

Tadeusz Sierotowicz

O kosmologicznych tradycjach badawczych

Wprowadzenie meta-metodologiczne

Jedną z ważniejszych cech koncepcji programów badawczych I. Lakatosa jest jej owocność.¹ Świadczą o tym liczne opracowania, w których koncepcja Lakatosa stosowana jest do różnych dziedzin refleksji — od historii nauki poczynając, a na ekonomii i teologii kończąc.² Piszący te słowa podjął kilka lat temu próbę zastosowania idei Lakatosa na gruncie kosmologii współczesnej.³ Wyniki tych usiłowań potwierdziły «skuteczność» koncepcji programów badawczych również i w tej dziedzinie nauki, z jednym wszakże zastrzeżeniem. Otóż rozważania dotyczące mikrofalowego tła zdają się sugerować, iż dla wiernej rekonstrukcji tego przypadku konkurencji dwóch programów badawczych (modele ewolucyjne Wszechświata i teoria stanu stacjonarnego), niezbędne jest wprowadzenie pewnej kategorii nadrzędnej wobec wspomnianych wyżej kosmologicznych programów badawczych (dalej cytowanych jako *CRP*⁴).

W niniejszym artykule chciałbym podjąć ten temat, rozważając kwestię metodologicznego statusu owej kategorii, określonej przeze mnie mianem „typu programu badawczego” (dalej *TCRP*). Prezentowana tutaj argumentacja opiera się na idei tradycji badawczych L. Laudana i dzieli się na trzy części. Najpierw zarysowana zostanie koncepcja typów programów badawczych. Podstawowe pojęcia propozycji Laudana

¹ Jeśli chodzi o programy badawcze Lakatosa — zob. [Lakatos 1980a].

² Zob. np. [Murphy 1990] oraz [Lakatos i Feyerabend 1995].

³ Zob. [Sierotowicz 1989] i [Sierotowicz 1993a-b].

⁴ Wykaz skrótów, najczęściej używanych w niniejszym artykule:

CRP — kosmologiczny program badawczy;

TCRP — typ kosmologicznego programu badawczego;

ScRT — naukowa tradycja badawcza;

CRT — kosmologiczna tradycja badawcza.

stanowią treść drugiej części artykułu. W trzeciej i ostatniej części zostanie postawiona hipoteza dotycząca metodologicznej rekonstrukcji kosmologii w języku kosmologicznych tradycji badawczych (CRT).

Pozostałą część „Wprowadzenia” poświęcę krótkiej refleksji, określającej przyjęty w niniejszym studium meta-metodologiczny punkt widzenia.⁵

Mówiąc bardzo ogólnie, każda refleksja metodologiczna poświęcona nauce «oscyluje» pomiędzy dwoma biegunami, które odpowiadają metodologii normatywnej i metodologii opisowej.⁶ Metodologia normatywna stawia sobie za zadanie określenie zbioru zasad i reguł *a priori* stanowiących rodzaj ponadczasowego kodeksu postępowania naukowego. Ten ideał metodologiczny przeważał w ubiegłym stuleciu. Metodologia opisowa natomiast koncentruje się nie na tym, jak naukowcy powinni postępować w określonych sytuacjach badawczych, lecz na opisie tychże sytuacji badawczych, tj. na opisie realnego postępowania naukowców. Jedną z najistotniejszych cech tego podejścia do praktyki naukowej jest nacisk na rolę historii nauki. Trzeba tutaj zaznaczyć, iż często rozważania metodologiczne są pewną kombinacją tych dwóch podejść. Ponadto warto wspomnieć o zasadzie określonej przez M. Pera mianem *zasady nieokreśloności w metodologii*. Zasada ta wytycza swoistą granicę dokładności metodologicznego opisu praktyki naukowej: „cechą charakterystyczną nauki jest jej metoda, lecz każda próba dokładnego opisu tejże metody niszczy naukę”.⁷

Interpretacja filozofii nauki, przyjęta w niniejszym artykule, usiłuje uniknąć skrajności metodologii opisowej oraz metodologii normatywnej i może być określona mianem metodologii hipotetyczno-strukturalnej.⁸ Według tej interpretacji relacja pomiędzy filozofią nauki a nauką jest jakościowo podobna do tej, która istnieje pomiędzy nauką a rzeczywistością, którą nauka opisuje. Twierdzenie to można rozumieć w tym sensie, iż filozofia nauki proponuje pewne «struktury» czy też «modele» metodologiczne (jak np. paradygmaty, programy badawcze, tradycje badawcze itp.), które nie są niczym innym, jak tylko hipotezami opisującymi rozwój nauki, jej racjonalność, związki pomiędzy różnymi etapami jej rozwoju itp. Hipotezy te wymagają rzecz jasna «weryfikacji», która jest w tym wypadku procesem raczej delikatnym, jednakże, jak sądzę, możliwym do urzeczywistnienia, zwłaszcza dzięki analizom praktyki badawczej, dokonywanym przez historię nauki.⁹ Podsumowując można stwierdzić wraz z P. Kossem, iż filozofia

⁵W niniejszym artykule będę używał pojęcia „metodologia nauki” zamiennie z terminem „filozofia nauki” w duchu artykułu J. Woleńskiego [Woleński 1979]. Dalsze uwagi, dotyczące kwestii meta-metodologicznego statusu omawianego tutaj problemu, znajdują się w dodatku zamieszczonym na końcu artykułu.

⁶Zob. np. [Losee 1987], [McMullin 1969] i [Woleński 1979].

