdy cytuję autorów. Szerszy wykaz bibliografii znajduje się na końcu.

gdzie zadaniem katolika pozostaje walka o zachowanie tożsamości zagrożonej rzekomo przez współczesną naukę. „Ewolucja to tylko teoria, teoria naukowa, która wymaga udowodnienia. Faktem jest stworzenie *ex nihilo*, faktem, bo mamy na to gwarancję ze źródła nadprzyrodzonego. Walka z Bogiem, z religią, z prawdą objawioną, wymaga znalezienia naturalnego wyjaśnienia powstania świata żywego. Stąd też stawia się nauce wymóg, by takich wyjaśnień szukała. A więc szuka. Wszystko co wskazuje na powstanie świata, przyrody, człowieka w sposób zgodny z opisem w Księdze Rodzaju, jest odrzucane jako nienaukowy fundamentalizm religijny” (Maciej Giertych, *Nauka na służbie ideologii*, „Opoka w Kraju” 46(67) z września 2003, s. 7–8).

Chrześcijańscy sympatycy zdroworoządkowej krytyki ewolucjonizmu często podkreślają, iż skłonni byliby zmienić zdanie dopiero wtedy, gdyby stwierdzono, że ewolucja jest faktem. W świetle podobnych argumentacji pojawia się radykalna opozycja między faktem zawierającym niekwestionowalne prawdy a teorią, która z konieczności zawiera elementy hipotetyczne, czyli podległe zmianom i stopniowemu doskonaleniu. Takie przeciwstawienia stanowią wyraz nieznamośności filozofii nauki. Klasyczne opracowania z jej zakresu akcentują, że wszystkie fakty są obciążone teoretycznie. Bez wcześniejszego uznania, przynajmniej w sposób ukryty, określonych założeń teoretycznych niemożliwe jest stwierdzenie jakiegokolwiek faktu. Truizmem jest dziś stwierdzenie, że nie istnieją czyste („nagie”) fakty.

Konstatując wydawałoby się prosty fakt, iż temperatura chorego mierzona termometrem rtęciowym wynosi 37 stopni Celsjusza, przyjmujemy zarazem cały szereg założeń z zakresu fizyki, medycyny czy anatomii. Dla uznania wiarygodności pomiaru trzeba przecież przyjąć (nie bez powodu rzecz jasna), że istnieje korelacja pomiędzy temperaturą ludzkiego ciała a rozszerzalnością rtęci. Aby wynik ogłosić jako względnie dokładny, należy założyć, że podczas odczytywania wysokości słupka nie zmienia się ona przy zetknięciu z powietrzem o temperaturze zwykle niższej od temperatury ludzkiego ciała. Trzeba też przyjąć, iż całe ciało ma w przybliżeniu tę samą temperaturę, co nie jest bynajmniej oczywiste. Obok tego konieczne jest uznanie (potencjalnie nieskończonego) zbioru dodatkowych założeń, począwszy od tzw. realizmu epistemologicznego, który stanowi warunek wiarygodności procesu odczytywania temperatury po niezbędne idealizacje, wykluczające wpływ warunków meteorologicznych na poziom słupka rtęci.

Sugerowanie więc, że teorię ewolucji można by przyjąć dopiero wtedy, gdyby uznano ją za niekwestionowalny fakt, świadczy o nieznamośności fundamentalnych opracowań z zakresu epistemologii. Samo określenie „fakt” pochodzi od łacińskiego „*facio*”, tzn. czynię, działam. Jego źródłosłów wskazuje na rolę podmiotowych uwarunkowań w określaniu faktów. Przeciwstawienie faktów teoriom jest nieporozumieniem, gdyż w tzw. przed-teoretycznej refleksji niemożliwa jest konstatacja żadnych faktów.

Nie każdy czytelnik Pisma Świętego musi znać przedstawione powyżej niuanse filozoficzno-naukowe. Nie zwalnia to jednak z sięgania po opracowania zawierające wartościowe interpretacje biblijnych tekstów. Powszechnie szanowanym autorytetem pozostaje w tym kontekście ks. prof. Józef Homerski, który pozostawił bogaty dorobek naukowy

w zakresie tłumaczenia i egzegezy Starego Testamentu. W szczególnie godnej uwagi publikacji zbiorowej *Początek świata – Biblia a nauka* znajdujemy znamienne słowa zmarłego w 2004 roku profesora KUL: „Biblijny opis stworzenia człowieka to nie jest historyczny zapis tego wydarzenia, lecz obrazowa informacja usiłująca zwrócić uwagę, że to wydarzenie w istocie jest okryte mgłą tajemnicy, a jego początek jest niemożliwy do ustalenia. Toteż trzeba i należy do tej tajemnicy podejść z wielkim szacunkiem i pokorą. Poznać jej bowiem w pełni nie można... Pieśń o stworzeniu człowieka ani nie krytykuje innych spojrzeń na tę tajemnicę, ani swojego punktu widzenia nie narzuca. Tym samym daje do zrozumienia, że droga badań naukowych nad stworzeniem człowieka i świata jest otwarta... To, co mówi pieśń o stworzeniu pierwszej pary ludzkiej, dotyczy każdego człowieka kimkolwiek by on był i gdziekolwiek by on mieszkał. Ale daje też ona do zrozumienia, że Bóg nie jest Bogiem tylko człowieka. On jest Bogiem wszelkiego stworzenia... Nie można natomiast wciskać w nią własnych idei o stworzeniu, by się nie narazić na niebezpieczeństwo błędnego jej rozumienia. Pieśń ta łączy wiedzę empiryczną z wiedzą religijną” (Ks. Józef Homerski, *Pieśń o stworzeniu świata*, w: *Początek świata – Biblia a nauka*, red. Michał Heller, Michał Drożdż, Tarnów: Biblos 1998, s. 29–30).

Długi *passus* analizy biblijnego opisu stworzenia warto było przytoczyć zwłaszcza ze względu na pojawiające się regularnie próby instrumentalnego traktowania *Księgi Rodzaju* i sugerowanie, że badania naukowe zagrażają wierze. W 1993 roku Papieska Komisja Biblijna przypominała, że choć należy wytrwale poszukiwać dosłownego sensu natchnionych ksiąg, do jego odkrycia nie wystarczy wierne przetłumaczenie każdego słowa, gdyż konieczne jest także rozumienie tekstu według konwencji literackich epoki, w której powstawał. Takiego rozumienia brakuje w przywołanym tekście prof. Giertycha, który traktuje pierwszą księgę Pisma Świętego tak, jakby stanowiła naukowy opis zdarzeń. Tymczasem Biblia – parafrazując znane słowa Galileusza – nie mówi nam jak idzie niebo, ale jak się idzie do nieba.

WIELKA BIBLIJNA HARMONIA

Zarówno w poszczególnych księgach Pisma Świętego, jak i w refleksji wybitnych teologów chrześcijańskich, przyroda stanowi zwykle przestrzeń bożej obecności. Szczegółowe opisy łączą poetycką zadumę ze zdroworozsądkową filozofią, przedstawiając kontemplacyjne zadziwienie światem i doświadczenie grozy. Biblijne teksty przekazują prawdę o Bogu, ukrytym w łagodnym powiewie wiatru (1 Krl 19, 12) albo w samotnej wędrownicy Abrahama wśród stepowych mroków. Psalmy ukazują postać Stwórcy „w majestacie odzianego i piękno” (Ps 103, 1); tego, który jest Bogiem świstaków i kozic (Ps 103, 18). To On odnawia oblicze ziemi (Ps 103, 30), przenikając swą obecnością zarówno cały świat przyrody, jak i wewnątrz człowieka, jego „serce i nerki” (Ps 25, 2).

Znamiennego przykładu wrażliwości na estetyczne walory przyrody, stanowiącej przejaw Bożego działania, dostarcza *Księga Syracha*. Jej autor w modlitewnym uniesieniu pisze: „Patrz na tęczę i wychwalaj Tego, kto ją uczynił, nadzwyczaj piękna jest

w swoim blasku: otacza niebo kręgiem wspaniałym, a napięły ją ręce Najwyższego. [...] On szron jak sól rozsiewa po ziemi, który marznąc jeży się ostrymi kolecami. Gdy mroźny wiatr północny zawieje, ścina się lód na wodzie i kładzie się na całym zbiorniku wód, przyodziewając go jakby pancerzem” (Syr 43, 11n, 19n). Wrażliwość na blask przyrody więc idzie w parze z przekonaniem o bliskości Boga, który ujawnia swą moc w procesach fizycznych, będących naturalnym kontekstem ludzkiej egzystencji.

Także ewangeliczne teksty przedstawiają więź człowieka z przyrodą jako okazję do spotkania Boga w jego dziełach. Takiego wymiaru nabierają zachwyty nad pięknem lilii polnych i ptaków niebieskich, opowieści o stadzie owiec, sieciach napełnionych rybami, winnym krzewie, kąkolcu czy uschniętym drzewie figowym. Cała przyroda posiada wymiar teologiczny, bo poprzez to, co widzialne, kieruje ludzką uwagę w stronę niewidzialnego świata. Niepozorne ziarna gorczycy, woda Jordanu, kłosa zboża zrywane w szabat, a nawet pustynne skorpiony stanowią przyrodniczy pejzaż przekazywania prawdy o Bożym Królestwie.

ANIOŁOWIE I PLANETY

W powyższej perspektywie trudno się dziwić, że znani teologowie niejednokrotnie zacierali granice pomiędzy refleksją nad przyrodniczymi przyczynami fizycznych zjawisk a działaniem Boga w świecie. Było to możliwe także z powodu podkreślania w nauce Kościoła, iż Stwórca objawia swą obecność zarówno w znanych prawach przyrody, jak i w nadzwyczajnych zjawiskach. Nawet św. Tomasz z Akwinu usiłował wykorzystywać wiedzę o ruchach planet do lepszego poznania natury aniołów.

Kilka wieków później w *Dialogu o dwóch najważniejszych systemach świata* Galileo Galilei stwierdził, że w ogóle nie można odwoływać się do hipotezy aniołów w przyrodniczej interpretacji świata. Kiedy dzięki Galileuszowi przyjęto metodologiczną zasadę nakazującą tłumaczyć zjawiska fizyczne przez odwołanie do innych zjawisk fizycznych powstawały zręby nowożytnej nauki. W przeciwieństwie do średniowiecznych autorytetów, autor słynnego *Dialogu* podkreślał, że przy rozwiązywaniu problemów należących do kompetencji nauk przyrodniczych nie należy odwoływać się do zdobyczy metafizyki czy teologii. Pozafizyczne czynniki mają być wzięte w poznawczy nawias po to, by w przyrodniczym studium dany stan układu fizycznego tłumaczyć wyłącznie przez odwołanie się do innych jego stanów fizycznych. Konsekwentne przestrzeganie tej zasady umożliwiło stopniowe uniezależnianie się biologii czy fizyki od teologii, co radykalnie przyspieszyło proces rozwoju nauk przyrodniczych.

Podobnie myślał Isaac Newton, pisząc że fizykę należy uprawiać bez teologicznych komentarzy. W pierwszym wydaniu jego *Principiów* Bóg przywoływany jest tylko raz, ale nie po to, by wypełniać luki w przyrodniczym obrazie świata. W ten sposób Newton pragnął wyrazić swe głębokie osobiste przekonanie, że porządek całego systemu planetarnego jest dziełem Boga oraz określonych przez niego praw.

MIEJSCE DLA BOGA

Dla Newtona Bóg jest immanentnie obecny w całej przyrodzie, a poprzez fakt istnienia zawsze i wszędzie, stanowi On „podstawę trwania i przestrzeni”. Będące kamieniem milowym refleksji naukowej *Principia* miały niestety niewielu czytelników. Znacznie liczniejsze było grono słuchaczy kazań, które wygłaszał niejaki Richard Bentley, podejmując m.in. refleksję nad Newtonowską fizyką. Bentley nie zrozumiał z niej zbyt wiele, gdyż był filologiem, uprawiającym naiwną teologię. Charakteryzowała się ona wprowadzaniem do rozważań idei Boga wypełniającego braki w wiedzy przyrodniczej.

Koncepcja anglikańskiego duchownego doczekała się rozwinięcia na początku XIX wieku w argumentacji Williama Paleya. Jego *Teologia naturalna* ukazywała Boga dbającego o każdy szczegół porządku w przyrodzie, która poprzez nadane prawa rozwija się, realizując ściśle określony plan rozwoju. Koncepcja Paleya powstała jednak w okresie, gdy znano jedynie najprostsze prawa przyrody, obecność zaś Stwórcy w świecie próbowano interpretować w kategoriach dążenia poszczególnych bytów do wyznaczonego celu. W najbardziej naiwnych interpretacjach twierdzono nawet, że okulary nie spadają człowiekowi z nosa, gdyż Bóg zaprogramował odpowiednio jego kształt.

Kierujący ewolucją Stwórcy identyfikowany był przez długi okres z Paleyowskim konstruktorem-programistą co sprawiało, że wszelkie przejawy indeterminizmu czy nieciągłości w rozwoju przyrody wydawały się zagrożeniem dla Bożej wszechmocy.

Najprostszą metodą było odwołanie się w takiej sytuacji do cudu, ale nie satysfakcjonowało to tych autorów, którzy poszukiwali ambitniejszych propozycji, unikając naiwnej teleologii (greckie słowo *telos* oznacza cel, kres). Alternatywę wobec tej ostatniej stanowi ujęcie nie-interwencjonistyczne. Podkreśla się w nim, że działający nieustannie Stwórca nie narusza praw przyrody, lecz działa zgodnie z nimi. Odejście od kategorii celowościowych staje się współcześnie znacznie łatwiejsze ze względu na znajomość procesów niemających charakteru prostego determinizmu.

WOLNOŚĆ CZŁOWIEKA I ŚWIATA

Nie widać powodu, by rysować obraz Boga jako takiego władcy, który narzuca ewoluującej przyrodzie jedyny konieczny plan rozwoju. Co więcej, Stwórca jest „tylko” jednym z czynników oddziałujących na świat. Nawet wszechmocny Bóg nie będzie w stanie zrealizować pewnych celów, jeśli zabraknie współpracy człowieka korzystającego racjonalnie z określonych przez Boga praw. Nie należy więc traktować przebiegu ewolucji jako realizacji precyzyjnie zakodowanego scenariusza. Po przyjęciu określonej perspektywy ewolucyjnej należy założyć, że gdyby ktoś zdecydował się użyć bomby atomowej, nawet wszechmocny Bóg nie będzie w stanie przeciwdziałać destrukcyjnym zamiarom. Respektowanie w refleksji koncepcji autonomii przyrody i wolności człowieka wymusza odejście od najprostszych sposobów opisywania relacji Boga ze światem.

W tym kontekście ważne jest także uwzględnienie tzw. efektu motyla, charakterystycznego dla indeterministycznych procesów przyrody. Polega on na tym, że stosunkowo małe oddziaływania przyczynowe mogą prowadzić do nieproporcjonalnie dużych

skutków. Nie można więc w ewolucji wszechświata dostrzegać tylko działania prostych praw prowadzących do bezwzględnej realizacji jedyne go możliwego scenariusza. W rozwoju przyrody rolę odgrywają nawet drobne modyfikacje warunków fizycznych, wywołujące czasem wielkie efekty. Dobrze opisane są dziś w nauce zjawiska atmosferyczne, których „burzliwy” przebieg zależy od nieproporcjonalnie małych zmian parametrów fizycznych na innym kontynencie (stąd metafora poruszającego skrzydłami motyla). Podobnie uwzględnienie wielorakich sposobów działania Stwórcy w historii świata pozwala wzbogacić jego uproszczony obraz tak, by nie pozostawał wyłącznie boskim inżynierem, dbającym o właściwą realizację z góry określonego planu konstrukcji.

W dynamicznej koncepcji zmieniającej się nieustannie przyrody Bóg twórczo uczestniczy zarówno w uniwersalnych prawach przyrody, jak i w lokalnych „efektach motyla”. Mogą być one trudne do zauważenia albo też sprawiają wrażenie przypadkowych uwarunkowań. Tymczasem w pozornym przypadku Stwórcy ujawnia swą moc tak, jak w opisie biblijnego autora objawił ją w delikatnym powiewie wiatru niosącym nadzieję dla zmęczonego trudami życia proroka Eliasza (1 Krl, 19, 12).

Bóg na różne sposoby ukazuje swą obecność w dziejach świata i dlatego nie widać powodu, by nadzwyczajne interwencje traktować jako zasadniczy przejaw kierowania ewolucyjnymi zmianami. Przesadne akcentowanie „cudownego” charakteru współdziałania Stwórcy ze stworzeniem sugeruje zarazem nieobecność w procesie rozwoju podporządkowanego „zwykłym” prawom przyrody. Bóg jest obecny zarówno w regularnościach praw, jak i w ewolucyjnych nieciągłościach. Jego roli w świecie nie powinno się sprowadzać do poziomu zegarmistrza czy konstruktora, który realizuje nieskomplikowany projekt.

Nie można narzucać Bogu „jedynie słusznego” sposobu działania. Niedopuszczalnym uproszczeniem pozostaje taki model, w którym Stwórca wchodzi w interakcję ze stworzeniem tylko przez nadzwyczajne interwencje, zawieszające znane prawa fizyki. Nowsze opracowania zawierają alternatywną propozycję, w której cała różnorodność praw przyrody wyraża Bożą immanencję. Takie ujęcie pozwala twórczo zestrzajać koncepcję wszechmocy Boga z autonomią przyrody oraz wolnością człowieka.

ATRAKTOR ZAMIAST PIERWSZEGO PORUSZYCIELA

Autorzy mocno podkreślający rolę celowości w przyrodniczych procesach widzieli w Bogu twórcę kosmicznego programu, w którym ewolucja musiała prowadzić do zamierzonego przez niego kresu. Tymczasem istotnym czynnikiem w ewolucyjnym rozwoju może być także lokalne ukierunkowanie w stronę stanu fizycznego, który nie jest jeszcze zrealizowany, ale sprawia wrażenie jak gdyby „przyciągał” ku sobie cały układ. Szukając w tym kontekście adekwatnego modelu obecności Stwórcy w świecie, możemy porównać Jego działanie do roli atraktora, który na pewnym etapie narzuca nowy kierunek rozwoju (od łac. *attrahere* – przyciągać). W miejsce Arystotelesowskiego Pierwszego Poruszyciela pojawia się Bóg nieustannie i twórczo obecny w procesach przyrody.

Przedstawione powyżej ujęcie zaproponował Pierre Teilhard de Chardin, filozof, antropolog i paleontolog, który w pierwszej połowie XX wieku wielokrotnie podróżował do

Afryki w celach naukowo-badawczych. Bóg pojęty przez niego jako Kosmiczny Atraktor jest odpowiednikiem punktu Omega, do którego zmierzają procesy ewolucyjne. W tej perspektywie Bóg staje się zarówno zasadą integracji, jak i kresem ewolucyjnych zmian. De Chardin nie podejmował więc wyłącznie kwestii ewolucyjnego „początku”, kojarzonego z punktem Alfa, lecz zadawał też ambitne pytania o eschatologiczne aspekty procesów przyrody. Ewolucjonizm teistyczny proponowany przez francuskiego jezuitę pozwala zrekonstruować obraz wcześniejszych stadiów ewolucji oraz daje możliwość poszukiwania odpowiedzi na pytania o jej przyszłość. W ujęciu Teilharda de Chardin proces ewolucyjnego rozwoju prowadzi do ostatecznej kosmicznej unifikacji.

Kontynuatorów teilhardowskiej myśli nie brakuje w kręgach intelektualistów chrześcijańskich. Karl Rahner pisze o Bogu jako o Absolutnej Przyszłości; Jürgen Molmann, Wolfgang Pannenberg i Ted Peters ukazują Boga w kategoriach oddziaływania „Mocy Przyszłości”. Szczególnie interesująca poznawczo wydaje się propozycja Alfreda N. Whiteheada, który znany jest jako prekursor filozofii procesu, wychodzącej naprzeciw naukom przyrodniczym oraz poszukującej nowych sposobów na wyrażenie relacji Stwórcy ze stworzeniem. W ujęciu tym Bóg pełni rolę subtelnego Poety Świata, który kieruje zmieniający się świat w stronę realizacji ideałów piękna i dobra.

Na gruncie filozofii polskiej promotorem procesualizmu był arcybiskup Józef Życiński, zwracając uwagę na to, że niezależnie od tego, czy Boga nazwiemy Atraktorem czy Poetą Świata, jawi się on jako ten, który wnosi w strukturę świata element kreatywności i nowości. Nieustannie obecny w przyrodzie Stwórca ukierunkowuje proces ewolucji w stronę niezrealizowanej jeszcze rzeczywistości. W tym świetle historia świata nie jest prostą konsekwencją działania praw o charakterze deterministycznym, ale czymś w rodzaju twórczego wykonania wielkiej symfonii.

PANENTEIZM I „CREATIO CONTINUA”

Dla precyzyjnego ukazania relacji Boga z przyrodą istotnym problemem pozostaje rozróżnienie pomiędzy niezgodnym z nauką Kościoła katolickiego panteizmem (gdzie zanika różnica pomiędzy Stwórcą i stworzeniem) a panenteizmem, którego echo brzmi w tekstach św. Pawła. Akcentując zarówno immanencję, jak i transcendencję Boga względem świata, Apostoł Narodów przedstawia Go jako tego, w którym wszystko istnieje (gr. *pan en theo*) i który stanie się „wszystkim we wszystkich” (1 Kor 15, 28). Także św. Łukasz pisze, że Bóg w rzeczywistości jest „niedaleko od każdego z nas. Bo w Nim żyjemy, poruszamy się i jesteśmy” (Dz 7, 27n). Św. Jan ukazuje natomiast nieustanną i twórczą obecność *Logosu* w świecie na początku swej Ewangelii; „Wszystko przez nie [Słowo] się stało, a bez Niego nic się nie stało, co się stało [...] Na świecie było [Słowo] a świat stał się przez Nie, lecz świat Go nie poznał” (J 1, 3 i 10).

W kręgach myśli chrześcijańskiej panenteizm znalazł szczególnie wyrazistą formę w tekstach XX-wiecznego brytyjskiego biochemika i teologa – Arthura R. Peacocke’a. Na kartach *God and the New Biology* pisał on m.in.: „zarówno przyroda, jak i człowiek,

w pewnym sensie znajdują się w Bogu, lecz... Bóg jest ostatecznie czymś więcej niż przyroda i człowiek. [...] W swym bycie Bóg transcenduje, wykracza poza, człowieka i przyrodę, a jednak istnieje w każdym stworzeniu od początku do końca, w każdym miejscu i czasie, gdyż inaczej musielibyśmy powiedzieć, że nie istnieje w nim wcale. To, co widzimy w przyrodzie stanowi formę kreatywnego działania Boga w świecie. Właściwa wydaje się analogia, w której Siódmą Symfonię Beethovena traktuje się jako ekspresję wewnętrznej kreatywności jego bytu. W procesach występujących zarówno w przyrodzie, jak i w ludzkiej świadomości Bóg działa i ujawnia się jako Stwórca. Ponieważ jednak człowiek posiada wolną wolę, trzeba stwierdzić, iż sam Bóg przyjął pewien element «ryzyka», wprowadzając w swej twórczości w świat natury istotę, która posiada wolną wolę, może wykraczać poza dostrzegany świat i kształtować go na swój własny sposób” (San Francisco: Harper & Row 1986, s. 96n).

Warto zauważyć, że już filozofia średniowieczna uznawała immanentną obecność Boga w przyrodzie poprzez wprowadzenie koncepcji *creatio continua* (stwarzanie ciągłe). Stwórca jawił się w tej perspektywie jako źródło bytu i ostateczna racja porządkująca ewoluujący świat na sposób celowy. Problem powstawał wtedy, gdy uzasadnioną wizję *Logosu* obecnego w ewolucyjnych procesach zaczęto uzupełniać o zdroworozsądkowe wątki, prowadzące do panteizmu, zacierającego jakiekolwiek granice pomiędzy Bogiem a przyrodą. Logika „immanencja kosztem transcendencji” przerodziła się w uproszczoną wersję filozofii nieuzasadnionych identyfikacji.

Brak konsekwencji w scholastycznych interpretacjach rzeczywistości pojawiał się także w schematycznym rozróżnieniu teoretycznej i praktycznej obecności Boga w świecie. Z jednej bowiem strony akceptowano tezę o immanencji Stwórcy w bytach z zakresu całej przyrody. Z drugiej strony, zjawiska przyrody interpretowano często jakby obecność Boga w świecie nie była realna. Przełomowe etapy ewolucji wymagały wprowadzenia specjalnych interwencji Stwórcy, który w zwyczajnych warunkach wydawał się nie uczestniczyć w procesach przyrody.

Koncepcja *creatio continua* odwraca uwagę skoncentrowaną wyłącznie na wydarzeniu zaistnienia bytu i dopełnia ujęcie ewolucyjne, w którym poza procesem zmian milcząco zakłada się początek w czasie. Rzeczywistość określaną w ramach filozofii stwarzania jako podtrzymywanie bytów w istnieniu, w perspektywie ewolucji można zinterpretować jako pole ciągłych przemian przebiegających w określonym kierunku. Propozycję komplementarnego dopełniania się ujęć filozofii, teologii i nauk przyrodniczych zawiera przesłanie Jana Pawła II z 22 października 1996 roku do Papieskiej Akademii Nauk. Jego treść pozostaje punktem odniesienia dla wszystkich, którzy poszukują interdyscyplinarnej analizy takich problemów, jak geneza człowieka czy relacja pomiędzy Bogiem a przyrodą.

WYKAZ NIEKTÓRYCH ŹRÓDEŁ

- Galileo G., *Dialog o dwu najważniejszych układach świata, ptolemeuszowym i kopernikowym*, tłum. Edward Ligocki, Warszawa 1962.
- Hajduk Z., *Ogólna metodologia nauk*, Lublin: RW KUL 2001.
- Heller M., Życiński J., *Dylematy ewolucji*, Tarnów: Biblos 1996.
- Jan Paweł II, *Magisterium Kościoła wobec ewolucji* (Przesłanie do Papieskiej Akademii Nauk, Watykan 22 X 1996), OR (pol.) 18: 1997 nr 1 (189), s. 18–19.
- Jan Paweł II, *Sprawa Galileusza lekcją dla współczesnych* (Spotkanie z uczestnikami sesji plenarnej Papieskiej Akademii Nauk, Watykan 31 X 1992), OR (pol.) 14: 1993, nr 1 (149), s. 23–26.
- Kloskowski K., *Filozofia ewolucji i filozofia stwarzania. Między ewolucją a stwarzaniem*, t. 1, Warszawa: ATK 1999.
- Papieska Komisja Biblijna, *Interpretacja Pisma Świętego w Kościele* (Przemówienie Ojca Świętego Jana Pawła II oraz Dokument Papieskiej Komisji Biblijnej), tłum. K. Romaniuk, Poznań: Pallottinum 1994.
- Sierotowicz T., *Nauka a wiara – przestrzeń dialogu. Obrazy świata jako przestrzeń dialogu pomiędzy nauką a teologią*, Tarnów: Biblos 1997.
- Słomka M., *Ewolucjonizm chrześcijański o pochodzeniu człowieka*, Lublin: Gaudium 2004.
- Życiński J., *Bóg Abrahama i Whiteheada*, Biblos: Tarnów 1992.
- Życiński J., *Bóg i ewolucja. Podstawowe zagadnienia ewolucjonizmu chrześcijańskiego*, Lublin: TN KUL 2002.
- Życiński J., *Ułaskawianie natury*, Kraków: Znak 1992.

RAFAŁ LIZUT

NAUKA I ETYKA

WSTĘP

W języku potocznym funkcjonują mniej lub bardziej jasne pojęcia zarówno etyki, jak i nauki. Mogłoby się więc wydawać, że tworząc zbitkę 'etyka nauki', bez zbędnych tłumaczeń jesteśmy w stanie zrozumieć, co się pod tym terminem kryje. Jednakże, podobnie jak w przypadku wielu innych pojęć czy terminów, złudzenie oczywistości znika wraz z potrzebą precyzyjnego wyjaśnienia, jak należy je rozumieć. Koniecznym warunkiem takiego wyjaśnienia będzie eksplikacja znaczenia terminów składowych: etyka i nauka. Jest to warunek konieczny, ponieważ pozwoli nam określić obszar naszych badań. Etyka nauki będzie jakiegoś typu etyką, a jej przedmiotem będzie to, co nazywamy nauką. Definicja etyki pozwoli wskazać obszar badawczy i metodę oraz wyznaczyć przedmiot formalny etyki nauki¹. Pozwoli również na eliminację z obszaru naszych zainteresowań tego, czym etyka nauki nie jest. Natomiast zrozumienie, czym jest nauka pozwoli określić przedmiot materialny etyki nauki. Wyjaśnienie znaczeń terminów „etyka” i „nauka” nie jest jednak wystarczające, bowiem z połączenia definicji obu terminów nie otrzymamy definicji etyki nauki.

DEFINICJA

Rozpocznijmy od próby zdefiniowania terminu etyka. T. Ślipko podaje następującą definicję: „jest to nauka filozoficzna, która ustala moralne podstawy i reguły ludzkiego

¹ Przedmiot materialny wyodrębniony fragment rzeczywistości badany przez daną naukę; wiele nauk może mieć ten sam przedmiot materialny: na przykład i psychologia, i antropologia bada człowieka. Przedmiot formalny to przedmiot materialny ujęty w wyróżnionym dla danej nauki aspekcie: na przykład biologia bada człowieka jako podmiot procesów organicznych, a chemia bada człowieka jako zespół związków chemicznych.

działania przy pomocy wrodzonych człowiekowi zdolności **poznawczych**” (Ślipko 1974, s. 17). Co to znaczy, że etyka jest nauką odpowiemy w dalszej części tekstu. W tym punkcie rozważań przyjmijmy jedynie, że jest to pewna specyficzna działalność lub wynik tej działalności. W obydwu przypadkach: działanie (intelektualne) ustalające postawy działania czy też jego wytwór (wiedza) ustalająca podstawy działania są właściwe dla definicji T. Ślipki. „**Filozoficzna**” znaczy tu: „sięgająca do pierwszych i elementarnych składników moralności, które nie dadzą się wyjaśnić przez inne wcześniejsze od siebie, natomiast same służą jako racje do wyjaśnienia pozostałych” (Ślipko 1974, s. 17).

W myśl powyższej definicji istnieją więc dwa warunki nakładane na etykę jako naukę: (a) racjonalność – nie opieramy się na wrażeniach, przesądach czy przyjętych nakazach wydanych przez kogoś, tylko dochodzimy do jej prawd na drodze intelektualnego badania oraz (b) normatywność – nie tylko ma opisywać ‘jak jest’, ale ustalać ‘jak powinno być’. By uzupełnić nasze rozważania sięgnijmy do prac Tadeusza Stycznia, który pisze: „nazwą „etyka” oznacza się: 1) **teorie powinności moralnej** lub moralnej wartości postępowania; 2) **teorie faktycznie uznawanych** w określonym środowisku społecznym (etos), a często także praktykowanych w nim, **norm moralnych postępowania** (moralność); 3) **przeświadczenia (oceny) i praktyki moralne danej społeczności** lub nawet poszczególnych jej przedstawicieli” (Styczeń 1983, s. 5). Jednak, jak twierdzi Styczeń, nie wszystkie z tych trzech rozumień jest *de facto* etyką. Pisze on dalej „tylko w **pierwszym** znaczeniu słowo „etyka” używane jest w jego właściwym znaczeniu. W **drugim** przypadku [etyka] utożsamiona zostaje z **teorią etosu** (zwykle z **historią moralności, etnologią moralności, psychologią lub socjologią moralności**), w **trzecim** – z samym **etosem**” (Styczeń 1983, s. 5). Powyższe cytaty wskazują, że także w koncepcji T. Stycznia etyka ma charakter racjonalny, gdyż w swych badaniach odwołuje się do doświadczenia i rozumu, nie zaś do odczuć czy emocji; dotyczy powinności moralnej: jest możliwe do obiektywnego ustalenia, co powinniśmy czynić, a nie jedynie co nam się wydaje, że powinniśmy (a przecież każdemu może się wydawać inaczej); oraz ma mieć charakter normatywny, więc jako nauka nie powinna tylko „zdawać sprawozdania” z różnych stacji, nie tylko informować „jak jest”, ale też próbować ustalić „jak powinno być”. Uwagi te zaczerpnięte z analiz etyki jako nauki będą stanowiły punkt odniesienia do analizy faktycznie uprawianej etyki nauki.

By odpowiedzieć na pytanie, czym jest etyka nauki, należy też odpowiedzieć na pytanie, jak rozumiana jest nauka. Wyrażenie „nauka” może występować w różnych znaczeniach. Ze względu na złożoność zjawiska nauki trudno jest podać zwięzłą definicję treściową. Stanisław Kamiński w książce pt. *Nauka i Metoda* (por. Kamiński 1992, s. 13–15) proponuje definicję zakresową i wylicza grupy desygnatów terminu „nauka” (przedmiotów oznaczanych przez ten termin): „I. Niektóre elementy **formy** pewnego rodzaju **poznania**: język, metody, instytucja (...); II. **Poznanie** pewnego rodzaju, które charakteryzuje się – najogólniej mówiąc – systematycznością, racjonalnym uprawomocnieniem i informatywnością (...); III. **Dziedzina kultury** obejmująca jako główny składnik poznanie twórcze, systematycznie zdobyte, uzasadnione racjonalnie i wyrażone w języku

informatywnym oraz samodoskonalące się”². Więc kategorie, do której przynależć mogą desygnaty ‘nauka’ to: forma, działalność (proces), rezultat (wytwór poznania), dziedzina kultury. W zależności od tego, który desygnat terminu „nauka” rozpatrujemy, inny będzie sposób badań etycznych nad nim. Na przykład działanie wiedzotwórcze, jak każde działanie świadome i dobrowolne na mocy definicji posiada wymiar moralny, podczas gdy można kwestionować (i faktycznie się kwestionuje), że rezultatowi tego działania w postaci zespołu treści naukowych (teorii) przysługuje wymiar etyczny. Należy ponadto zauważyć, że termin „nauka” można rozumieć kolektywnie (nauka jako całość) oraz dystrybutywnie (zbiór poszczególnych jej elementów); podobnie jest też w przypadku wymienionych wyżej desygnatów: np. poznanie pewnego rodzaju jako działanie można traktować jako całość, a można wyróżnić poszczególne elementy: zbieranie danych, formułowanie teorii, komunikowanie wyników itd. Z tej racji konieczne jest podanie *explicite* jak w etyce nauki, rozumiana jest nauka, której etykę uprawiamy i do jakiej kategorii przedmiotów należy, i czy ujmujemy kolektywnie czy dystrybutywnie.