⁷Zob. [Pera 1991], s. 38. W swej znanej książce *Against Method* P. Feyerabend proponuje radykalniejszą wersję tej zasady (zob. [Feyerabend 1978], rozdz 1-2).

⁸Na temat tej interpretacji metodologii zob. np. [Sierotowicz 1992] i [Sierotowicz 1993a], s. 12-49. Uwagi krytyczne dotyczące tej interpretacji znaleźć można w artykule J. Woleńskiego [Woleński 1979].

⁹Na ten temat zob. np. [Lakatos 1980b].

nauki konstruuje modele nauki tak, jak nauka konstruuje modele świata.¹⁰ W odniesieniu do nauki i do rzeczywistości (świata badanego przez naukę), filozofia nauki może zatem być rozumiana jako refleksja drugiego rzędu. Stwierdzenie to ilustruje poniższa tabela inspirowana rozważaniami J. Losee:¹¹

Poziom	Dziedzina	Przedmiot
2.	Filozofia nauki	Nauka
1.	Nauka	Teoretyczne wyjaśnianie obserwowanych zjawisk
0.		Obserwowane zjawiska

Tab. 1. Zależność pomiędzy filozofią nauki i nauką

Pewnego komentarza wymaga jeszcze metodologiczny (lub lepiej: meta-metodologiczny) status diskutowanego tutaj problemu. Otóż niniejszy artykuł proponuje refleksję należącą do dziedziny filozofii kosmologii, którą to dziedzinę określa się też mianem „metodologii kosmologii”.¹² Metodologia kosmologii jest, ściśle biorąc, działem filozofii nauki, poświęconym kosmologii współczesnej, i może być rozwijana zasadniczo w dwóch kierunkach:

(1) jako metodologia «zewnątrzna» kosmologii; chodzi tutaj o dyskusję dotyczącą takich problemów, jak: kosmologia jako nauka doświadczalna, możliwości weryfikacji (falsyfikacji) modeli kosmologicznych, natura i sposoby konstruowania tych modeli, kryteria wyboru modeli kosmologicznych, itp.;

(2) jako metodologia «wewnętrzna» kosmologii; refleksja podejmowana w tej grupie tematycznej dotyczy warunków, które są niezbędne, aby kosmologia mogła zaistnieć jako nauka doświadczalna (najczęściej chodzi tutaj o tzw. zasady kosmologiczne), i które to warunki stanowią jej część integralną.¹³

Trudno byłoby wskazać autora, który zapoczątkował systematyczną refleksję w dziedzinie metodologii kosmologii. Być może prymat należy do Ch. Wolffa, który jako

¹⁰Zob. [Kosso 1995], s. 11.

¹¹Zob. [Losee 1990], s. 2-3. W powyższej tabeli terminy „nauka”, „obserwowane zjawiska” i „wyjaśnianie teoretyczne” rozumieć należy w ramach koncepcji nauki, która „sprowadza się do wyboru problemu umożliwiającego postawienie hipotezy teoretycznej i do rozpoznania w złożoności świata tego zjawiska, które byłoby realizacją tej hipotezy”. Wymaga to odpowiedniego przygotowania „sceny dla badanego zjawiska w ten sposób, by stała się możliwa odpowiedź na pytanie, czy to zjawisko jest do odczytania przy użyciu tego testu matematycznego, którym dysponuje hipoteza teoretyczna” ([Prigogine & Stengers 1993], s. 42). Na temat tego rozumienia nauki zob. też [Sierotowicz 1994], s. 97-100.

¹²Na temat filozofii kosmologii w omawianym tutaj sensie zob. np. [Ellis 1993a] i [Heller 1978].

¹³Rozważania przedstawione w niniejszym artykule zaliczyć można do metodologii «zewnątrznej» kosmologii.

pierwszy użył terminu „kosmologia”, interpretując przy tym relacje pomiędzy *cosmologia generalis seu transcendentalis* a fizyką w sposób niemal identyczny z niektórymi współczesnymi poglądami w tej materii.¹⁴ Jakkolwiek by z tym było, faktem jest, iż w ciągu ostatnich dziesięcioleci wielu kosmologów i filozofów podjęło ten temat m.in. w związku z niezwykle dynamicznym rozwojem tej dziedziny nauki. Rozwój kosmologii w naszym stuleciu jest efektem kilku czynników, z których dwa — jak się wydaje — są szczególnie ważne. Chodzi tutaj o ogólną teorię względności i o pierwsze obserwacje o znaczeniu kosmologicznym, dokonane przez E. Hubble’a.¹⁵ Hubble był świadom, iż kosmologiczna interpretacja jego obserwacji nie jest bynajmniej jednoznaczna; stąd też poświęcił on sporo uwagi kwestiom metodologicznym. Owocem tych refleksji jest jeden z pierwszych modeli metodologicznych kosmologii współczesnej.

Według Hubble’a kosmologia jest rodzajem «superstruktury» zdudowanej na bazie nauk bardziej podstawowych, tj. na podstawie ogólnej teorii względności, i jako taka może być uważana za „naturalne przedłużenie ogólnej teorii względności”. Kosmologia jednak opiera się również na wielu zasadach obserwacyjnie niesprawdzalnych, jak np. zasada jednorodności Wszechświata. Stąd też konkluzja Hubble’a — iż trudności obserwacyjne i teoretyczne kosmologii współczesnej nie dotyczą owej teorii podstawowej, na której jest ona zbudowana.¹⁶

Powyższy model Hubble’a, który jest typowym przykładem postępowania kosmologów na początku naszego stulecia (i nie tylko), nie jest oczywiście jedynym modelem tego typu. W literaturze przedmiotu spotkać można inne metodologiczne modele kosmologii współczesnej, których szczegóły nie będą jednak tutaj omawiane.¹⁷

Kilka uwag o kosmologicznych programach badawczych

Z powodów, które w dalszym ciągu tej części artykułu staną się jasne, wypada uczynić dwa krótkie komentarze, dotyczące analizy tematycznej G. Holtona oraz zasad kosmologicznych.

Idee Holtona dotyczące analizy teorii naukowych wykazują wiele analogii z tezą o istnieniu niezmiennych w ciągu historii motywów (lub lepiej: pewnych intuicji dotyczących świata), która to teza — sformułowana przez A. Lovejoy’a — stała się kamieniem węgielnym tzw. szkoły historii idei.¹⁸ Według zwolenników tej szkoły, historia myśli ludzkiej (włączając w to i historię nauki) „może być widziana jako swoista wariacja względnie małej liczby tych samych tematów (*constant themes*) lub podstawo-

¹⁴Zob. [Wolff 1964].

¹⁵Zob. [Heller *et al.* 1989].

¹⁶Zob. [Hubble 1937], s. 54

¹⁷Zob. np. [Bondi 1965], [Drees 1990], [Ellis 1993a-b], [Pacholczyk 1984] i [Zyckiński 1986].

¹⁸Zob. [Lovejoy 1981].

wych idei (*unit-ideas*), które manifestują się w różnych okresach [historycznych] i we wszystkich ważnych gałęziach kultury”.¹⁹

Holton w swej analizie teorii naukowych zaproponował, by poza wymiarem analitycznym (logiczna i matematyczna struktura teorii) i fenomenalistycznym (empirycznym) teorii naukowych, wyodrębnić trzeci jeszcze wymiar, tzw. wymiar tematyczny teorii (*thêmata*), zdający sprawę z filozoficznego, historycznego i psychologicznego tła powstania, rozwoju i struktury teorii naukowych.²⁰ Dwa pierwsze wymiary, analityczny i empiryczny (oznaczyć je można jako wymiary x - y), stanowią płaszczyznę, na której dokonuje się weryfikacja i falsyfikacja teorii naukowych. Wymiar tematyczny teorii naukowych (wymiar z obejmujący podstawowe przed założenia, terminy, sądy oraz decyzje metodologiczne i filozoficzne, znajdujące się u podstaw każdej teorii naukowej) stanowi wyraz subiektywnych zaangażowań, przekonań i wyborów twórcy czy zwolennika danej teorii. Holton wskazywał na fakt, że *thêmata* występują zwykle w formie diad złożonych z określonych przeciwieństw.

Wydaje mi się, że w wypadku teorii kosmologicznych szczególnie znaczenie mają następujące diady tematyczne: skończoność-nieskończoność, ewolucja-stałość, konieczność-przypadkowość, chaos-porządek.

Powyższe kosmologiczne diady tematyczne pozostają w bliskim związku z tym, co zwykle określa się mianem zasad kosmologicznych. Zasady kosmologiczne mają trzy ważne cechy: (1) określają jakąś istotną charakterystykę dotyczącą całego Wszechświata, zwykle niesprawdzalną na drodze obserwacyjnej (np. izotropowość i jednorodność przestrzeni); (2) określają zasady ekstrapolacji praw fizyki lokalnej na cały Wszechświat, bądź też uzasadniają bezpodstawność takiej ekstrapolacji; (3) wyrażają niektóre ogólne przekonania należące do wiedzy człowieka (dotyczy to przekonań różnego typu np. filozoficznych, teologicznych, estetycznych, itp.).²¹ Ogólnie mówiąc zasada kosmologiczna może być zdefiniowana jako założenie obserwacyjnie nieweryfikowalne w sposób jednoznaczny, które to założenie czyni możliwym stworzenie modelu opisującego «wszechświat» jako pewną całość na podstawie znanych teorii fizyki.²²

Powyższe uwagi, dotyczące zasad kosmologicznych oraz analizy tematycznej, pozwalają na dokładniejszy opis trzonu programów badawczych Lakatosa w wypadku ich zastosowania na gruncie kosmologii. Jak już wyżej wspominałem, koncepcja Lakatosa stosuje się znakomicie do rekonstrukcji historii kosmologii; wymaga jednak pewnych korekt związanych ze specyfiką tej nauki. Owa specyfika odpowiada *grosso modo* różnicy pomiędzy praktyką kosmologa, budującego modele kosmologiczne opisujące

¹⁹Zob. [Kragh 1990], s. 93, oraz [Sachs 1976], s. 131.

²⁰Zob. [Holton 1973] i [Holton 1975].

²¹Zob. [Rudnicki 1995], s. 109.

²²Czytelnika zainteresowanego kwestiami dotyczącymi statusu kosmologii jako nauki obserwacyjnej, roli modeli i obserwacji w kosmologii współczesnej itp., odsyłam do bardziej specjalistycznych opracowań dostępnych na rynku wydawniczym (zob. np. [Heller & Golda 1994] oraz cytowaną tam bibliografię).