Ustaliwszy, że etyka nauki jest teorią powinności moralnej lub moralnej wartości postępowania, czy też daje moralne podstawy i reguły ludzkiego postępowania, zastanówmy się, czego ta teoria czy nauka będzie dotyczyć. Na mocy powyższej definicji należy przyjąć, że etyka nauki będzie zajmowała się przede wszystkim pewnego rodzaju działaniem, jakim jest uprawianie nauki. **Etyka nauki – aplikując do nauki podane wcześniej definicje etyki – jest to nauka filozoficzna, która przy pomocy wrodzonych człowiekowi zdolności poznawczych ustala moralne podstawy i reguły uprawiania nauki, czy jest teorią powinności moralnej w nauce lub moralnej wartości jej uprawiania.** Podana definicja jest zbyt wąska, ponieważ rozpatruje się również etyczne aspekty instytucji, w których prowadzi się działania naukowe (bada się etyczny wymiar norm konstytuujących konkretne instytucje naukowe), oraz wyniki nauki (a przynajmniej niektórych dyscyplin) jako zawierające sądy wartościujące (Z. Hajduk; A Lekka-Kowalik). Jednakże w najpopularniejszym rozumieniu etyka nauki to etyka działań wiedzotwórczych (badań naukowych). Ze względu na ważność poznawczą, jak i ograniczenia objętościowe pracy, skoncentrujemy się więc nad nauką rozumianą jako badaniami naukowymi i taki przyjmujemy przedmiot materialny etyki nauki.

Nim przystąpimy do charakterystyki metodologicznej etyki badań naukowych, należy poczynić trzy uwagi. Po pierwsze, trzeba odróżnić etykę nauki, gdy nauka widziana jest jako całość – wtedy w etyce nauki będziemy się starać ustalić ogólne moralne pryncypia, od etyki formułowanej dla poszczególnych dyscyplin. Pojawi się tu problem relacji między owymi ogólnymi normami, a ich aplikacjami w konkretnych naukach. Po drugie, należy rozstrzygnąć status etyki badań naukowych: czy jest tak, że nauka ma wymiar etyczny i dlatego potrzebujemy etyki nauki, żeby go odkryć, czy też etyka ta jest odpowiedzią na potrzebę chwili, bowiem nauka sama w sobie nie ma komponenty mo-

² Obszerniejsze wyjaśnienie, czym jest nauka znajduje się w niniejszej monografii w rozdziale zatytułowanym „Nauka i technika”, s. 149–157.

ralnej (jest neutralna ze względu na wartości), natomiast ze względu na społeczeństwo i jego naukowców należy taką komponentę wprowadzić niejako z zewnątrz, by zapewnić, że nauka nie stanie się źródłem zagrożeń dla jednostki i społeczeństwa. Po trzecie, etyka nauki w myśl podanej wyżej definicji jest pewnego rodzaju nauką o nauce i wobec tego cechuje ją coś, co można by nazwać samozwrotnością: jeżeli przedmiotem materialnym etyki nauki jest nauka, a etyka nauki jest jedną z nauk, to etyka nauki zajmuje się również samą sobą i do niej również stosują się wyniki jej badań³. Podkreślmy raz jeszcze, że etyka nauki w rozpatrywanym przez nas znaczeniu jest pewnego rodzaju nauką i stąd nałożony na nią warunek racjonalności, tj. respektowania reguł logiczno-metodologicznych oraz intersubiektywnej komunikowalności i sprawdzalności jej wyników (oczywiście sprawdzalność nie jest tu rozumiana w wąskim empirystycznym sensie).

METODOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA ETYKI BADAŃ NAUKOWYCH

By dokonać metodologicznej charakterystyki jakiegokolwiek nauki, należy podać jej główne determinanty: przedmiot materialny, przedmiot formalny, cel, metodę, problematykę genezę, strukturę i funkcje. W poprzednim punkcie wskazany został **przedmiot materialny etyki nauki**: są nim rozmaite desygnaty terminu „nauka”, przy czym szczególnie wyróżnione zostały działania wiedzotwórcze oraz **przedmiot formalny**: owe działania rozpatrywane w aspekcie ich relacji do normy moralności – kryterium wartości moralnej. **Celem** etyki nauki (odповідzią na pytanie: po co jest uprawiana?) jest ustalenie ostatecznych norm postępowania w nauce i wskazanie ich podstaw oraz źródeł obowiązywalności. Przyjęta **metoda** (przy pomocy jakich środków badawczych potrafi etyka z dostępnych sobie źródeł poznania dojść do zbudowania zamierzonego przez siebie systematycznego zbioru zdań etycznych) zależy od rozumienia samej etyki nauki, przede wszystkim od tego, czy jej rezultaty są odkrywaniem obowiązujących norm czy też ich wynajdywaniem. W przypadku odkrywania przydatna będzie metoda filozoficzna, odwołująca się do danych doświadczenia i na tej podstawie dochodzić będzie do – w przypadku braku pomyłki – prawd etycznych dotyczących nauki. Natomiast w przypadku wynikającego z potrzeb praktycznych „wytwarzania” etyki nauki, metodą będzie badanie opinii publicznej, co sądzą o takiej czy innej zasadzie etycznej naukowcy i/lub laicy czy uprawiający naukę, oraz rozpatrywanie, jakie zasady będą najlepiej działały z punktu widzenia praktycznego, czyli jaką stworzyć etykę, aby grono naukowców najlepiej służyło sobie nawzajem i reszcie społeczeństwa. Oczywiście, podejścia te nie wykluczają się, natomiast nie gwarantują też jednakowych wyników w tych samych kwestiach, a etyka – tak jak i inne nauki – nie akceptuje dwóch sprzecznych odpowiedzi na to samo pytanie. Jedną więc metodą musi zostać przyjęta jako ostateczna i nadrzędna, i przyjęcie to będzie determinowało sposób uprawiania etyki nauki, ale również **genezę** (źródło danych). W przypadku etyki nauki

³ Samozwrotność jest cechą nauk filozoficznych – a etyka nauki jest, a przynajmniej powinna być, nauką filozoficzną – ponieważ filozofia jest nauką najbardziej ogólną o świecie doczesnym, i nie ma już nauk bardziej ogólnych, którym mogłaby zlecić analizę samej siebie.

o podłożu filozoficznym będzie to rozum i doświadczenie, natomiast w przypadku konstruowanej etyki nauki, będą to różnego rodzaju dane socjologiczno-psychologiczno-prawne. W praktyce wydaje się, że etyka nauki nie wypracowała jeszcze własnej metody i zadowala się tzw. *case studies*, czyli rozpatrywaniem poszczególnych przypadków działań wiedzotwórczych w oparciu o intuicję, normy etyczne obowiązujące w innych obszarach, odwołując się do rozmaitych teorii etycznych etc. Być może dzieje się tak dlatego, że „[e]tyka badań naukowych, podobnie jak bioetyka czy ekoetyka, wyrasta nie tyle z rozważań teoretycznych, co z praktyki społecznej” (Lekka-Kowalik 2011, s. 108). Oczywiście jest to jedynie wyjaśnienie, a nie usprawiedliwienie takiego stanu rzeczy, gdyż jak zauważono wcześniej etyka badań naukowych jest dyscypliną filozoficzną „sięgającą do pierwszych i elementarnych składników moralności” (Ślipko 1974, s. 17), więc choć przy stawianiu pytań może odwoływać się do konkretnych przypadków, to na ich analizie poprzestać nie powinna. Ów brak wyraźnej metodologii badań owocuje także brakiem wyraźnej struktury – działów etyki badań naukowych, porządkujących podejmowaną przez tę dyscyplinę problematykę.

Funkcje etyki badań naukowych są natomiast dwojakie. Zaspokaja ona potrzeby teoretyczne, zapełniając lukę w rozumieniu działań naukowych powstałą jako wynik przeświadczenia o neutralności nauki (M. Weber, K. Popper). Owa epistemiczna luka pojawiła się wraz z odkryciem istnienia aksjologicznego wymiaru nauki, także dzięki analizom procesu badania naukowego oraz skutków społecznych i osobistych tak rozwoju naukowego, jak i przyjęcia poglądu aksjologicznej neutralności (m.in. R. Proctor, E. Agazzi, A. Lekka-Kowalik). Etyka badań naukowych zaspokaja więc – jak wiele innych nauk – ciekawość poznawczą człowieka i potrzebę rozumienia własnych działań. Wydaje się jednak, że nie jest to ani główna przyczyna powstania etyki nauki, ani jej główna funkcja. Etyka badań naukowych wyrosła z potrzeby społecznej, także z poczucia zagrożenia, jakie społeczeństwo i jego członkowie mają, gdy nauka uprawiana jest bez zasad etycznych lub przy ich niewłaściwym doborze. Zaczęto – pod wpływem „skandali” w nauce związanych z nierzetelnością badań czy społecznie groźnymi konsekwencjami eksperymentów – analizować praktyki naukowe i nieetyczne zachowania. Zbierając wyniki refleksji w etyce badań naukowych Agnieszka Lekka-Kowalik (2011), wśród tych ostatnich wymienia między innymi następujące: fabrykowanie danych (*forging*); „przycinanie” danych (*trimming*), które polega na wygładzaniu nieregularności tak, by dane sprawiały wrażenie precyzyjnych i dokładnych; „przyrządzanie” danych (*cooking*) poprzez odrzucenie danych niewygodnych, bo podważających preferowaną hipotezę; używanie niewłaściwych metod pomiarowych lub statystycznych w celu podwyższenia znaczenia uzyskanych wyników; stronniczość w opracowywaniu projektów badawczych i ich wyników (np. dobieranie prób badawczych na podstawie rasistowskich uprzedzeń); interpretowanie wyników, by były zgodne z filozoficznymi czy religijnymi założeniami danej wspólnoty badawczej; produkowanie bezwartościowych publikacji: powielanie artykułów, publikowanie wyników w kilku częściach, by powiększyć tzw. dorobek naukowy, przedwczesne ogłaszanie wyników, by zapewnić sobie pierwszeństwo odkrycia; nierzetelność w komunikowaniu wyników: podanie nieadekwatnego prze-

biegu eksperymentu, uniemożliwienie dostępu do materiałów, które były podstawą opublikowanej pracy, także zniszczenie danych doświadczalnych zbyt szybko, „po-grzebanie” wyników, co polega na opublikowaniu wyników jakoś bulwersujących czy kontrowersyjnych w mało znanym, czytany przez garstkę specjalistów czasopiśmie (najlepiej w „egzotycznym” języku), by w razie ich potwierdzenia przez inny ośrodek, móc domagać się uznania pierwszeństwa odkrycia; plagiat, czy nawet szerzej: brak sprawiedliwego uznania zasług co do autorstwa idei, pomysłu badawczego, danych itd., paternalizm i wykorzystywanie zależności służbowych przy planowaniu i publikowaniu badań – chodzi przede wszystkim o nieuzasadnione żądanie współautorstwa, utracanie projektów niemieszczących się w koncepcjach prowadzącego, wykorzystywanie podwładnych do realizacji własnych projektów, karanie za „nielojalność”, niedostateczny nadzór nad pracami doktorskimi, przemilczanie zauważonych nieprawidłowości, przy-mykanie oczu na wykroczenia przeciwko etosowi nauki ze względu na dobro projektu czy instytucji; niejawnie tworzenie zespołów, które wykorzystują reputację własnej instytucji do czerpania profitów materialnych, używanie bazy naukowo-technicznej instytucji do realizacji prywatnych zleceń; wykorzystywanie autorytetu nauki (a także reputacji instytucji naukowej) do wspierania projektów ideologicznych czy politycznych; akceptowanie źródeł i warunków finansowania, które mogą zagrozić intersubiektywnej kontrolowalności wyników badawczych lub spowodować konflikt interesów i zobowiązań.

Omówione przez A. Lekką-Kowalik przypadki nie są marginalne. W raporcie *Fostering Research Integrity in Science* z 2010 roku opublikowanym przez *European Science Foundation* czytamy, że na 100 naukowców jeden przyznaje się do jakiejś formy wykroczenia przeciwko dobrym praktykom w nauce. Postuluje się więc ściślejszą zewnętrzną kontrolę i zarządzanie, gdyż mechanizmy samooczyszczania nauki wydają się niewystarczające.

Analizy praktyk wymusiły postawienie istotnych etycznie pytań: Czy naukowiec jest więc tylko „umysłem do wynajęcia”? Kto ma decydować o akceptacji funduszy? Czy należy ujawniać nadużycie i zagrożenia społeczne związane z jakimś projektem, narażając na szwank dobre imię instytucji (tzw. *whistle-blowing*); W jaki sposób skonstruować etykę nauki możliwą do przyjęcia przez ogół naukowców, a jednocześnie nie ograniczającą rozwoju nauki i bezpiecznej dla jej odbiorców – ogółu społeczeństwa? Przed kim i w jaki sposób odpowiedzialny jest naukowiec? Gdzie leżą granice uprawiania nauki? Czy każda wiedza jest dobra, czy też jest jakaś „wiedza zakazana”? Kto ma prawo do wyników badań naukowych? Czy naukowiec ma prawo odmówić badań na podstawie swoich przekonań moralnych? Czy można zadać cierpienie zwierzętom, by uzyskać interesujące wyniki badań?

Poszukiwania odpowiedzi na te i podobne pytania poszerzyły problematykę etyki nauki. Oczekuje się od niej konkretnych zastosowań społecznych: ma z jednej strony stanowić podstawę edukacji młodych adeptów nauki, a z drugiej – podstawę regulacji prawnych nauki. Stąd postępuje proces instytucjonalizacji tej dyscypliny, m.in. powołanie komitetów etycznych przy uczelniach i ośrodkach badawczych, rozwój kodeksów zawodowych dla poszczególnych dyscyplin, czy włączenie przedmiotu „etyka badań naukowych” jako obowiązkowego elementu akademickiego curriculum.

CZY ISTNIEJE ETYKA DLA NAUKOWCA?

Pozostaje natomiast teoretyczny problem, czy potrzebna jest jakaś specjalna etyka dla naukowców, czy nie wystarczy „zwykła” etyka zajmująca się działaniem ludzkim jako takim. Na to pytanie odpowiada Tadeusz Styczeń (1998). Proponuje on, by zastanowić się, co mogłaby znaczyć odpowiedź: Nie ma etyki dla naukowca. Jego zdaniem są możliwe dwa rozumienia tej odpowiedzi. Pierwsze eliminuje problem, bowiem stwierdza, że naukowców obowiązuje ta sama etyka co wszystkich ludzi i nie ma potrzeby poszukiwania jakiejś jej specjalnej odmiany, która rządziłaby nauką. Drugie rozumienie wyłącza naukowców spod etyki, a to z racji ich powołania do odkrywania prawdy – działania naukotwórcze miałyby być podporządkowane jedynie normom logiczno-metodologicznym.

Oba warianty – twierdzi Tadeusz Styczeń – należy odrzucić, ponieważ prowadzą do jawnie fałszywych konsekwencji. Ten pierwszy zdaje się implikować, że nie istnieje wartość, która odróżniałaby działania naukotwórcze od wszelkich innych ludzkich działań i wobec tego nie istnieją naukowcy jako wyróżnione podmioty działające – co jest konsekwencją nie do przyjęcia. Wariant drugi zdaje się implikować, że działania naukotwórcze nie są działaniami ludzkimi (skoro nie podlegają ogólno ludzkiej etyce) albo też czyni z naukowców jedynych „prawdziwych ludzi”, ponieważ przyjmuje, że normy logiczno-metodologiczne uprawiania nauki stanowią naczelną normę moralności, a to właśnie podleganie naczelnej normie moralności stanowi wskaźnik, iż mamy do czynienia z działaniami ludzkimi. Pozostałe „człeko-identyczne” istoty mogą więc zostać potraktowane instrumentalnie w imię realizacji działań naukotwórczych prowadzących do rzetelnej wiedzy o świecie. W świetle tych rozważań alternatywa: etyka dla naukowca jest redukowalna albo do „zwykłej” etyki albo do reguł logiczno-metodologicznych, jest fałszywym dylematem. *Tertium „i”* rysuje się bowiem bardzo wyraźnie, gdy zdamy sobie sprawę, że wiedza naukowa jest dobrem dla osoby. W praktyce oznacza to, iż naukowiec podlega i normom „zwykłej” etyki i normom logiczno-metodologicznym, a pytanie o etykę dla naukowca staje się pytaniem o relację między afirmacją osoby i afirmacją prawdy odkrywanej w nauce jako dobra dla osoby. By jednak odpowiedzieć na to pytanie, należy osadzić etykę badań naukowych na rozumieniu człowieka.