Wszechświat na podstawie dostępnych teorii współczesnej fizyki, a praktyką fizyka tworzącego owe teorie. Sądzę, że różnica ta sprowadza się w ostatecznym rachunku do konieczności odwołania się do zasad kosmologicznych przy każdej niemal próbie skonstruowania modelu opisującego «całość» realnie istniejącego Wszechświata. Różnica ta jest na tyle istotna, że powinna być uwzględniona w opisie trzonu (*hard core*) programów badawczych w dziedzinie kosmologii (*CRP*).

Jak się wydaje, można twierdzić, że trzon ten posiada pewną strukturę subtelną, obejmującą następujące poziomy:

- (1) *thêmata* danego *CRP*;
- (2) zasady kosmologiczne stanowiące bazę danego *CRP*; [F1]
- (3) założenia co do istnienia i postaci struktur rzeczywistości.

Pierwszy poziom trzonu *CRP* obejmuje zatem określone rozstrzygnięcia filozoficzne i metodologiczne, stanowiące podstawę (rodzaj Popperowskiej «dobrej racji») ²³ do przyjęcia takich a nie innych zasad kosmologicznych (poziom drugi trzonu *CRP*). Poziom trzeci natomiast odpowiada teoriom fizycznym, stanowiącym bazę *CRP*. ²⁴

Poziomy pierwszy i drugi — jako nietestowalne empirycznie — mogą być określane jako metafizyczne (w Popperowskim znaczeniu tego terminu ²⁵). Obecność takich składowych w trzonie *CRP* (i przypisywanie im kluczowej roli w konstytucji i funkcjonowaniu *CRP*) może oczywiście spowodować przesunięcie akcentu na te poziomy trzonu *CRP* i nadanie owym programom charakteru hipotezy metafizycznej. Aby się ustrzec przed takimi konsekwencjami, należy postawić wobec trzonu *CRP* tzw. wymóg organicznej płodności, zdefiniowany przez J. Watkina. ²⁶

Idea tego wymogu jest następująca. Oznaczmy składowe trzonu *CRP* należące do poziomów pierwszego i drugiego przez C_{pc} , składowe zaś z poziomu trzeciego przez C_{ct} . $CTU(T)$ niech oznacza testowalne konsekwencje teorii T . Warunek, chroniący

²³Zob. [Popper 1977], s. 49.

²⁴W związku ze specyfiką kosmologii jako nauki doświadczalnej stwierdzić należy, że kosmolog rozważając określony model «całości» Wszechświata dyskutuje efektywnie jedynie «całości» konstruowane na podstawie składowych trzonu *CRP*. Można nawet zaryzykować tezę, że model kosmologiczny, zmierzając do opisu «całości» Wszechświata — konstruuje «całość», którą bada. Oczywiście w następnym kroku kosmolog sprawdza, czy rozpatrywany przez niego model kosmologiczny oddaje wiernie cechy Wszechświata realnego. A czyni to, odwołując się przede wszystkim do obserwacji, co jednocześnie nadaje refleksji kosmologicznej charakter nauki doświadczalnej lub lepiej: obserwacyjnej.

²⁵Chodzi mi tutaj o techniczne znaczenie terminu „metafizyczny”, nadane mu przez Poppera w *Logice odkrycia naukowego*. Jak wiadomo, wprowadzone przez Poppera kryterium demarkacji — pozwalające odróżnić systemy metafizyczne od naukowych — wymagało, by te ostatnie miały taką formę logiczną, która umożliwia empiryczną falsyfikację tez danego systemu ([Popper 1977], s. 40). Nie oznacza to oczywiście uznania wypowiedzi metafizycznych za bezsensowne. Wręcz przeciwnie. W *Logice odkrycia naukowego* Popper podkreślał, że podstawą metody naukowej jest założenie o niezmienności procesów przyrodniczych, która to teza wyraża „metafizyczną wiarę w istnienie w naszym świecie prawdziwości (wiarę, którą żywię i bez której trudno wyobrazić sobie praktyczne działanie)” ([Popper 1977], s. 203).

²⁶[Watkins 1989], s. 154-156.

teorie kosmologiczne przed popadnięciem w pozbawione empirycznej (obserwacyjnej) testowalności spekulacje, można teraz sformułować jak następuje:

$$CTU(C_{pc} \cap C_{cl}) \neq \emptyset, \quad [F2]$$

mimo że: $CTU(C_{pc}) = \emptyset$ (ponieważ C_{pc} są metafizyczne).

Fakt, że w trzonie *CRP* obecne są poziomy metafizyczne (głównie zasady kosmologiczne) różni te programy badawcze od programów badawczych w dziedzinie fizyki, gdzie zdecydowany akcent pada na poziom trzeci. Jedną z konsekwencji tego stanu rzeczy jest to, że te same *thêmata* i zasady kosmologiczne mogą dać początek różnym *CRP* (jeśli spełniony jest wymóg organicznej płodności). I właśnie ta okoliczność prowadzi do idei *TCRP*, które to pojęcie można określić jako zbiór różnych *CRP*, posiadających te same elementy należące do pierwszego i drugiego poziomu trzonu *CRP*. Rozróżnienie to nie jest rozróżnieniem czysto «akademickim», zważywszy tę okoliczność, że próby rekonstrukcji kluczowych momentów z historii kosmologii współczesnej zdają się sugerować konieczność odwołania się do *TCRP* (jeśli, rzecz jasna, pozostaje się w perspektywie koncepcji programów badawczych).

Wydaje się, że kategoria *TCRP* jest w pewnym stopniu nadrzędna wobec koncepcji *CRP*. Można bowiem utrzymywać, że zasadniczo w kosmologii konkurencja dotyczy nie poszczególnych *CRP*, lecz określonych *TCRP*. Należy tu jednak wyraźnie podkreślić, że w świetle tego, co zostało wyżej powiedziane, owa nadrzędność nie oznacza pierwszeństwa *TCRP* w porządku analiz metodologicznych, lecz jedynie w porządku historycznej rekonstrukcji rywalizacji różnych *CRP*. Innymi słowy, chodziłoby tutaj o ten fakt, że historyczna rekonstrukcja konkurencji modeli kosmologicznych daje się przedstawić prościej przez odwołanie się do pojęcia *TCRP*, co nie oznacza odrzucenia pojęcia *CRP*, jako podstawowego elementu metodologicznego opisu kosmologii.²⁷

Tutaj rodzi się jednak następujące pytanie. Czy odwołanie się do różnych pojęć podstawowych w opisie historycznym i metodologicznym tego samego *case study* jest czymś naturalnym i zrozumiałym, czy też okoliczność ta jest spowodowana niezbyt dokładnym (lub może: zbyt szczegółowym) charakterem jednego z tych pojęć? Czy w tym wypadku nie jest raczej tak, że historia nauki sugeruje metodologii nauki konieczność odwołania się do innych narzędzi pojęciowych? Sądzę, iż rozwiązanie powyższego problemu kryje się w możliwości sugerowanej przez pozytywną odpowiedź na drugie z postawionych pytań, oraz że odpowiedź odwołująca się do analiz zaproponowanych przez Laudana prowadzi do klarowniejszego modelu metodologicznego kosmologii.

²⁷ Zob. [Sierotowicz 1993a], rozdz 7.

Naukowe tradycje badawcze

Zacznijmy od ważnego rozróżnienia pomiędzy dwoma typami teorii czy też systemami pojęć, mającymi różne znaczenie heurystyczne i poznawcze.²⁸ Pierwszy z tych typów obejmuje klasę teorii, odnoszących się do zagadnień szczegółowych, które mogą być użyteczne dla określenia oczekiwanych wyników obserwacji lub też dla wyjaśnienia takich czy innych zjawisk świata naturalnego (tzw. mini-teorie). Drugi typ teorii natomiast odnosi się do zagadnień na tyle ogólnych, że możliwości ich obserwacyjnej czy doświadczalnej weryfikacji są znikome (tzw. maxi-teorie).

Te dwa typy teorii różnią się między sobą nie tylko ogólnością, lecz także kryteriami ich oceny.²⁹ T. Kuhn (a później również Lakatos) podkreślał dużą zdolność przetrwania, właściwą teoriom globalnym (*paradygmaty* lub *macierze dyscyplinarne* w języku tego autora) w obliczu poważnych nawet anomalii, uznając jednocześnie te właśnie teorie za podstawowe «narzędzie» pojęciowe służące do zrozumienia i oceny postępu naukowego.

Metodologiczny model Laudana jest modelem akceptującym w całej rozciągłości powyższe rozróżnienie. Laudan podjął bowiem i rozwinął (często krytycznie) wiele tematów, obecnych w opracowaniach Kuhna i Lakatosa. Tym jednak, co w sposób zasadniczy różni Laudana od wspomnianych autorów, jest jego koncepcja racjonalności naukowej i ściśle z tą koncepcją związana interpretacja nauki jako aktywności zmierzającej do rozwiązywania problemów. To właśnie analiza roli problemów i ich rozwiązań w kontekście racjonalności i rozwoju nauki stanowi, jak sądzę, o oryginalności też Laudana.

Według tego autora zachowanie racjonalne polega na wybieraniu tych teorii, które przyczyniają się do większego postępu naukowego. Postęp naukowy można zaś określić jako wzrastającą efektywność teorii w rozwiązywaniu problemów w danej dziedzinie badań naukowych. «Miarę» tego rozwoju Laudan charakteryzuje następująco: „Globalna efektywność danej teorii w rozwiązywaniu problemów, określona jest w odniesieniu do liczby i wagi problemów empirycznych, które teoria ta rozwiązuje. Należy przy tym również uwzględnić liczbę oraz wagę anomalii i problemów koncepcyjnych, które wpływają z danej teorii.”³⁰

Jak widać z powyższej charakterystyki, Laudan rozróżnia dwa zasadnicze typy problemów: empiryczne i koncepcyjne.

Problemy empiryczne są „problemami pierwszej wagi i są one pytaniami podstawowymi dotyczącymi obiektów, które stanowią dziedzinę zastosowań danej nauki”.³¹

²⁸Różnica ta została podkreślona po raz pierwszy prawdopodobnie przez Kuhna.

²⁹Zob. [Laudan 1979], s. 25, 94-95 i [Laudan 1990].

³⁰[Laudan 1979], s. 89.

³¹Tamże, s. 34. Jeśli chodzi o szczegółowsze analizy, dotyczące problemów empirycznych, zob. [Sierotowicz 1995], s. 104-107.

Problemy tego typu dzielą się na trzy kategorie: (1) problemy nie rozwiązane przez żadną z teorii w danej dziedzinie; (2) problemy rozwiązane; (3) anomalie, tj. problemy nie rozwiązane przez daną teorię, ale rozwiązane przez inne teorie z tej samej dziedziny badawczej.