Przedstawiona wyżej krótka charakterystyka etyki nauki pokazuje, że jest ona dyscypliną doniosłą zarówno epistemicznie, jak i praktycznie. Pomimo że utworzona na bazie potrzeb społecznych, to metody nauk społecznych czy metoda *case-studies* nie są wystarczające, by zrealizować jej teoretyczne i praktyczne cele. Tworzenie jej w oparciu o studia przypadków przyjmuje u swych podstaw jakąś bliżej nieokreśloną intuicję moralną osoby. Jednakże – jak pokazano wyżej – nawet uzasadnienie konieczności uprawiania etyki badań naukowych jako dyscypliny normatywnej wymaga osadzenia jej w antropologii, a nie na bliżej nieokreślonych intuicjach. Wydaje się, że takie ustalenie fundamentu w postaci właściwej koncepcji człowieka, jak i dobór metody formułowania norm – choć oczywiście nie niezawodne – przynależą do filozofii i etyki klasycznej, która ustalając zasady zwraca się do rzeczywistości, a nie do ocen społecznych i pyta o to, kim jest człowiek, a nie jak rozumie się człowieka w poszczególnych kulturach

czy koncepcjach. Starając się odkryć prawdę o człowieku, jednocześnie stara się odkryć powszechne normy etyczne. Dopiero tak teoretycznie ugruntowana etyka nauki może stanowić podstawę do osiągnięcia praktycznych skutków dobrych dla człowieka. Etyka badań naukowych jest więc doskonałym przykładem na to, że nie ma nic bardziej praktycznego, jak dobra teoria.

LITERATURA

- Kamiński S., *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin: Towarzystwo Naukowe Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego 1992.
- Lekka-Kowalik A., *Etyka badań naukowych: jej status metodologiczny i formy instytucjonalne* [w:] P. Kawalec, P. Lipski, R. Wodzis (red.), *Podstawy naukoznawstwa*, t. 1, Lublin: RWKUL 2011, s. 107–130.
- Popper K.R., *Odpowiedzialność moralna uczonego*, [w:] tenże, *Mit schematu pojęciowego. W obronie nauki i racjonalności*, Warszawa: Książka i Wiedza 1997, s. 137–146.
- Styczeń T., *ABC etyki*, Lublin: Redakcja Wydawnictw Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego 1983.
- Styczeń T., *Czy istnieje etyka dla naukowca?*, „Ethos” 1998, z. 44, s. 75–83.
- Ślipko T., *Etos chrześcijański Zarys etyki ogólnej*, Kraków: Wydawnictwa Apostolstwa Modlitwy 1974.

JUSTYNA HERDA

NAUKA I ESTETYKA

Wiadomości wstępne

Źródła estetyki można poszukiwać w zamierzonych dziejach ludzkości, jakkolwiek dyscyplina filozoficzna o tej nazwie wyłoniła się dopiero w XVIII wieku. Mimo tak długiej i zarazem bogatej historii status estetyki jest kwestią sporną, zarówno jeśli chodzi o jej zdefiniowanie, jak i określenie przedmiotu jej zainteresowań. Etymologicznie termin *estetyka* wywodzi się z języka greckiego – *aisthetike episteme* i oznacza wiedzę o spostrzeżeniu zmysłowym. Jak widać współczesne określenia estetyki nie do końca odpowiadają określeniu źródłowemu. Z chwilą przyporządkowania piękna doskonałej formie poznania zmysłowego położony został fundament pod określenie estetyki jako teorii piękna i sztuki. Piękno stało się źródłem refleksji estetycznej. Günther Pöltner podaje za *Historycznym słownikiem filozofii*, że „słowo „estetyka” zadomowiło się jako nazwa tej gałęzi filozofii, która zajmuje się ogólnie sztuką i pięknem, tak że sztuki piękne zarówno w ich obecnej postaci, jak i w ich europejskich i pozaeuropejskich dziejach uważane są za przedmiot estetyczny, a towarzyszące im teorie Platona czy Plotyna, średniowiecza czy Kanta, Schellinga czy Hegla za teorie estetyczne”¹. Należy tu jeszcze raz zaznaczyć, że „Źródłem refleksji estetycznej nie było zjawisko sztuki, lecz zjawisko piękna; ono jest pierwszym i najbardziej brzemienym w skutki wydarzeniem w historii estetyki”².

Ustalenie początku refleksji estetycznej okazuje się zadaniem stosunkowo trudnym. W. Tatarkiewicz podkreśla, że jeśli potraktujemy dyscyplinę odpowiednio szeroko, tak by obejmowała estetykę implikowaną w dziełach sztuki, to właściwie prawie niemożliwe staje się ustalenie jej początków. Można, co najwyżej, ustalić ów początek arbitral-

¹ G. Pöltner, *Estetyka filozoficzna*, Kraków 2011, s. 11.

² Baumler 1934, s. 3, za: Pöltner dz. cyt., s. 17.

nie w jakimś wybranym punkcie dziejów rozwojowych. „Ludy starożytnego Wschodu, a w szczególności Egipcjanie mieli koncepcję doskonałej sztuki i właściwych proporcji, według których zarówno w architekturze, jak w rzeźbie, ustalali swe kanony. Nie mieli tego rozumienia sztuki, które dziś uważamy za prostsze i naturalniejsze i którego skłonni bylibyśmy oczekiwać w zaraniu dziejów. Sądząc z zachowanych zabytków, nie przykładali szczególnej wagi do odtwarzania rzeczywistości ani do wyrażania uczuć, ani do dawania uciechy widzom i słuchaczom. Wiązali swą sztukę z religią i z zaświatami raczej niż z otaczającym światem. Myśleli o oddaniu w niej istoty rzeczy raczej niż ich wyglądu. Formom schematycznym i geometrycznym dawali pierwszeństwo przed żywymi formami otaczającego świata. Dopiero Grecy, oderwawszy się od Wschodu i wszedłszy na własną drogę, postawili sztuce tamte zadania, zaczęli nowy okres”³.

Estetyka jest dziedziną dwutorową – z jednej strony stanowi filozoficzną refleksję nad kategorią piękna, a z drugiej nad rozmaicie ujmowaną sztuką. Jak podkreśla Tatarkiewicz, estetyka jako całość obejmuje zarówno naukę o pięknie, jak i o sztuce, i dziś już nie sposób obu kategorii traktować rozdzielnie. Z czasem uczeni doszli do wniosku, że trudno jest traktować piękno jako coś obiektywnego, gdyż trudno znaleźć przedmiot, który dla każdego wydawałby się taki sam pod względem przeżyć estetycznych – dla jednych będzie (bądź kiedyś był) piękny, a dla innych wręcz przeciwnie. Toteż wielu estetyków doszło do przekonania, że przedmiotem estetyki nie jest piękno, ale raczej postawa estetyczna i przeżycie piękna. Tatarkiewicz podkreśla, że „jest słuszne, aby w estetyce obok obiektywnych zagadnień znalazło się miejsce dla zagadnień subiektywnego przeżycia”⁴. Mamy tu więc dwa kolejne tory badań estetycznych – zagadnienia obiektywne i subiektywne. Jej dwoisty charakter ujawnia się również z innej perspektywy. Z jednej strony estetyka ma charakter opisowy – stwierdza i uogólnia fakty. Z drugiej natomiast ma charakter normatywny – daje zalecenia, jak należy postępować, by wytwarzać dobrą sztukę.

PRZEDMIOT ESTETYKI

Biorąc pod uwagę klasyczną definicję estetyki jako dyscypliny filozoficznej, należy za przedmiot jej zainteresowania uznać spostrzeżenie zmysłowe. Jak jednak zostało zaznaczone już wcześniej, w obszarze badawczym estetyki znajdują się takie fenomeny jak piękno i sztuka.

Trudno podać jedną akceptowaną przez wszystkich definicję piękna. Charakterystyka tego, co uważane za piękne, zmieniała się na przestrzeni dziejów, przyjmując cechy charakterystyczne dla danej epoki. Chcąc więc scharakteryzować kategorię piękna należy przeanalizować jej rozumienie w historii refleksji estetycznej. Ujmując rzecz bardzo skrótowo można stwierdzić, że przewodnimi motywami piękna w starożytności były symetria i proporcja. Te cechy ujawniały się we wszystkich dziedzinach sztuki. Szczególnie widoczne były w rzeźbie (np. dzieła Polikleta z V wieku p.n.e., *Dawid* Michała Anioła). W tym czasie opracowano szczegółowe proporcje ciała ludzkiego decydujące

³ W. Tatarkiewicz, *Historia estetyki*, t. 1, Warszawa 2009, s. 16–17.

⁴ Tamże, s. 10.

o jego atrakcyjności w postaci tzw. *złotej proporcji* (*złoty podział Hippasusa*)⁵. Zasada ta orzekała, że pępek dzieli ciało człowieka na dwie części. Całość wzrostu ma się tak do większej części, jak większa do mniejszej – jest to tzw. złota liczba 1,618033988749... (liczba ϕ). Zasada ta stosowana była nie tylko w sztuce, ale także między innymi w matematyce i astronomii. Adolf Zeilinger zauważył, że złota proporcja jest kluczem do zrozumienia prawie wszystkich nauk⁶.

Średniowiecze było okresem ascezy, postrzegania ciała jako zła koniecznego. Nie przywiązywano wtedy szczególnej uwagi do piękna i atrakcyjności ciała, co przejawiało się w powstających dziełach sztuki. Cechą charakterystyczną tego czasu (podobnie jak czasów nowożytnych) był nacisk na subiektywny aspekt piękna. Uważano, że piękno przedmiotu zależy od jego własności, ale także od wymagań podmiotu. W renesansie nastąpił powrót do ideałów starożytności po średniowiecznej *ascetycznej przerwie*. Pojawiały się nowe kanony piękna ludzkiego ciała oparte na zasadach proporcji, np. kanon piękna Leonarda da Vinci – długość głowy powinna zmieścić się 8 razy w długości ciała, kanon piękna Albrechta Dürera dotyczący ciała kobiecego – długość głowy łącznie z szyją powinna zmieścić się 7 razy w długości ciała. W XVIII w. kanon piękna oparty był wciąż na numerycznych proporcjach wymiarów ciała – tzw. *idealny człowiek* A. Giovanniego.

Współcześnie znacząco podkreślany jest subiektywny charakter piękna. Jest to z pewnością związane, między innymi, z rozwojem dyscyplin określanych jako poznawcze (neuronauka, kognitywistyka), a w związku z tym z przeniesieniem nacisku na podmiot poznawczy (analizy dotyczące mózgu i umysłu). Tendencja taka utrzymuje się od czasów nowożytnych, a współcześnie nabiera nowego charakteru.

Powyższe zasady określania piękna miały swoje odbicie w powstających dziełach sztuki. Widać tu więc przenikanie się i wzajemne zależności między oboma przedmiotami zainteresowań estetyki. W związku z subiektywizacją przedmiotu zainteresowania estetyki mówi się dziś o postawie estetycznej czy przeżyciach estetycznych jako zagadnieniach, którymi zajmuje się interesująca nas dyscyplina.

ESTETYKA NAUKOWA

Tradycyjnie estetyka pozostaje dyscypliną filozoficzną z określonymi metodami badawczymi i obszarem zainteresowań, próbując udzielić odpowiedzi na pytanie czym jest piękno i jaka jest jego natura. W ostatnich latach jednak, w wyniku rozwoju neuronauk, ta sytuacja zaczęła się zmieniać, umożliwiając empiryczne badania dotyczące tradycyjnych zagadnień estetyki – piękna, sztuki, przeżyć i postaw estetycznych.

NEUROESTETYKA

Współczesny intensywny rozwój nauk o mózgu i procesach poznawczych skutkuje powstawaniem kolejnych obszarów badań interdyscyplinarnych, a nawet multidyscyplinarnych. Tradycyjne problemy filozoficzne wchodzą obecnie w zakres badań nauko-

⁵ Por. M. Čabrić, L. Pokrywka, *Piękno ciała*, Warszawa 2010, s. 18.

⁶ Za: M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 19.

wych, jak np. umysł, świadomość, a także piękno. Jedną z nowo powstałych dyscyplin prowadzących wieloaspektowe i szeroko zakrojone badania jest neuroestetyka, która intensywnie rozwija się w ostatnim dziesięcioleciu. Jej celem jest naukowe wyjaśnienie zjawisk składających się na percepcję dzieła sztuki. Termin *neuroestetyka* na określenie nowych badań nad sztuką został zaproponowany przez neurobiologa Semira Zekiego w 1999 roku, który stwierdził, że sztuka wyrasta z fizjologii naszego mózgu. Zaznacza on, że ogólna funkcja sztuki polega na poszukiwaniu stałych, trwałych, istotowych cech przedmiotów, powierzchni, sytuacji, co pozwala nam zdobyć ogólną wiedzę nie o konkretnym przedmiocie czy sytuacji, ale o całej klasie danych przedmiotów czy sytuacji. Dodaje także, że funkcje, jakie pełni sztuka stanowią przedłużenie funkcji wzrokowej mózgu⁷. Czołowym badaczem jest tu obok Zekiego Vilayanur S. Ramachandran. Podkreśla on, że neuroestetyka jest pewnym obszarem, w którym może nastąpić owocny poznawczo dialog między artystami, neurofizjologami, psychologami percepcji i historykami sztuki. Może nastąpić spotkanie przedstawicieli dwóch odmiennych kultur (w rozumieniu C.P. Snowa). Oczywiście jest, że aby taka sytuacja mogła rzeczywiście mieć miejsce, zarówno uczeni, jak i artyści muszą zdawać sobie sprawę ze złożoności badanego zjawiska oraz przyznać, że neuronauka sama w sobie nie jest wystarczająca do opisanie i wyjaśnienia sztuki, ale może wzbogacić nasze rozumienie zagadnienia przez zwrócenie uwagi na kolejny jego wymiar⁸. Piotr Przybysz określa neuroestetykę jako „jedną z nowo powstałych dyscyplin kognitywnych, której celem jest naukowe wyjaśnienie zjawisk składających się na percepcję (lub szerzej: poznanie) dzieła sztuki. (...) jest ona przedsięwzięciem interdyscyplinarnym, w którym uczestniczą przedstawiciele różnych tradycyjnych dyscyplin badawczych, takich jak psychologia, fizjologia czy neurobiologia”⁹.

Zeki zauważa, że poważnym brakiem dotychczasowych rozważań nad tworzeniem i odbiorem sztuki było nieuwzględnianie w nich danych na temat funkcjonowania mózgu. Neuroestetyka ma być tą dyscypliną, która zapełnia ową lukę, poszukując neurobiologicznych podstaw przeżyć estetycznych. Jak twierdzą bowiem neuroestetycy, tworzenie i przyjemność obcowania ze sztuką jest możliwe tylko dzięki istnieniu wspólnych wszystkim ludziom struktur mózgu, odpowiedzialnych za percepcję¹⁰.

Zasadnicze pytania stawiane w ramach neuroestetyki są następujące: 1. Jakie elementy neuronalne są konieczne do przeżywania sztuki? 2. Jakie prawa leżą u podłoża odbioru sztuki, szczególnie percepcji dzieła sztuki? 3. Jakie można wskazać podobieństwa i różnice w zakresie pobudzenia centralnego systemu nerwowego podczas percepcji

⁷ S. Zeki, *Art and the Brain*, „Daedalus” 1998, nr 2 (127), s. 71–103.

⁸ Zob. M. Huang, *The neuroscience of art*, „Stanford Journal of Neuroscience” 2009, 1 (2), s. 24–26.

⁹ P. Przybysz, *O uchwytowaniu piękna. Rola deformacji estetycznych w tworzeniu i percepcji dzieła sztuki w ujęciach neuroestetyki*, [w:] W. Dziarnowska, A. Klawiter (red.), *Mózg i jego umysł. Studia z kognitywistyki i filozofii umysłu* 2, Poznań 2006, s. 365–385.

¹⁰ Zob. P. Markiewicz, P. Przybysz, *Neuroestetyczne aspekty komunikacji wizualnej i wyobraźni*, [w:] P. Francuz (red.), *Obrazy w umyśle. Studia nad percepcją i wyobraźnią*, Warszawa 2007, s. 111–148.

artystycznego i nieartystycznego przedmiotu? 4. Jakie istnieją podobieństwa i różnice w zakresie pobudzenia centralnego systemu nerwowego podczas percepcji odmiennych rodzajów dzieł sztuki? 5. Jakie emocje towarzyszą odbiorowi dzieła sztuki? 6. Czy można wskazać wartość przystosowawczą sztuki w perspektywie ewolucyjnej?¹¹ W związku z tym, cele badań neuroestetycznych można scharakteryzować jak niżej:

1. „Badanie procesów twórczych w sztukach plastycznych, zrozumienie działania mózgu w czasie takich procesów.
2. Podkreślanie centralnej roli, jaką pełnią badania nad mózgiem dla zrozumienia natury ludzkiej, przejawiającej się nie tylko w sztuce czy muzyce, lecz również moralności, zachowaniach społecznych i antyspołecznych, religii i innych dziedzinach wpływających na życie codzienne.
3. Zainteresowanie neurobiologów badaniem sztuki jako metody badania organizacji przetwarzania informacji przez mózg.
4. Badanie praw percepcji, którym podlega tworzenie sztuki, zarówno na etapie tworzenia jak i oglądania.
5. Zrozumienie sztuki w świetle zadań, stojących przed układem wzrokowym, lub ogólnie stojących przed mózgiem, to jest gromadzenia wiedzy o świecie i sposobach jego poznawania”¹².