Problem koncepcyjny natomiast to problem, który dotyczy teorii jako takiej i nie istnieje niezależnie od niej. Jeżeli zatem problemy empiryczne są problemami pierwszej wagi dotyczącymi określonej dziedziny badań, to problemy koncepcyjne rodzą się wewnątrz schematów koncepcyjnych czy tradycji badawczych, które są propozycjami rozwiązania tych problemów empirycznych. Problemy koncepcyjne mogą być wewnętrzne (np. kiedy dotyczą niespójności logicznej danej teorii) lub zewnętrzne (kiedy są wynikiem konfliktu danej teorii bądź z inną teorią czy tradycją badawczą dobrze ugruntowaną, bądź z jakąś teorią metodologiczną, bądź też z ogólną wizją świata danej epoki).

Dokonawszy wszystkich tych rozróżnień, można określić naukową tradycję badawczą jako „zespół ogólnych założeń dotyczących obiektów i procesów zachodzących w danej dziedzinie badań oraz założeń dotyczących metod, które należy stosować w celu rozwiązywania problemów i konstruowania nowych teorii w tej dziedzinie”.³²

Innymi słowy *ScRT* określają w sposób abstrakcyjny, z czego świat jest zbudowany, jakie relacje łączą istniejące w nim obiekty, jakie procesy tam zachodzą i jak należy ten świat badać, ale bez żadnych konkretnych odpowiedzi na pytania i problemy szczegółowe. Tak więc tradycje badawcze nie mają funkcji wyjaśniających czy normatywnych, lecz dostarczają jedynie środków, służących do rozwiązywania problemów empirycznych i koncepcyjnych. Dana *ScRT* «składa się» z różnych teorii (czasem nawet sprzecznych ze sobą), które czynią bardziej konkretną «ontologię» danej tradycji badawczej i realizując wskazania metodologiczne tejże tradycji badawczej usiłują podać rozwiązania określonych problemów. Spośród różnych tradycji, obecnych w tej samej dziedzinie badań, większy sukces zyskuje ta spośród nich, która prowadzi do rozwiązania większej liczby problemów empirycznych i koncepcyjnych, oczywiście przy mniejszej liczbie anomalii i problemów nierozwiązanych.

Aby ułatwić dalsze rozważania, wprowadźmy następujący, schematyczny opis tradycji badawczej:

$$ScRT \rightarrow [O_s; R_s; M_s; \{p_{es}\}; \{T_s\}], \quad [F3]$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają odpowiednio: obiekty podstawowe (*O*), relacje (*R*) oraz metodologię (*M*) — przyjmowane w danej tradycji badawczej. *{T}* określa tu zbiór teorii proponowanych wewnątrz danej tradycji badawczej, a mających na celu rozwiązanie zbioru problemów empirycznych (tj. problemów pierwszego rzędu) *{p_e}* i innych problemów koncepcyjnych właściwych danej dziedzinie refleksji poznawczej.

³²[Laudan 1979], s. 103-104. Tradycja badawcza będzie w dalszym ciągu rozważań oznaczana skrótem *ScRT*.

Powyższa rekonstrukcja określenia *ScRT* wymaga jednak pewnej precyzacji. Laudan, podając przykłady różnych *ScRT*, wymienia m.in.: *empyryzm* i *nominalizm* w filozofii, *darwinizm* i *mechanikę kwantową* w fizyce, czy też *mechanycyzm* i *witalizm* w fizjologii. Otóż według Laudana każda z tych tradycji badawczych charakteryzuje się pewnymi założeniami metafizycznymi, które to założenia, wzięte jako całość, określają daną tradycją badawczą oraz odróżniają ją od innych tradycji.³³ A zatem dokładniejsze określenie *ScRT* winno uwzględnić *explicite* także owe założenia metafizyczne. Moim zdaniem te składowe *ScRT* mogą być uwzględnione przez odwołanie się do analizy tematycznej Holtona, i identyfikację ich z wymiarem tematycznym teorii (lub dokładniej: z wymiarem tematycznym danej *ScRT*). Wprowadźmy symbol I_{ts} na oznaczenie wymiaru tematycznego *ScRT*. Określenie tradycji badawczej przyjmuje teraz postać:

$$ScRT \rightarrow [I_{ts}; O_s; R_s; M_s; \{T_s\}; \{p_{es}\}] \quad [F4]$$

Rzecz jasna, niemal wszystkie elementy określające *ScRT* (za wyjątkiem składowej I_{ts}) mogą ewoluować w czasie, prowadząc do coraz to innych realizacji tej samej tradycji badawczej. W tych okolicznościach można mówić o zmianach wewnętrznych danej *ScRT*, w której metody, teorie i cele poznawcze (tj. problemy do rozwiązania) podlegają ciągłym zmianom.³⁴ Wypada podkreślić, iż wymiar tematyczny tradycji badawczej jest czynnikiem unifikującym różne realizacje tej samej *ScRT*.

Owe zmiany zachodzące w danej *ScRT*, zmierzające do rozwiązania określonego problemu podstawowego (czy też koncepcyjnego), mogą być interpretowane — w innej nieco perspektywie — jako zmiany prowadzące do coraz to większej koherencji wewnątrz danej tradycji badawczej. Taka interpretacja jest możliwa na gruncie metodologicznego modelu nauki, który interpretuje badania naukowe jako lekturę pewnego tekstu.³⁵ W modelu tym proces wyjaśniania naukowego traktuje się jako ciągły wysiłek zmierzający do coraz to większej koherencji, mającej charakteryzować teoretyczny system nauki, włączając w to i obserwacje.³⁶ Wysiłki te mają wiele wspólnego z próbami zrozumienia czytanej książki, w których to próbach zrozumienie określonej, niewielkiej części tekstu zależy od zrozumienia całości przeczytanego dotąd tekstu. Chodzi tutaj o swoistą konfrontację pomiędzy rozumieniem fragmentu książki i rozu-

³³Zob. tamże, s. 101.