W kontekście rozwoju badań nad neurologicznymi podstawami przeżyć estetycznych pojawia się pytanie, czy istnieją „reguły” sztuki pozwalające zrozumieć dlaczego pewne reprezentacje przedmiotów wydają się nam piękne, a inne wręcz przeciwnie. Kluczem do odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób sztuka oddziałuje na widza, jest zrozumienie, jakiego rodzaju bodźcem dla systemu percepcyjno-emocjonalnego jest dzieło sztuki. V.S. Ramachandran¹³ wyróżnił kilka elementów, których obecność jest istotna w dziełach sztuki: uwypuklanie określonych elementów, wynikające z zasady „wzmocniania różnic”; izolowanie pojedynczych modów wzrokowych (kształt, kolor, ruch), co pozwala na większe skupienie uwagi; grupowanie percepcyjne (*Gestalt*), pozwalające na rozdzielenie obiektów od tła i wskazanie relacji podobieństwa; wzmocnianie wrażenia przez mocniejsze zarysowanie jakiegoś elementu, np. kontrastu; unikanie nienaturalnych punktów widzenia i przypadkowych połączeń; wyzwania dla percepcji, które mają wywoływać zaciekawienie; aluzje i metafory stosowane, aby silnie pobudzić korę skojarzeniową i złożone procesy myślenia; symetria, która już w czasach starożytnych była wyznacznikiem atrakcyjności. Okazuje się, że obiekty symetryczne zwiększają synchronizację pomiędzy procesami w obu półkulach mózgu, prowadząc do silniejszego pobu-

¹¹ Por. tamże.

¹² W. Duch, *Neuroestetyka i ewolucyjne podstawy przeżyć estetycznych*, <http://www.fizyka.umk.pl/publications/kmk/07-Neuroestetyka.pdf>, [dostęp: 12.09.2011].

¹³ V.S. Ramachandran, W. Hirstein, *Nauka wobec zagadnienia sztuki. Neurologiczna teoria doświadczenia estetycznego*, [w:] W. Dziarnowska, A. Klawiter (red.), *Mózg i jego umysł. Studia z kognitywistyki i filozofii umysłu 2*, Poznań 2006, s. 327–364.

dzenia¹⁴. Dzięki zastosowaniu powyższych elementów dzieło sztuki staje się bodźcem szczególnym, gdyż wyróżnia się z otoczenia, przyciąga uwagę odbiorcy oraz porusza go emocjonalnie. Według neuroestetyków, receptura na dzieło sztuki polega na stworzeniu takiego bodźca, który pobudza określone obszary w mózgu, a w konsekwencji wywołuje pożądaną reakcję percepcyjno-emocjonalną u odbiorcy. Artysta określany jest zatem często jako „nieświadomy neurobiolog”, a dzieło sztuki jako swego rodzaju *superbodziec* pobudzający określone moduły funkcjonalne w mózgu widza.

Markiewicz i Przybysz¹⁵ przedstawili typologię artystycznych bodźców wizualnych, które wywołują określone wrażenia estetyczne:

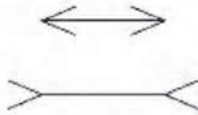
- ✓ bodziec iluzyjny;
- ✓ bodziec niejednoznaczny;
- ✓ bodziec wyolbrzymiony;
- ✓ bodziec relacyjny;
- ✓ bodziec empatyzujący.

Bodziec iluzyjny

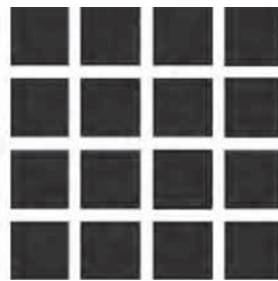
Zadaniem bodźca tego typu jest wywołanie u widza iluzji wizualnych. Dobrym przykładem wykorzystania iluzji przez artystów jest tzw. sztuka *op-art*, oparta na iluzjach geometrycznych lub sztuka kinetyczna (iluzje kinetyczne), a także malarstwo renesansowe, gdzie często wykorzystywano iluzję perspektywy. Iluzje wywołują w umyśle odbiorcy wrażenie występowania przedmiotu lub cechy, które w rzeczywistości nie występują. Powszechnie znanym przykładem iluzji jest trójkąt Kanizsy (ryc. 1a) lub iluzja Mullera-Lyera (ryc. 1b) czy krata Hermmana (ryc. 1c). Zasadnicze prawa psychologiczne, które rządzą powstawaniem wrażenia trójkąta iluzorycznego (ryc. 1a), to: (a) gestaltowskie domykanie figury jako trójkąta, oraz (b) rekonstruowanie figury iluzorycznej na podstawie istniejącego tła¹⁶.



Ryc. 1a



Ryc. 1b



Ryc. 1c

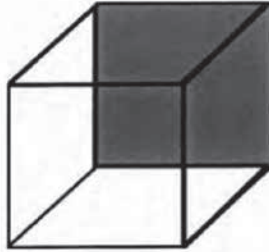
¹⁴ Por. Duch, dz. cyt.

¹⁵ P. Markiewicz, P. Przybysz, dz. cyt., s. 111–148.

¹⁶ Por. Zanuttini 2012 http://opendepot.org/1074/1/Illusory_Modification_of_Lightness-in_Anomalous_Figures.pdf, [dostęp: 10.06.2012].

Bodziec niejednoznaczny

Bodziec niejednoznaczny pojawia się bardzo często jako element w sztuce wizualnej. „Specyfika takiego bodźca sprowadza się do dwóch wymiarów. Pierwszy wymiar polega na dostarczeniu widzowi kilku alternatyw percepcyjnych. Drugi wymiar to brak informacji zawartych w dziele”¹⁷. Jako przykład niejednoznacznego bodźca wizualnego z dwoma równoważnymi rozwiązaniami percepcyjnymi jest kostka Neckera (ryc. 2a). Odbiorca nie jest w stanie jednoznacznie stwierdzić, czy sześcian opada w dół, czy też jest podniesiony w górę. Oba rozwiązania są równie zasadne.



Ryc. 2a

Znana skądinąd waza Rubina (ryc. 2b) reprezentuje bardziej zaawansowany poziom przetwarzania informacji percepcyjnej. „Podczas dostrzegania na rysunku twarzy i wazy aktywują się specyficznie odmienne obszary mózgu w obrębie brzusznych struktur potylicznych”¹⁸. Badanie funkcjonalne mózgu pokazały, że w czasie zmiany interpretacji obrazu występuje aktywność w obszarach ciemieniowo-czołowych. Oznacza to, że w tym przypadku (a w przeciwieństwie do percepcji kostki Neckera) występują procesy decyzyjne.



Ryc. 2b

Bodziec wyolbrzymiony

Zastosowanie tego typu bodźca polega na dokonaniu deformacji określonej cechy przedstawianego przedmiotu lub postaci w określonych przestrzeniach¹⁹ (np. wyolbrzymienie, zmiana proporcji, deformacje w przestrzeniach koloru, ruchu czy głębi).

¹⁷ P. Markiewicz, P. Przybysz, dz. cyt., s. 111–148.

¹⁸ Tamże.

¹⁹ V.S. Ramachandran, W. Hirstein, dz. cyt., s. 327–364.

Jak zauważają Markiewicz i Przybysz: „Mechanizm ten odsłania być może zasadniczą cechę naszego układu percepcyjno-emocjonalnego: wzmocnione reagowanie na wyolbrzymione, przesadzone cechy”²⁰. Dobrym przykładem może być posążek bogini Parvatti, którego twórca w sposób przesadny i wręcz karykaturalny ukazał kobiece kształty (wąska talia, wydłużone ręce i dłonie), zwiększając siłę jego oddziaływania na widza²¹. Innym przykładem mogą być wydłużone postacie El Greca. Ramachandran i Hirstein²² wysuwają przypuszczenie, że mózg wyposażony jest w pewne specyficzne neurony reprezentujące jakości ciała kobiecego, których pola recepcyjne wykazują wzmoczoną reakcję na przesadzone kształty. Przykładowo, twórca posążka bogini Parvatti, posługując się przerysowaniami, stworzył konkretny *superbodziec*, który silnie pobudza owe neurony. Zastosowanie bodźca wyolbrzymionego ma na celu silne pobudzenie układu emocjonalnego odbiorcy dzieła, co będzie skutkowało pojawieniem się emocji estetycznej.

Bodziec relacyjny

Bodziec relacyjny odnosi się do dzieł, które nawiązują do prac innego autora. Istotą tego bodźca jest wywołanie w umyśle widza procedur porównywania.

Bodziec empatyzujący

Bodziec empatyzujący stanowią dzieła sztuki, które wykazują silny wpływ na psychikę odbiorcy, wymuszając jednocześnie określoną odpowiedź społeczną na zawartą treść. Zdolność takiej odpowiedzi na wizualne bodźce artystyczne jest przejawem ogólnej dyspozycji do zachowań empatycznych. „Wyniki wielu badań neurokognitywnych pozwalają sądzić, że empatia nie jest prostym jednomodułowym procesem, lecz wielowymiarowym zbiorem różnych dyspozycji wrodzonych i nabytych. Wśród nich badacze wyróżniają dwa podstawowe profile empatii – kognitywny i afektywny. Na poziomie kognitywnym empatia estetyczna dotyczy zdolności detekcji (percepcja, rozumienie, wyobrażenie, wnioskowanie) psychologicznego stanu podmiotu przedstawionego w dziele, a zwłaszcza trafnej koncepcji jego stanów umysłowych. Natomiast w aspekcie afektywnym empatia estetyczna oznacza zdolność do doświadczenia adekwatnych emocjonalnych reakcji w kontekście obserwowanego stanu. Inaczej mówiąc, jest to emocjonalna zdolność do przyjmowania psychologicznego stanu innego podmiotu”²³. Odpowiednio do dwóch powyżej wyróżnionych typów empatii estetycznej możemy mówić o dwóch odmianach bodźca empatyzującego w sztuce: bodziec empatyzujący w wersji kognitywnej (scena na obrazie Vermeera *Czytająca list przy otwartym oknie*) oraz bodziec empatyzujący z wersji afektywnej, jak w przypadku dzieła Caravaggia *Judyta i Holofernes*. Obraz ten oddziałuje silnym przekazem emocjonalnym, wywołując u widza stan empatii afektywnej.

²⁰ P. Markiewicz, P. Przybysz, dz. cyt., s. 111–148.

²¹ Por. V.S. Ramachandran, W. Hirstein, dz. cyt., s. 327–364.

²² Tamże.

²³ P. Markiewicz, P. Przybysz, dz. cyt., s. 111–148.

Odpowiednio stworzone dzieło sztuki (z wykorzystaniem wiedzy neurobiologicznej) pobudza więc określone obszary w mózgu odbiorcy, wywołując nie tylko postawę poznawczą, ale także emocjonalną, co dodatkowo wzmacnia reakcję na dzieło.

Mając na uwadze dynamiczny rozwój dyscyplin kognitywnych i neuronauk, w tym neuroestetyki, należy jednak pamiętać, że, jak słusznie zauważa W. Duch, „nie można sprowadzić sztuki tylko do pobudzeń mózgu. Neuroestetyka nie zastąpi tradycyjnych teorii estetyki (pomimo początkowych zapowiedzi pionierów tej dziedziny, S. Zekiego i V. Ramachandrana), może za to odpowiedzieć na zupełnie odmienne pytania niż tradycyjne analizy historyczne i filozoficzne”²⁴. Zasadne i owocne jest więc podejście multidyscyplinarne do zagadnień estetycznych, co z pewnością dostarczy wartościowych i pełniejszych opisów i wyjaśnień.

BIOLOGIA PIĘKNA

Okazuje się, że fenomen piękna może być również rozpatrywana w kontekście teorii ewolucji biologicznej, a więc jako przystosowanie zapewniające przetrwanie i wydanie potomstwa (sukces ewolucyjny). W kategorii piękna mogą być przedstawiane takie cechy, jak ogon samca pawia, śpiew ptaków, poroże jelenia, kolorowe upierzenie samca kaczki oraz określone cechy ciała ludzkiego. Można podać kilka powodów pojawienia się takich cech w populacjach organizmów żywych: wrażenie, jakie wywołują na samicach danego gatunku; wrażenie, jakie wywołują na innych gatunkach; wartość przystosowawcza.

W kontekście ewolucyjnym *piękno* rozumiane jest jako *atrakcyjność* (*attractio* – przyciągać), a więc przyciąganie. Należy zauważyć, że zgodnie z ewolucyjnym podejściem siła przyciągania powinna mieć określone znaczenie biologiczne. Zasadne więc wydaje się poszukiwanie ewolucyjnego znaczenia określonych cech, które z jednej strony stanowią o przystosowaniu danego osobnika do środowiska i jego potencjale biologicznym, a z drugiej wywołują wrażenia estetyczne u odbiorcy²⁵.

Teoria ewolucji drogą doboru naturalnego dotyczy zasadniczo cech, które umożliwiają przetrwanie osobnika i wydanie potomstwa. Podstawową jej zasadą jest zasada maksymalnej oszczędności. Trudno pogodzić z tą zasadą takie cechy, jak poroża, ponadprzeciętnej wielkości pióra w ogonach, jaskrawe umaszczenie itp., a więc cechy wydające się być energetyczną rozrzutnością. Już w XIX wieku Darwin opisał proces warunkujący ewolucję takich cech, określając go jako dobór płciowy. Dobór płciowy obejmuje zasadniczo dwa elementy: (a) zdolność do rywalizacji z osobnikami tej samej płci; (b) sygnały przyciągające osobniki płci przeciwnej. W ramach więc tego procesu samce rywalizują o samice, a samice dokonują wyboru najlepszych samców (partnerów do rozrodu), zapewniając sobie zwiększanie sukcesu reprodukcyjnego. Osiągnięcie sukcesu reprodukcyjnego jest „obiektem wielu badań nad doбором płciowym również u *Homo sapiens*. U człowieka dobór ten może być oparty zarówno na świadomej, jak i podświad-

²⁴ W. Duch, dz. cyt., [dostęp: 12.09.2011].

²⁵ Nasze rozważania w tym paragrafie ograniczymy jedynie do człowieka jako przedstawiciela gatunku *Homo sapiens*.

domej analizie różnych sygnałów płciowych, świadczących o rozmaitych aspektach jakości potencjalnego partnera seksualnego. Te sygnały, które najsilniej oddziałują na wybory partnerskie, powinny stać się najbardziej atrakcyjne i poszukiwane²⁶. Badania wskazują, że atrakcyjność ciała jest jednym z najważniejszych czynników doboru partnera nie tylko w związkach krótkotrwałych, ale także w związkach długotrwałych. Współczynnik ten plasuje się w przypadku mężczyzn na poziomie 1,93 (0–3), natomiast w przypadku kobiet 1,77 (0–3) (badania: Rhodes 2005, Thornhill 1995)²⁷.

Badacze wskazują, że współcześnie wyznacznikami piękna ciała ludzkiego są: proporcjonalność budowy (zarówno części względem siebie, jak i części względem całości), symetria oraz inne atrybuty charakterystyczne dla płci (między innymi wzrost – szczególnie w przypadku mężczyzn, stosunek obwodu talii do obwodu bioder – szczególnie u kobiet, ilość i rozmieszczenie tkanki tłuszczowej, symetria w budowie ciała i szczególnie twarzy), a także osobiste preferencje estetyczne²⁸.

Analizując badania dotyczące wysokości ciała u potencjalnych partnerów, można stwierdzić, że w przeciętnej populacji mężczyźni wyżsi postrzegani są przez kobiety jako bardziej atrakcyjni (Lerner i Moore 1974, Gillis i Avis 1980, Jackson i Ervin 1992, Salska 2008)²⁹. Wyżsi mężczyźni otrzymują więcej odpowiedzi na oferty matrymonialne niezależnie od wieku, wykształcenia oraz miejsca zamieszkania (Pawłowski i Kozieł 2002)³⁰. Okazuje się także, że procent kawalerów wzrasta w populacji, gdy spada średnia wysokość ciała (np. w USA w latach 1830–1930; Murray 2000)³¹. Dodatkowo badania dotyczące wysokości partnerów wskazują na kierunkowe działanie doboru płciowego (nie jest to więc tendencja przypadkowa).