³⁴Laudan opisuje zmiany tego typu w ramach tzw. modelu sieci triadycznej (*the triadic network of the reticulation model of justification*); zob. [Laudan 1987] oraz [Losee 1987], s. 139-133.

³⁵Autorem modelu, do którego się tutaj odnoszę, jest Kosso. Jego model, jak zresztą każdy inny metodologiczny model nauki, ma ograniczone zastosowanie. Świadomość tych ograniczeń ma sam autor: „Należy zdawać sobie sprawę z faktu, że analogia pomiędzy poznaniem naukowym i lekturą ma sens jedynie na poziomie metodologicznym. Jeżeli nawet w poznaniu naukowym i lekturze metody uzasadniania czy interpretacji okazały się podobne, nie znaczy to bynajmniej, iż konkluzja ta pozostaje słuszna w odniesieniu do ich przedmiotów. W szczególności zaś powyższa analogia metodologiczna nie chce sugerować, jakoby natura miała swego autora” ([Kosso 1995], s. 12).

³⁶Jeśli chodzi o pojęcie koherencji w nauce — zob. np. uwagi krytyczne Feyerabenda ([Feyerabend 1978], rozdz. 3).

mieniem całości, której regułą nadrzędna jest właśnie koherencja tych dwóch «rozumień»: lokalnego i globalnego.³⁷

Intepretując teraz każdą nową obserwację, każdy nowy problem podstawowy lub koncepcyjny jako nowy fragment tekstu, można utrzymywać, że te nowe znaki i linijki «przeczytane» na kartach książki natury³⁸, uzyskują sens jedynie w perspektywie hipotezy, dotyczącej tego, co się wydarza w całym dotąd poznanym opowiadaniu (hipoteza ta może być utożsamiona z *ScRT*). Tak więc w wypadku rozwoju tradycji naukowej, podobnie jak to ma miejsce w odniesieniu do interpretowania tekstu, dostrzec można ten sam schemat. Można zatem utrzymywać, iż „proces rozwoju nauki oferuje ciągle rozwijający się obraz świata — obraz, którego koherencja jest podtrzymywana lub powiększana dzięki ciągłej konfrontacji pomiędzy teoriami i obserwacjami”.³⁹

Kosmologia jako tradycja badawcza

Zważywszy, że inspiracją hipotezy metodologicznej, która zostanie dalej sformułowana (*CRT*), są Laudanowskie idee, dotyczące tradycji badawczych, postawimy podstawowy problem kosmologii. Problem ten sprowadza się do pytania o to, „jak na podstawie znajomości lokalnej fizyki («fizyki ziemskiej») i obserwacji przeprowadzanych lokalnie, zrekonstruować globalną strukturę-ewolucję Wszechświata”.⁴⁰

Zagadnienie to (zasadnicze dla zdecydowanej większości kierunków w ramach współczesnej kosmologii) należy do problematyki ekstrapolacji i na gruncie kosmologii jest rozwiązywane przez odwołanie się do wspomnianych już **zasad kosmologicznych**. Zasady te są w swej istocie niekontrolowalnymi bezpośrednio przez eksperyment/obserwację (często ukrytymi) postulatami, leżącymi u podstaw zarówno kosmologii przednaukowych, jak i współczesnych teorii kosmologicznych.⁴¹

Zasady kosmologiczne mają tak istotne znaczenie w kosmologii, że mogą być, jak sądzę, uważane za warunek możliwości «naukowości» w tym sensie, że bez nich kosmologia nie mogłaby prawdopodobnie stać się nauką doświadczalną (obserwacyjną). Nic zatem dziwnego, że niektóre definicje nawiązują *explicite* do zasad kosmologicznych, określając kosmologię „nie tylko jako naukę o Wszechświecie, ale również o założeniach, jakie należy uczynić, aby nauka o Wszechświecie była w ogóle możliwa”.⁴² Zważywszy na znaczenie zasad kosmologicznych, należy się spodziewać, że zajmą one centralne miejsce w *CRT*.

³⁷Zob. [Kosso 1995], s. 161.

³⁸Na temat znanej metafory, określającej naturę jako księgę, zob. np. [Congiunti 1993] i [Pedersen 1992].

³⁹Tamże, s. 158.

⁴⁰[Heller 1978], s. 68, zob. też [Ellis 1975].

⁴¹Na temat kosmologii przednaukowych (tzn. wizji świata akceptowanej np. w starożytnej Grecji) zob. np. [Pacholczyk 1984] i [Rudnicki 1995].

⁴²[Heller 1988], s. 112; zob. też [Heller 1986], s. 58.