Okazuje się, że wzrost ciała u mężczyzn (podobnie, jak inne cechy ciała ludzkiego postrzegane jako posiadające walory estetyczne, w stosunku do których wykształciły się określone preferencje) koreluje z innymi cechami, takimi jak: *dobre geny* (siła fizyczna, szybkość, skoczność, niższy poziom metabolizmu spoczynkowego, większa odporność na odwodnienie, sprawność układu immunologicznego (co wskazuje na odporność na czynniki środowiskowe zaburzające wzrost). Beard i Blaser wykazali w 2002, że choroby infekcyjne w dzieciństwie są zasadniczym czynnikiem obniżającym wysokość ciała³². W wyniku badań prowadzonych w wioskach Bangladeszu przez Blacka (1984) okazało się, że każdy epizod biegunki u dzieci powoduje spadek ostatecznej wysokości ciała o 0,56 cm³³. Badania Patel wskazały z kolei, że dzieci zakażone bakterią *Helicobacter pylori* wykazywały mniejszy o 1,1 cm przyrost między 7 a 11 r.ż.³⁴ Badacze zagadnie-

²⁶ D. Danel, B. Pawłowski, *Atrakcyjność a mechanizmy doboru płciowego i teoria sygnalizacji biologicznej*, [w:] B. Pawłowski (red.), *Biologia atrakcyjności człowieka*, Warszawa 2009, s. 14.

²⁷ Zob. M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 94.

²⁸ Por. M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 25–30.

²⁹ Zob. B. Pawłowski, dz. cyt., s. 67–109.

³⁰ Tamże; por. M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 47.

³¹ Tamże.

³² B. Pawłowski, dz. cyt., s. 67–109.

³³ Za: tamże.

³⁴ Za: tamże.

nia wskazują ponadto, że niżsi mężczyźni częściej chorują i umierają z powodu chorób układu oddechowego, krwionośnego i udarów mózgu (Waalder 1984; Engeland 2003). Waalder przeprowadził badania (1984), w wyniku których stwierdził, że u mężczyzn między 40 a 59 r.ż. o wzroście 165 cm ryzyko zgonu z powodu chorób układu oddechowego i krążenia było o 71% większe niż u wyższych (182,5 cm)³⁵. Okazało się także, że spadek zdolności kognitywnych z wiekiem jest większy u niższych mężczyzn (gorsze warunki rozwoju w dzieciństwie; Abbot (1998)³⁶. Można zatem stwierdzić, że wzrost ciała mężczyzn może wskazywać na określone cechy istotne z biologicznego punktu widzenia, a mianowicie: lepsza ochrona dla partnerki i dzieci w sytuacjach fizycznego zagrożenia, dobre geny, optymalne warunki rozwoju, a co za tym idzie, wysoka odporność immunologiczna oraz efektywniejsze pozyskiwanie zasobów.

Podobne zależności występują również między innymi cechami określanymi jako drugorzędowe cechy płciowe a potencjałem biologicznym danego osobnika. Okazuje się więc, że nasze preferencje estetyczne dotyczące ciała ludzkiego niekoniecznie są arbitralne, ale mają swoje uzasadnienie biologiczne, a więc zostały ukształtowane w toku ewolucji, w wyniku działania doboru płciowego. Oczywiście biologiczna ewolucja człowieka jest w pewien sposób modyfikowana przez kulturę i rozwój technologiczny. Trudno więc oczekiwać, aby kulturowe naleciałości nie miały wpływu na nasze postrzeganie piękna i atrakcyjności. Okazuje się bowiem, że przykładowo w krajach rozwiniętych kanon piękna dotyczący ciała ludzkiego różni się w stosunku do krajów ubogich, gdzie PKB jest zasadniczo niższe. Odmiennie są też definiowane cechy ciała kobiecego postrzegane jako atrakcyjne w krajach, gdzie rola kobiety nie ogranicza się do rodzicielstwa w stosunku do krajów, gdzie jest to rola główna i najważniejsza³⁷.

Milan Čabrić i Leszek Pokrywka zauważają, że „Piękno ciała nie spełnia jedynie roli estetycznego ozdobnika. Jest ono sygnałem informującym o właściwościach danej osoby. Według teorii ewolucji zadaniem piękna ciała jest informować o potencjale rozrodczym. Ze względu na to, że kobiety od mężczyzn różni sposób zaangażowania w rozród, naturalne jest istnienie odmiennego wzorca ideału ciała dla obu płci”³⁸. Najczęściej atrakcyjność fizyczna związana jest z „dobrymi genami” u mężczyzn oraz z płodnością u kobiet.

ZAKOŃCZENIE

Współcześnie estetyka z jednej strony wciąż stanowi dyscyplinę filozoficzną z właściwymi jej metodami badawczymi, a z drugiej można ją scharakteryzować jako obszar badań empirycznych nad fenomenem piękna, sztuki, przeżyć i postaw estetycznych. Intensywnie rozwijająca się neuroestetyka wskazuje na neuronalne odniesienia badanych obiektów, dzięki czemu zyskują one nowy wymiar i głębsze wyjaśnienie. Zaangażowanie perspektywy ewolucyjnej pozwala dostrzec nowe aspekty atrakcyjności i naszych wyborów estetycznych. Badania empiryczne ukazują tradycyjne problemy estetyczne

³⁵ Tamże; por. M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 60–61.

³⁶ Tamże.

³⁷ Por. M. Čabrić, L. Pokrywka, dz. cyt., s. 146–148.

³⁸ Tamże, s. 149.

w nowym świetle, co pozwala na formułowanie pełniejszych odpowiedzi na zasadnicze pytania, takie jak: czym jest piękno, dlaczego dane obiekty charakteryzujemy jako atrakcyjne, a inne nie, co wywołuje w nas konkretne przeżycia estetyczne. Nie sugeruje się tu odrzucenia klasycznych rozwiązań estetycznych w obliczu dokonań neuroestetyki. Jak podkreśla Przybysz, „Powstanie neuroestetyki nie oznacza zakwestionowania dotychczasowej wiedzy estetycznej na temat sztuki, ale jej uzupełnienie i rozwinięcie”³⁹.

LITERATURA

- Čabrić M., L. Pokrywka, *Piękno ciała*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2010.
- Danel D., B. Pawłowski, *Atrakcyjność a mechanizmy doboru płciowego i teoria sygnalizacji biologicznej*, [w:] B. Pawłowski (red.), *Biologia atrakcyjności człowieka*, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego 2009, s. 12–45.
- Duch W., *Neuroestetyka i ewolucyjne podstawy przeżyć estetycznych*, <http://www.fizyka.umk.pl/publications/kmk/07-Neuroestetyka.pdf>, [dostęp: 12.09.2011].
- Huang M., *The neuroscience of art*, “Stanford Journal of Neuroscience” 2009, 1 (2), s. 24–26.
- Markiewicz P., P. Przybysz, *Neuroestetyczne aspekty komunikacji wizualnej i wyobraźni*, [w:] P. Francuz (red.), *Obrazy w umyśle. Studia nad percepcją i wyobraźnią*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Scholar 2007, s. 111–148.
- Pawłowski B., *Wysokość i długościowe proporcje ciała a atrakcyjność człowieka*, [w:] B. Pawłowski (red.), *Biologia atrakcyjności człowieka*, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego 2009, s. 66–109.
- Pöltner G., *Estetyka filozoficzna*, Kraków: Wydawnictwo WAM 2011.
- Przybysz P., *O uchwytowaniu piękna. Rola deformacji estetycznych w tworzeniu i percepcji dzieła sztuki w ujęciach neuroestetyki*, [w:] W. Dziarnowska, A. Klawiter (red.), *Mózg i jego umysł. Studia z kognitywistyki i filozofii umysłu 2*, Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo 2006, s. 365–385.
- Przybysz P., *Wstęp. W stronę neuroestetycznej teorii sztuki*, [w:] W. Dziarnowska, A. Klawiter (red.), *Mózg i jego umysł. Studia z kognitywistyki i filozofii umysłu 2*, Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo 2006, s. 321–325.
- Ramachandran V.S., W. Hirstein, *Nauka wobec zagadnienia sztuki. Neurologiczna teoria doświadczenia estetycznego*, [w:] W. Dziarnowska, A. Klawiter (red.), *Mózg i jego umysł. Studia z kognitywistyki i filozofii umysłu 2*, Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo 2006, s. 327–364.
- Tatarkiewicz W., *Historia estetyki*, t. 1. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN 2009.
- Zanuttini L., *Illusory Modification of Lightness in “Anomalous” Figures*, http://opendepot.org/1074/1/Illusory_Modification_of_Lightness-in_Anomalous_Figures.pdf [dostęp: 10.06.2012 r.].
- Zeki S., *Art and the Brain*, “Daedalus” 1998, nr 2 (127), s. 71–103.

³⁹ P. Przybysz, dz. cyt., s. 321–325.

ZBIGNIEW WRÓBLEWSKI

POPULARYZACJA NAUKI¹

*Odpowiadając na tak fundamentalne pytania: Czy życie ma jakikolwiek sens?
Po co istniejemy? Kim jest człowiek? – już nie musimy odwoływać się
do sił nadprzyrodzonych. Po postawieniu ostatniego z tych pytań,
wybitny zoolog G.G. Simpson wyraził się następująco:
„Chciałbym zwrócić uwagę, że wszystkie próby odpowiedzi
na to pytanie, datowane przed 1859 rokiem, są bezwartościowe
i będzie lepiej, jeśli zignorujemy je całkowicie”*

/R. Dawkins, Samolubny gen/

*Kosmos jest tym wszystkim, co jest, kiedykolwiek było
lub kiedykolwiek będzie.*

/C. Sagan, Kosmos/

1. UWAGI WSTĘPNE

Autorami przytoczonych cytatów w mottcie są naukowcy-przyrodnicy. Znani są powszechnie jednak nie z prac naukowych, ale popularnonaukowych książek, które stały się bestsellerami, przynajmniej takiej miary, co „Harry Potter” Joanne Rowling². Wydają

¹ Poniższy tekst jest zmodyfikowaną i spopularyzowaną wersją dwóch innych moich artykułów: *Metafizyczne pułapki nauki popularnej*, „Filozofia nauki” 2006, nr 1, s. 119–127 oraz *Człowiek w wiosce Potiomkina. Uwagi o próbach likwidacji antropologicznych „iluzji”*, w: *Metafizyczne i antropologiczne założenia filozofii religii*, red. P. Moskal, Lublin 2007, s. 135–148.

² Wyrażenie „nauka popularna” jest ukute na wzór wyrażenia „filozofia popularna”. To ostatnie wyrażenie oznaczało XVIII-wieczny nurt filozoficznego eklektyzmu, charakteryzujący się przystępnością treści (hasła zbliżone do wiedzy zdroworozsądkowej) oraz formy pisarskiej.

się, że wiedza naukowa dzięki takim autorom, przestaje być zarezerwowana dla wąskiej grupy specjalistów i staje się dostępna szerokiej publiczności zainteresowanej najnowszymi osiągnięciami nauki (w rozumieniu *science*). Korzyści z tego faktu dla kultury intelektualnej są znaczące, biorąc pod uwagę, że jest to obecnie prawdopodobnie jedyny sposób dotarcia do szerokiej publiczności, ale także do środowiska naukowego, z informacją o aktualnych teoriach naukowych. Skomplikowany język teorii naukowych, chociażby język zaawansowanej matematyki, uniemożliwia przyswojenie treści teorii nawet na poziomie podstawowym. Już nie tylko naukowci laicy, ale sami naukowcy specjalizujący się w określonej dyscyplinie, nie są w stanie przyswoić sobie tego, co dzieje się w innych dziedzinach naukowych. Specjalizacja jest tak daleko posunięta, że prawidłowość ta obowiązuje niekiedy także w ramach tej samej dyscypliny. Ważnym kanałem przepływu informacji naukowej między naukowcami stają się zatem różnej rangi prace popularnonaukowe (podręczniki akademickie, czasopisma popularnonaukowe, popularne monografie). Dodatkowo, rozdzwięk między różnymi obszarami wiedzy, jest wzmacniany także postawami nacechowanymi emocjonalnymi uprzedzeniami, które są charakterystyczne dla przedstawicieli kultury przyrodniczej i humanistycznej.

Wydawałoby się więc, że nauka popularna (dalej: NP) jest udaną realizacją projektu *trzeciej kultury*, w której następuję systematycznie przekraczanie barier w dialogu kultury przyrodniczej i humanistycznej. J. Brockman, redaktor kilku ważnych opracowań z tego nurtu, tak określa nowy fenomen: „[...] trzecia kultura to uczeni, myśliciele i badacze świata empirycznego, którzy dzięki swym pracom i piarstwu przejmują rolę tradycyjnej elity intelektualnej w poszukiwaniu odpowiedzi na pytania od zawsze nurtujące ludzkość: czym jest życie, kim jesteśmy i dokąd zmierzamy. [...] przedstawiciele nauk ścisłych zaczęli porozumiewać się bezpośrednio z szeroką publicznością. Tradycyjnie ukształtowane przez humanistów media funkcjonowały dotychczas jakby pionowo – profesorowie z wyżyn kierowali swe słowa ku nizinom, a dziennikarze nieśmiało zadawali im pytanie. Dziś uczeni tworzący trzecią kulturę starają się unikać pośredników i przedstawiać najbardziej skomplikowane idee w sposób jasny i klarowny, dostępny dla każdego inteligentnego czytelnika”³. W odniesieniu do badań nad człowiekiem proces ten – zdaniem twórców „Trzeciej kultury” – przybiera na sile: „Nowa biologia umysłu, postępy w fizyce, technikach informacji, genetyce, inżynierii, neurobiologii, chemii – wszędzie spotykamy się z czymś, co podważa naszą dotychczasową wiedzę o tym, kim jesteśmy i co w ogóle znaczy: być człowiekiem. Nauki ścisłe i humanistyka znów zaczynają tworzyć jedną kulturę – Trzecią Kulturę”⁴.

Walory poznawcze i dydaktyczne udanych przedsięwzięć popularyzatorskich, dokonywanych w ramach określonej dyscypliny naukowej, są zazwyczaj oczywiste. Jednak pobieżna analiza treści tych książek wskazuje, że mamy do czynienia nie tylko z popularnymi opracowaniami skomplikowanych teorii, ale także otrzymujemy *gratis*, w sposób

³ Por. J. Brockman, *Trzecia kultura*, Warszawa 1996, s. 15–17.

⁴ J. Brockman (red.), *Nowy Renesans*, Warszawa 2005. Praca ta w dużej części jest poświęcona problematyce antropologicznej w formie typowej dla NP. Wśród autorów znajdują się: biolog ewolucyjny, biogeograf, bioantropolog, przedstawiciele nauk komputerowych, psychologowie, fizycy.

zazwyczaj niejawni, komentarze filozoficzne na temat sensu życia, przeznaczenia człowieka, Boga, czyli kwestii niewiele mających wspólnego z samą nauką. Sprawa byłaby niewarta dyskusji, poza konstatacją o przekraczaniu kompetencji naukowych, gdyby nie to, że autorami tych naukowo-filozoficznych hybryd są niekiedy wybitni naukowcy, laureaci nagrody Nobla; gdyby nie to, że filozofowie niekiedy bezkrytycznie przyjmują za dobrą monetę treści popularnonaukowych opracowań oraz gdyby nie to, że NP jest traktowana poważnie, jako reprezentantka nauki w dyskusjach na osi nauka – filozofia – religia (teologia).

W niniejszym artykule przedstawię próbę krytyki aspiracji światopoglądowych NP oraz filozoficznego wyjaśnienia rangi NP we współczesnej kulturze. Wyjaśnienie to rzuca nowe światło na tradycyjne zadania filozofii przyrody. Całość rozważań jest inspirowana poglądami H.-D. Mutschlera⁵.

2. USTALENIA TERMINOLOGICZNE I PRZYJĘTE ZAŁOŻENIA

2.1. Pojęcie światopoglądu

W określeniu treściowym pojęcia światopoglądu można wskazać, że: światopogląd jest mniej lub bardziej spójnym układem przekonań, postaw, ocen, norm, które współpracują ze sobą, aby stworzyć system odniesienia dla wszelkiej myśli i wszelkiego działania. Prześledzić to można, analizując główne pytania, które są stawiane w ramach światopoglądu: (1) co jest główną rzeczywistością? (2) jaka jest natura rzeczywistości zewnętrznej?, (3) czym jest istota ludzka?, (4) jak to się dzieje, że możemy cokolwiek poznać?, (5) skąd wiemy, co jest dobre, a co złe?, (6) czy historia ludzkości posiada jakieś znaczenie?, (7) co się dzieje, kiedy człowiek umiera?⁶.

Światopogląd jest kategorią subiektywną i historyczną; stanowi globalną interpretację i ocenę świata lub uzasadnione samookreślenie się człowieka w aspekcie uniwersalnego zachowania się w świecie⁷, pośrednio lub wprost wartościująco usensownia świat i miejsce w nim człowieka. Z logicznego punktu widzenia interesujące są następujące cechy światopoglądu:

1. brak racjonalnego uzasadnienia światopoglądu jako całości (pomimo możliwości racjonalnego uzasadnienia jego pojedynczych tez). Uzasadnienie, które stoi za przyjęciem określonego światopoglądu nie ma charakteru naukowego, ponieważ „[...] akt przyjęcia światopoglądu poprzedza rodzaj hipotezy wyjaśniającej, porządkującej całość doświadczenia danego człowieka, i to nie tylko doświadczenia faktów, ale także wartości moralnych, estetycznych itp.”⁸;

⁵ Odwołuję się głównie do pracy H.-D. Mutschlera, *Wprowadzenie do filozofii przyrody*, Kraków 2005.

⁶ Por. J.W. Sire, *Światy wokół nas. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji światopoglądowych*, Katowice 1991, s. 18.

⁷ Por. S. Kamiński, *Jak filozofować? Studia z metodologii filozofii klasycznej*, Lublin 1989, s. 30.

⁸ Por. J.M. Bocheński, *Filozofia i światopogląd*, „Znak” 1985, nr 5 (366), s. 6.

2. w danym światopoglądzie przyjmuję się twierdzenie metajęzykowe, głoszące, że jest ob. bezwzględnie prawdziwym światopoglądem i jest aktualnie niepodważalny (absolutyzm);
3. światopogląd daje syntetyczny obraz rzeczywistości;
4. daje odpowiedzi na pytania egzystencjalne (jaki jest sens życia, sens cierpienia, sens śmierci)⁹.

W literaturze odróżnia się światopogląd i filozofię. Kategorie te przedmiotowo mogą się częściowo pokrywać (te same pytania, problemy), różnią się od strony funkcjonalnej i metodologicznej. Ilekroć jednak w charakterystyce NP pojawiają się odniesienia do światopoglądu, to mam na myśli amatorsko uprawianą filozofię, która nie jest świadoma swojego pozanaukowego statusu, np. teza naturalizmu ontologicznego – „istnieje tylko kosmos” – równie dobrze może być przyjęta na podstawie (popularno)naukowego aktu „wiary” albo na podstawie rozbudowanej argumentacji filozoficznej.

W tzw. dyskusjach światopoglądowych różnice pomiędzy światopoglądem a filozofią widoczne są bardzo wyraźnie. Filozofia jako typ poznania teoretycznego jest (zazwyczaj) ukierunkowana na krytyczne roztrząsanie różnych argumentów (racjonalnych) na rzecz określonego stanowiska (uniwersalny czynnik postawy naukowej). Celem dyskusji teoretycznej jest rozwiązanie problemu. W przypadku dyskusji światopoglądowej mamy zazwyczaj do czynienia z silnym komponentem perswazyjnym; chodzi w niej o przekonanie interlokutora do swojego stanowiska różnymi środkami retorycznymi i erystycznymi, czasami niewiele mającymi wspólnego z racjonalnym rozwiązaniem problemu. Dlatego też różnica pomiędzy filozoficznym (teoretycznym) a światopoglądowym (perswazyjnym) roztrząsaniem problemów, pomimo daleko idącej zgodności co do przedmiotów dyskusji, jest na tyle istotna, żeby przyjąć wyraźnie rozróżnienie światopoglądu i filozofii.

2.2. Typy nauki popularnej

Odróżniam wstępnie NP zorientowaną światopoglądowo i NP zorientowaną na formułowanie naukowych obrazów świata. Z pierwszym przypadkiem mamy do czynienia, gdy NP zostanie obciążona światopoglądowo. Polega to m.in. na tym, że zostaje do korpusu wiedzy naukowej wprowadzona w sposób niejawni problematyka światopoglądowa. Rozstrzygnięcie problemów światopoglądowych jawi się wówczas jako naukowo rozwiązane zagadnienie. Szerzej o tej formie NP będzie traktował poniższy tekst. W drugim przypadku podejmowane są próby tworzenia naukowego obrazu świata (niem. *Weltbild*, *Naturbild*) rozumianego jako synteza wyników aktualnie najważniejszych teorii przyrodniczych (zwłaszcza teorii fizycznych). W ujęciu tym warto podkreślić obiektywność tej syntezy i jej „bliskość” epistemologiczną w stosunku do teorii przyrodniczych. Przykładem takich syntez są, np. podręczniki akademickie, książki popularyzujące naukę, których autorami są wybitni jej przedstawiciele, zdolni do zapoznania się z całością wiedzy z danej dziedziny. Ten styl uprawiania NP nie jest tutaj przedmiotem analiz.

⁹ Tamże, s. 6–7.

3. NP W OKOWACH ŚWIATOPOGŁĄDU

Teorie naukowe nie implikują wprost tez filozoficznych i światopoglądowych. Pojawiają się one jednak często w NP jako tezy wynikające z teorii naukowych, np. w opracowaniach ewolucjonizmu – tezy naturalizmu lub spirytualizmu. Te wypowiedzenia filozoficzne (spopularyzowanych) teorii naukowych stanowią pułapki, gdyż nie można zrealizować aspiracji poznawczych teorii naukowych (błąd aspiracji filozoficznych i światopoglądowych), sugerowane w ich popularnych opracowaniach (błąd naiwnych ekstrapolacji).

W krytyce aspiracji światopoglądowych i filozoficznych NP, przeprowadzanej głównie na płaszczyźnie metodologicznej, podnoszone są m.in. następujące zastrzeżenia: naiwne ekstrapolacje, dokonywane na podstawie jakiejś silnej zasady podstawowej, związanej z pewną wielkością empiryczną (samoorganizacja, *autopoiesis*, chaos, dobór naturalny itp.), absolutyzowanie fragmentarycznych wyników osiągniętej w jakiejś określonej dziedzinie nauki, rozwinięta strona retoryczna NP zakrywająca luki w argumentacji, ideologizacja nauki¹⁰. Inne rozłożenie akcentów we wzorcu krytyki NP można prześledzić chociażby na przykładzie „nadużywania mowy” w dyskusji.

Retoryczna warstwa NP jest rozbudowana w taki sposób, że zakrywa luki argumentacyjna i nadużycia interpretacyjne¹¹. Szczególnie wyraźnie tendencja ta widoczna jest w dyskusjach prowadzonych w ramach NP między zwolennikami teorii, które są światopoglądowo obciążone, np. w dyskusji między ewolucjonizmem i kreacjonizmem. Oto przykładowe zabiegi erystyczne ujawniające światopoglądowy kontekst, do którego próbuje się sprowadzić dyskusję: (i) atakowanie spreparowanych ogólników (celowe nieodróżnianie odmiennych płaszczyzn sporu, tak aby można było dowolnie rozszerzać i mieszać przedmiot dyskusji), (ii) wykorzystywanie autorytetów epistemicznych i deontycznych do forsowania swojego stanowiska, np. słynny list Jana Pawła II do Papieskiej Akademii Nauk z roku 1996 na temat ewolucji; (iii) zarzucanie ukrytych pozanaukowych intencji zwolenników danej teorii, np. fundamentalizm ateistyczny, chrześcijański, ideologia skrajnej prawicy lub lewicy; (iv) wskazywanie na negatywne konsekwencje przyjęcie określonej teorii, np. wynikiem ewolucjonizmu jest rasizm, komunizm, ateizm, rewolucja seksualna, etyka niezależna. Ostatni typ argumentów erystycznych dobrze ilustruje poniższy cytat:

¹⁰ Praca Mutschlera w znacznej części jest poświęcona właśnie krytyce NP. Bliżej zajmuje się takimi autorami, jak: E. Jantsch, I. Prigogine, P. Davies, B. Kanitscheider, ale, jak sam przyznaje, listę wybitnych przedstawicieli NP można wydłużać w nieskończoność. Wzorec krytyki punktów kontrowersyjnych w NP jest podobny we wszystkich przypadkach. Por. H.-D. Mutschler, dz. cyt., s. 89–98.

¹¹ Por. recenzję pracy R. Dowkinsa *Samolobny gen*, którą napisał K. Jodkowski, koncentrując się nie na warstwie merytorycznej książki, lecz na jej warstwie ideologicznej. Jak pisze autor recenzji: „Zajmuję się tym, co w tej książce najważniejsze – jej warstwą ideologiczną, próbą zaprzęgnięcia nauki do walki z religią i nierzetelnym sposobem realizowania tego celu”. Znajdujemy w recenzji prezenatację różnych technik propagandowych stosowanych przez Dowkinsa. K. Jodkowski, *Metodologiczne aspekty kontrowersji ewolucjonizm – kreacjonizm*, Lublin 1998, s. 351–369.

Kiedy Darwin wydedukował teorię doboru naturalnego do wyjaśnienia adaptacji, w których poprzednio widział dzieło rąk Bożych, to wiedział, że popełnia kulturowe morderstwo [...]. Jeśli naprawdę akceptujesz ewolucję poprzez dobór naturalny, mówi Provine, wkrótce zetkniesz się twarzą w twarz ze zbiorem implikacji, które podminowują fundamentalne założenia zachodniej cywilizacji:

Nie istnieją bogowie ani siły celowe w przyrodzie.

Nie istnieją wewnętrzne moralne lub etyczne prawa, kierujące ludzkim społeczeństwem. Ludzkie istoty są złożonymi maszynami, które stają się istotami etycznymi poprzez dziedziczenie i wpływ środowiska, przy czym środowisko odgrywa nieco mniejszą rolę, niż to się powszechnie przypuszcza.

Nie istnieje wolna wola w tradycyjnym sensie zdolności do dokonywania nieprzewidywalnych wyborów.

Kiedy umieramy, to umieramy – ostatecznie, całkowicie i na zawsze¹².

Katalog argumentów erystycznych przytaczanych przez obie strony sporu można jeszcze dowolnie powiększyć, ale już te podane, wskazują na pewną tendencję w pojawianiu się typowych nadużyć retorycznych: przenoszenie sporu na płaszczyznę światopoglądową. Pojawia się niejako naturalnie w tych dyskusjach tendencja do ustalania relacji pomiędzy N/NP, a dziedzinami pozanaukowymi i pozapoznawczymi. Nie są to metody wyłącznie stosowane do zakrycia luk argumentacyjnych w teorii, ale są one motywowane światopoglądowo lub innymi słowy są to metody służące do obciążenia światopoglądowego NP.

Szczególnie interesującym przykładem światopoglądowego obciążenia nauki jest wiedza antropologiczna, która tradycyjnie była rozwijana w dwóch różnych perspektywach metodologicznych: przyrodniczej i humanistycznej. Ten dualizm perspektyw był przez długie dziesięciolecia traktowany jako graniczny przypadek badań naukowych, w którym nie można uchylić zasadniczej różnicy między przyrodniczym badaniem człowieka (człowiek jako przedmiot badań biologicznych, fizykałnych, chemicznych itp.), a ujęciem humanistycznym, w którym człowiek jest traktowany jako wolny podmiot różnorodnych aktów psychiczno-duchowych, nieredukowalnych do określonych procesów ściśle przyrodniczych, np. neurobiologicznych. Rysem charakterystycznym NP w zakresie wiedzy antropologicznej jest próba przekroczenia Kantowskiego dualizmu¹³, zakładająca możliwość stworzenia w miarę jednolitego, kompletnego (całościowego) obrazu człowieka i świata w ramach poznania naukowego (w sensie *science*) oraz

¹² G.Liles, *The Faith of an Atheist*, "MD Magazine March" 1994, s. 60. Cyt. za: K. Jodkowski, *Twarde jądro ewolucjonizmu*, „Roczniki Filozoficzne” 2003, R. LI, z. 3, s. 96–97.

¹³ W przedmowie do *Antropologii w ujęciu pragmatycznym* I. Kant tak wstępnie scharakteryzował dwie drogi badań antropologicznych: „Systematyczną teorię znajomości człowieka (antropologię) można rozwijać albo w ujęciu fizjologicznym, albo w pragmatycznym. Fizjologiczne poznanie człowieka jest zbadaniem tego, czym czyni człowieka przyroda, natomiast poznanie pragmatyczne bada, czym on sam jako istota działająca w sposób wolny siebie czyni lub też może i winien siebie czynić”. Por. I. Kant, *Antropologia w ujęciu pragmatycznym*, Warszawa 2005, s. 1.

w konsekwencji zlikwidowanie innych perspektyw poznawczych (np. ujęcia pragmatycznej antropologii) poprzez wchłonięcie i rozwiązanie najważniejszych problemów: natura człowieka, jego pochodzenie, struktura psychofizyczna, specyficzne własności wyodrębniające go z reszty przyrody. Odwołując się do odpowiednio zinterpretowanych teorii naukowych, wskazują na szereg iluzji filozoficznych (korespondujących dobrze ze starym duchem kultury humanistycznej określanym przez religię, sztukę, humanistykę), które z narcystycznym nastawieniem są pielęgnowane przez filozofów takich iluzji, jak: osoba, podmiot, działanie, wolność, sumienie, rozum. Ta wybiórcza lista pojęć wykorzystywanych do opisu człowieka powinna zostać odpowiednio zredefiniowana z perspektywy fizjologicznej, co doprowadzi *de facto* do unieważnienia tych kategorii, jako iluzji filozoficznych.

Od strony treściowej zasadnicze rysy współczesnego obrazu człowieka są głównie tworzone w obszarze badawczym dotyczącym umysłu i świadomości. Amerykański psycholog S. Pinker, autor głośnych prac charakterystycznych dla omawianego tutaj zjawiska, optymistycznie głosi, że po pokonaniu barier poznawczych przez I. Newtona, K. Darwina, zostały podjęte działania zmierzające do obalenia ostatniego muru uniemożliwiającego pełne włączenie człowieka do przyrody, muru pomiędzy umysłem a materią. Dokonuje się to dzięki ideom stworzonym w takich wpływowych dziedzinach, jak:

- ✓ nauki o umyśle (nauki kognitywne),
- ✓ nauki o funkcjonowaniu układu nerwowego (*neuroscience*)
- ✓ genetyka behawioralna
- ✓ psychologia ewolucyjna.

Idee tworzone w tym obszarze zasadniczo rozwijają biologistyczno-ewolucjonistyczny program badań nad człowiekiem, który konsekwentnie jest stosowany do wyjaśnienia kolejnych dziedzin fenomenu człowieka. I tak, podejmuje się próby umiejscowienia umysłu w świecie fizycznym poprzez takie pojęcia, jak: informacja, obliczenia, sprzężenia zwrotne. W perspektywie ewolucyjnej umysł przestaje być *tabula rasa*, gdyż zawiera w sobie genetyczne dziedzictwo określające chociażby podstawowe programy umysłowe, odpowiadające za nieograniczoną ilość zachowań. Filogenetyczna historia umysłu umiejscawia z kolei umysł w historii rozwoju systemów poznawczych, wyznaczonej przez nabywanie w doborze naturalnym kolejnych funkcji adaptacyjnych. Nasze zachowanie i działanie jest determinowane (w różnym zakresie) przez dziedzictwo genetyczne.

Technicznym dopełnieniem badań teoretycznych są prace podjęte w zakresie neurofarmakologii (możliwości manipulacji emocjami i zachowaniem), przedłużaniem życia człowieka oraz inżynierii genetycznej z jej licznymi zastosowaniami.

Jeżeli w NP uwzględnimy ten światopoglądowy wymiar, najczęściej proveniencji materialistycznej lub naturalistycznej, nietrudno zrozumieć dlaczego NP tak skutecznie pełni rolę demaskatora iluzji antropologicznych¹⁴. Nie jest to materializm w prymitywnej

¹⁴ Słusznym na pierwszy rzut oka wydaje się pogląd, że nauka wzięta *en bloc* nie głosi skrajnego determinizmu, redukcjonizmu, fizykalizmu, biologizmu, ale gdy weźmiemy pod uwagę to, co pisze

i wojującej postaci, rodem z XIX wieku, ale bardziej wyrafinowany i konsyliacyjny: być może są tacy ludzie, którzy odczuwają luksusową potrzebę doświadczeń metafizycznych, religijnych, aksjologicznych itd. Nie należy ich z tych iluzji wyzwać przemocą, gdyż iluzje te pełnią pożyteczne funkcje (funkcja w znaczeniu, które najlepiej opisują biologowie – ewolucjoniści lub psychologowie ewolucyjni): doświadczenie estetyczne, religijne, moralne można powiązać funkcjonalnie z przetrwaniem systemów żywych. Założywszy pożyteczność funkcji iluzji metafizycznych, wygładzono ostrze krytyki scjentystycznej, nie rezygnując jednak z podstawowych tez scjentystycznych¹⁵.

W obszarze NP nagminnie spotkać można autorów, którzy ważne problemy antropologiczne rozwiązują prosto i kategorycznie: „Biofilozofia mózgu pozwala przyjąć, że człowiek jest istotą zdeterminowaną, neuronalną. Bezsensem jest wątpić w to z powodu jakiejś obsesji i metafizycznego lęku. [...] Wolność to rzecz złudna – to tylko zdolność do rozwijania i wykorzystywania otrzymanych i nabytych darów”¹⁶. Ten mechanizm teoretycznego likwidowania dualizmu perspektyw poznawczych można prześledzić w interpretacjach takich kategorii, jak: wola, rozum, podmiotowość człowieka, kompetencje do działania wykraczające poza zależności przyrodnicze, niematerialność duszy. Na marginesie warto zauważyć, że wśród filozofów można spotkać się z podobnymi poglądami. W podobnym duchu wypowiada się Z. Piątek: „Otwarcie na wiedzę dostarczaną przez nauki przyrodnicze pozwala ściągnąć liczne problemy filozoficzne z Nieba na Ziemię i rozpatrywać je inaczej”. Parafrazując Wittgensteina dodaje: „Kropelka nauki o człowieku zastępuje chmurę spekulacji i sporów filozoficznych dotyczących preformacji i epigenezy, materii i formy, *homunculusa* czy też «bestialskiej» zwierzęcości i «szlachetnego» człowieczeństwa w człowieku”¹⁷.

Ogólnie zreferowane tutaj dwa przykłady dziedzin, w których wzorcowo można prześledzić światopoglądowe obciążenia NP, dają się prosto zdyskredytować od strony metodologicznej jako żywiące nieuzasadnione aspiracje i w niewłaściwy sposób je realizujące.

się wprost lub sugeruje (obietuje) w NP, to sytuacja przestaje być tak jednoznacznie klarowna. Nieprzypadkowo dyskusje filozoficzne nad tymi stanowiskami posiłkują się głównie pracami z tego obszaru.

¹⁵ Meyer pokazał, jak można z jednej strony: „wyjaśnić ludzki los poprzez makro- i mikroskopową historię świata żywego” (s. 14), a z drugiej strony, proponować rozwiązanie kwestii wolności następująco: „Wolność, naukowo rzecz ujmując, jest być może złudzeniem, lecz wielorakość wzajemnych oddziaływań dziedziczności i środowiska, wynikająca z niej niezwykła różnorodność ludzka oraz transcendentna iluzja kultury judeochrześcijańskiej sprawiają, że jest to złudzenie konieczne” (s. 10). Por. *Złudzenie konieczne. Biofilozofia I*, Warszawa 1998. W tym kontekście nietrudno przyznać rację zwolennikom poglądu, że wśród biologów rozpowszechniony jest „nowy materializm” przyjmujący funkcje sekularyzacji myśli. L. Ferry dosadnie określa ten stan myśli: jest to dewiacja dogmatyczna i spontaniczna ideologia. Por. L. Ferry, J.-D. Vincet, *Co to jest człowiek?*, Warszawa 2003, s. 9. Spotkać można także światopoglądowe przeładowanie NP o proveniencji spirytualistycznej, tak charakterystyczne dla postmodernizmu lub New Age.

¹⁶ Por. P. Meyer, *Złudzenie konieczne. Biofilozofia I*, Warszawa 1998, s. 199.

¹⁷ Por. Z. Piątek, *Komu i po co potrzebna jest dziś filozofia przyrody?*, „Roczniki Filozoficzne” 2005, R. LIII, nr 2, s. 434.

Zaproponowany przez Mutschlera wzorzec krytyki NP nie jest skoncentrowany wyłącznie na nadużyciach metodologicznych pojawiających się w tej formie wiedzy, ale zmierza raczej do odkrywania mechanizmu i przyczyn obciążenia światopoglądowego teorii naukowych.

Wzorzec obciążenia światopoglądowego NP jest prosty: skrycie nadać cel neutralnym naukowym odkryciom i obarczyć je perspektywami sensu tak, iż rów pomiędzy teorią i praktyką wydają się, że został zasypany. Podobieństwo NP i metafizycznych nauk o jedności wszystkiego (romantyczna filozofia przyrody) dotyczy m.in. likwidacji napięcia pomiędzy teorią i praktyką, subiektywnością i obiektywnością, pomiędzy przedmiotem i podmiotem. Różnica pojawia się jedynie w tym, że NP podstawą do likwidacji różnic czynią jakąś empiryczną zasadę, np. samoorganizacja, *autopoiese*, dobór naturalny, chaos. Celem likwidacji różnicy między klasycznymi kategoriami jest osiągnięcie takiego stanu epistemicznego, w którym wewnątrznie zrozumiałym stają się świat podmiotu z jego etyczno-praktycznymi i estetycznymi dokonaniem (domena humanistyki) oraz obiektywne dane płynące ze świata przedmiotów (domena przyrodznawstwa). Oba światy są wyprowadzane z jednej empirycznej zasady środkami nauki ścisłej.

Obciążenie światopoglądowe NP jest widoczne w jej mitotwórczym oddziaływaniu, np. może być wykorzystywana jako źródło mitów zastępczych, dostarczając interpretacji dla „surowego materiału” teorii naukowych. J. Polkinghore podaje przykład J. Monoda i jego mit imperium przypadkowości świata, w którym przypadek osiąga apogeum. Wyciąga z tego interesujący w tym kontekście wniosek, że wzrost zainteresowania NP można tłumaczyć wzrostem zainteresowania mitami naukowymi, wśród tych, którym nie wystarcza już tradycja religijna (mity religijne)¹⁸.

Krytyka NP zorientowanej światopoglądowo można łatwo zamknąć stwierdzeniem o przekroczeniu kompetencji naukowych autorów, którzy uprawiają „hobby-filozofie”. Ale fenomen jej popularności, poziom autorów, częstotliwość podnoszenia w NP zagadnień światopoglądowych wskazuje, że mamy do czynienia ze zjawiskiem nieprzypadkowym i nie przejściowym w kulturze intelektualnej. Mutschler proponuje poważnie potraktować ten fenomen i dokonuje filozoficznej interpretacji tego zjawiska, odwołując się do kontekstów teoretycznych, tradycyjnie opisywanych parami pojęć: teoria – praktyka, przyroda – subiektywność lub krócej: pytaniem o „miejsce człowieka w przyrodzie”.

4. FILOZOFICZNA INTERPRETACJA NP ZORIENTOWANEJ ŚWIATOPOGLĄDOWO

Dlaczego pojawiają się tak często aspiracje światopoglądowe w NP? Dlaczego naukowcy systematycznie przez długie lata szkoleni w stosowaniu restrykcyjnej metodologii uprawiania nauki, ulegają pokusie „zakrałania” wyników naukowych i preparowania wszechobjęmych syntez niczym dawni filozofowie? Aspiracje światopoglądowe NP można potraktować jako próbę zlikwidowania napięcia pomiędzy teoretycznym (odkrywaniem neutralnych związków rzeczowych w przyrodzie) i praktycznym nastawieniem człowieka do przyrody, określanym w perspektywie sensu rzeczywistości, celowości w przyrodzie,

¹⁸ J. Polkinghore, *Rozum i rzeczywistość*, Kraków 1995, s. 51.

wartości. Potrzebujemy takich spekulatywnych interpretacji teorii naukowych, które świat fizyczny (świat widziany z perspektywy nauk przyrodniczych) uczyniłby światem fizycznym (światem życia codziennego). Innymi słowy: wielość teoretycznych wglądów w przyrodę przedstawianych jako neutralne opisy związków rzeczowych (z perspektywy „z-nikąd” i „z-nigdy”¹⁹) domaga się interpretacji egzystencjalnej: jaki to ma sens dla nas, jak ta wiedza rzeczowa wpływa na nasze samorozumienie się jako ludzi, jakie perspektywy sensu są odkrywane. W takich interpretacjach „dochodzi do głosu neutralna wiedza rzeczowa i stan ducha, sprzyjające lokalizacji człowieka w otaczającym go kosmosie”²⁰.

Niekiedy te same dane naukowe w łączności z różnymi „stanami ducha” dają różne jawnie filozoficzne interpretacje teorii naukowych. Podręcznikowego przykładu egzystencjonalistycznej interpretacji biologii molekularnej dostarcza J. Monod, który zwieńcza swoją naukową wizję świata i człowieka następującym stwierdzeniem: „Jest rzeczywiście prawdą, że nauka zagraża wartościom. Nie bezpośrednio, ponieważ nie jest ona ich sędzią i musi je pomijać, rujnuje ona jednak wszystkie koncepcje ontogenezy mitycznej lub filozoficznej, na których tradycja animistyczna od Indian australijskich do materialistycznych dialektyków opierała wartości, moralność, obowiązki, prawa i zakazy. Jeżeli człowiek zgodzi się przyjąć ten przekaz w całym jego znaczeniu, to musi się wreszcie obudzić z tysiącletniego snu, aby odkryć swoją absolutną samotność, swoją zasadniczą obcość. Teraz już wie, że tak jak Cygan znajduje się on na marginesie wszechświata, w którym wypadło mu żyć. Wszechświata głuchego na jego pieśń, obojętnego na jego nadzieje, na jego cierpienie, na jego zbrodnie”²¹. Rzecz charakterystyczna, że ta sama praca Monoda zyskuje skrajnie inną interpretację filozoficzną w ujęciu J. Polinghorne’a, który pisze: „Czytając książkę Monoda, byłem zafascynowany przedstawionym tam naukowym obrazem powstania życia. Będąc fizykiem cząstek elementarnych, znalazłem w niej wiele biologicznych szczegółów trudnych do zrozumienia; niemniej jednak, zakładając, że są poprawne, prowadzą one do wniosku, iż zadziwiająco konsekwencją równań Schrödingera i Maxwella (podstawowych równań dynamicznych teorii kwantów i elektromagnetyzmu, które mógłbym dosłownie zapisać na odwrocie koperty) jest emergencja replikujących się molekuł i ewentualnie życia. Ekonomia i głębia tego obrazu zapiera dech w piersiach. Piękno, które obraz ten odsłania w strukturach świata, przypomina mi rehabilitację argumentu z porządku – nie rozumianego w sensie ostatecznego argumentu potwierdzającego istnienie Boga (nie ma takich argumentów ani na istnienie, ani na nie-istnienie Boga), lecz jako wgląd w to, jaki świat naprawdę jest”²².

¹⁹ T. Nagel wyraził lapidarnie perspektywę badawczą nauki – „z-nikąd” i „z-nigdy”. Naukę (w sensie *science*) uprawia się bez względu na czas, miejsce, kulturę. Słynna formuła Einsteina $E = mc^2$ jest obowiązująca w całym uniwersum fizycznym. Jej zrozumienie jest dostępne dla każdego Ziemiańszczyzny po kursie podstawowym fizyki oraz dla potencjalnego kosmity, który posiadałby podobne zdolności poznawcze. Krótko – nauka nie uwzględnia perspektywy człowieka.

²⁰ H.D. Mutschler, dz. cyt., s. 18.

²¹ J. Monod, *Konieczność i przypadek. Esej o filozofii biologii współczesnej*, Warszawa 1979, s. 108–109.

²² J. Polkinghorne, *The Quantum World*, London 1984, s. 11–12, cyt. za: S. Wszolek, *Nadużycia agnastyków i apologetów*, „Znak” 1998, nr 11, s. 117.

Dwie interpretacje filozoficzne – egzystencjalistyczna i teistyczna – biologii molekularnej zastosowanej do wyjaśnienia zagadki życia (w tym także człowieka), kierowane są pytaniem o „miejsce człowieka w przyrodzie”. O ile jednak w przednaukowych systemach wiedzy odpowiedź na to pytanie była wyraźna, o tyle przyrodznawstwo współczesne takich „gotowych” odpowiedzi nie podaje. Klasyczne systemy metafizyczne, np. Arystotelesa lub św. Tomasza, wskazywały wyraźnie miejsce człowieka w przyrodzie. Charakterystyka tego miejsca (w hierarchii bytów) wynikała analitycznie z faktów systemowych. Hierarchia bytów naturalnych nasycona wartościami, na której człowiek zajmował najwyższe miejsce, wyraźnie określała „miejsce człowieka w przyrodzie” i wyznaczała praktyczny horyzont jego działania (powinność, cele, sens itd.). Z inną sytuacją poznawczą mamy do czynienia we współczesnym przyrodznawstwie. W związku z metodologicznym abstrahowaniem od człowieka (widok z perspektywy „z-nikąd i „z-nigdy”), nie można czysto analitycznie tej pozycji określić na podstawie przyrodznawstwa. Dodatkowo, charakter formalny tych teorii dopuszcza różnorodne, niespójne dopowiedzenia filozoficzne (interpretacje filozoficzne), które poszerzają pole poszukiwań odpowiedzi na pytanie antropologiczno-kosmologiczne. W podanym przykładzie różnorodność interpretacji filozoficznych nie daje się kryterialnie ograniczyć, np. w celu uniknięcia dowolnych filozoficznych interpretacji teorii naukowych Quine proponuje warunki brzegowe interpretacji: można postulować istnienie obiektów, które są zakładane przez struktury matematyczne danej teorii fizycznej (lub szerzej: naukowej). Ogólnie rzecz biorąc, jest to postulat minimalizmu interpretacyjnego, określającego, jakie tezy filozoficzne można „przypisać” teorii naukowej, uwzględniając jej struktury matematyczne lub jej rdzeń²³. Nie jest to jednak ontologia świata, lecz ontologia danej teorii naukowej, która metodycznie abstrahuje od perspektywy egzystencjalnej i pomija naturalną potrzebę interpretacji ontologicznej świata rzeczywistego, włączającej teorię naukową do obrazu świata życia codziennego. Mamy wówczas do czynienia z mediacją filozoficzną między naukowym obrazem świata, a światem życia potocznego.

Inaczej można to ująć następująco: problem interpretacji teorii naukowych sprowadzić do różnicy między interpretacją materialną i formalną. Mutschler powołuje się w tym miejscu na koncepcję Otto Mucka. Interpretacja formalna odnosi się do założeń, konkretnych wypowiedzi oraz formuł teorii naukowych (np. modeli matematycznych). W ramach takiego wzorca interpretacyjnego definiuje się konkretne teorie naukowe. Interpretacja materialna odnosi zaś teorię naukową do naocznych wyobrażeń tej rzeczywistości, w której występują obserwowane związki²⁴. Wiązać to można z pewną własnością poznawczą człowieka, u którego najgłębsze zrozumienie czegoś wiąże się nierozzerwalnie z pewnymi przedstawieniami naocznymi o charakterze przestrzennym. Interpretacja materialna jest dokonywana z punktu widzenia stanowiska praktycznego, uwzględniającego świat życia codziennego, w którym na pierwszy plan wysuwają się zagadnienia aksjologiczne i egzystencjalne, a więc świat usensowniony.

²³ To kryterium filozoficznej interpretacji postuluje m.in. M. Heller w pracy: *Nauka i wyobrażenia*, Kraków 1995, s. 157–167.

²⁴ H.-D. Mutschler, dz. cyt., s. 210.

Podstawowy wniosek z tych rozważań jest następujący: interpretować teorie naukowe można w ramach NP podawanych jako wyniki analiz naukowych, *implicite* obciążonych poważnymi założeniami światopoglądowymi lub czynić to w sposób krytyczny, *explicite* wskazując na zasady tej filozoficznej interpretacji. Przyrodoznawstwo nie określa wprost swoich ram filozoficznych; te same teorie naukowe mogą otrzymywać niespójne ze sobą interpretacje filozoficzne (teoria ewolucji w interpretacji naturalistycznej i teistycznej). Tłumaczy się to także formalizmem teorii naukowych, który umożliwia różne interpretacje materialne (sposób mediacji między naukowym obrazem świata, a światem życia). Zatem możliwych interpretacji przyrodoznawstwa jest wiele, ważne jest w tym kontekście to, aby czynić to jawnie. Takim forum interpretacji teorii naukowych, na którym można uniknąć wspomnianych błędów, jest filozofia przyrody, która uwzględnia teoretyczne (naukowe obrazy przyrody) i praktyczne nastawienie człowieka wobec przyrody.

LITERATURA

- Bocheński J.M., *Filozofia i światopogląd*, „Znak” 1985, nr 5, s. 3–17.
- Brockman J. (red.), *Trzecia kultura*, tłum. zbior., Warszawa: Wydawnictwo Cis 1996.
- Brockman J. (red.), *Nowy Renesans. Granice nauki*, tłum. P. Szwajcer, A. Eichler, Warszawa: Wydawnictwo Cis 2005.
- Dowkins R., *Samolubny gen*, tłum. M. Skoneczny, Warszawa: Wydawnictwo Prószyński i S-ka 1996.
- Heller M., *Nauka i wyobrażenia*, Kraków: Wydawnictwo Znak 1995.
- Jodkowski K., *Metodologiczne aspekty kontrowersji ewolucjonizm – kreacjonizm*, Lublin 1998.
- Jodkowski K., *Twarde jądro ewolucjonizmu*, „Roczniki Filozoficzne” 2–3, R. LI, z. 3, s. 77–117.
- Kant I., *Antropologia w ujęciu pragmatycznym*, tłum. E. Drzazgowska, P. Sosnowska, Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN 2005.
- L. Ferry, J.-D. Vincet, *Co to jest człowiek?*, tłum. M. Milewska, Warszawa: PIW 2003.
- Meyer P., *Złudzenie konieczne. Biofilozofia I*, tłum. W. Jadacka, Warszawa: Państwowy Instytut Wydawniczy 1998.
- Mutschler H.-D., *Wprowadzenie do filozofii przyrody*, tłum. J. Bremer, Kraków: Wydawnictwo WAM 2005.
- Piątek Z., *Komu i po co potrzebna jest dziś filozofia przyrody?*, „Roczniki Filozoficzne” 2005, R. LIII, z. 2, s. 434–437.
- Wróblewski Z., *Metafizyczne pułapki nauki popularnej na przykładzie ewolucjonizmu*, „Filozofia Nauki” 2006, nr 1, s. 119–127.
- Wróblewski Z., *Człowiek w wiosce Potiomkina. Uwagi o próbach likwidacji antropologicznych „iluzji”*, [w:] *Metafizyczne i antropologiczne założenia filozofii religii*, red. P. Moskal, Lublin: Wydawnictwo KUL 2007, s. 135–148.
- Wszolek S., *Nadużycia agnostyków i apologetów*, „Znak” 1998, nr 11, s. 111–121.