Kosmologiczna tradycja badawcza posiada strukturę formalną, odpowiadającą strukturze *ScRT* (zob. formuły [F3] i [F4]), tzn. można ją przedstawić w postaci:

$$CRT \rightarrow [I_{tc}; O_c; R_c; M_c; \{T_c\}; \{p_{ec}\}] \quad [F5]$$

Różnica względem *ScRT* dotyczy przede wszystkim «zawartości» składowej I_{tc} , która obejmuje wymiar tematyczny *CRT* (dotyczący np. — w wypadku teorii stanu stacjonarnego — globalnej niezmienności Wszechświata w czasie i przestrzeni⁴³) oraz określone zasady kosmologiczne (dotyczące np. pewnych symetrii czasoprzestrzeni). Łatwo zauważyć, iż składowa I_{tc} odpowiada zasadniczo pierwszej i drugiej składowej trzonu *CRP*, zaś składowe O_c - R_c - M_c , odpowiadają trzeciej składowej trzonu *CRP* (zob. formułę [F1]; dla uproszczenia zapisu niech D_c oznacza te ostatnie składowe *CRT*).⁴⁴ Składowa $\{T_c\}$ przedstawia natomiast różne modele kosmologiczne, odpowiadające powyżej określonym składowym *CRT*, które to modele kosmologiczne zmierzają do rozwiązania podstawowego problemu kosmologii (p_{ec}).⁴⁵

W strukturze *CRT* można wyróżnić dwa różne poziomy opisu. Pierwszy z nich dotyczy składowej I_{tc} . Chodzi tutaj o ogólne (tj. filozoficzne, teologiczne, religijne, estetyczne, itp.) przekonania, dotyczące tego, jak właściwie zbudowany jest Wszechświat i jakie procesy wielkoskalowe w nim zachodzą. Należy zauważyć, że na tym poziomie opisu chodzi o przekonania, które są obserwacyjnie niekontrolowalne i w związku z tym są kwestią osobistych zaangażowań kosmologa. Stąd też wynika, że zmiana tradycji badawczej, dotycząca jedynie tego poziomu opisu (tj. dotycząca zmiany składowej I_{tc}) jest podobna do zmiany, określonej przez A. Pacholczyka mianem „zmiany katastroficznej”⁴⁶, której przykładem współczesnym byłoby np. przejście od teorii stanu stacjonarnego do standardowego modelu Wszechświata.

Drugi poziom opisu w ramach proponowanego tutaj modelu kosmologicznego dotyczy zbioru różnych modeli Wszechświata $\{T_c\}$ odnoszących się do tej samej składowej I_{tc} (modele te różnią się nade wszystko składową D_c). Ten poziom opisu odpowiada temu, co G.F.R. Ellis określił mianem „paradygmatu w kosmologii” (pojęcie nieco różne od paradygmatu według Kuhna). Autor ten wyróżnił cztery takie paradygmaty obecne w historii kosmologii współczesnej:

- (1) paradygmat stacjonarny lub statyczny;
- (2) paradygmat „ewoluującej geometrii”;
- (3) paradygmat fizyki stanów nierównowagowych (gorący *Big Bang*);
- (4) paradygmat granic i horyzontów.⁴⁷

⁴³ Chodzi tutaj o tzw. doskonałą zasadę kosmologiczną. Na temat teorii stanu stacjonarnego zob. np. [Bondi & Gold 1948], [Hoyle 1948] oraz [Bondi 1965].

⁴⁴ Nietrudno zauważyć, iż pojęcie *CRT* odpowiada zasadniczo pojęciu *TCRP* (zob. też niżej tab. 2).

⁴⁵ Należy zaznaczyć, że również w wypadku *CRT* obowiązuje wymóg organicznej płodności (zob. formuła [F2]).

⁴⁶ Zob. [Pacholczyk 1984].

⁴⁷ Zob. [Ellis 1990] i [Ellis 1993b].

W wypadku konkurencji dotyczącej tego właśnie poziomu opisu, tj. w wypadku konkurencji różnych modeli kosmologicznych w ramach tej samej *CRT*, bądź też w ramach różnych *CRT*, decydujące znaczenie mają obserwacje, mogące przyczynić się do odrzucenia któregoś z modeli. Jak się wydaje, przykładem takiej sytuacji było odkrycie mikrofalowego promieniowania tła, które przyczyniło się do odrzucenia pierwszych wersji teorii stanu stacjonarnego. W tym też sensie, mikrofalowe promieniowanie tła może być uważane za przykład *experimentum crucis* na tym poziomie metodologicznego opisu kosmologii.⁴⁸

Poniższa tabela przedstawia w sposób syntetyczny zasadnicze elementy składowe proponowanego wyżej metodologicznego modelu kosmologicznego:

Kosmologiczna tradycja badawcza:			
$CRT \rightarrow [I; O; R; M; \{T\}; \{p\}]$		←	[Laudan 1979]
$CRT \rightarrow [I; D; \{T\}; \{p\}]$		←	
$D = [O; R; M]$			
Poziom opisu	Element charakterystyczny	Charakter zmiany tradycji badawczej na danym poziomie opisu	Uwagi
Poziom I	<i>I</i>	«katastroficzny» (całkowity brak ciągłości pomiędzy następującymi po sobie <i>CRT</i>)	[Pacholczyk 1984] (odpowiada <i>grosso modo</i> pojęciu <i>TCRP</i>)
Poziom II	<i>D</i>	podobny jak w innych naukach doświadczalnych; w pewnych sytuacjach możliwy jest <i>experimentum crucis</i>	[Sierotowicz 1993a] (odpowiada konkurencji <i>CRP</i> , należących do różnych <i>TCRP</i>)

Tab. 2. Metodologiczny model kosmologii

Dwie uwagi końcowe

Zaproponowana tutaj koncepcja *CRT* jest ściśle biorąc rodzajem hipotezy metodologicznej, którą — w duchu metodologii hipotetyczno-strukturalnej — należałoby zweryfikować przy pomocy dostępnych opracowań, dotyczących historii kosmologii współczesnej. Jest to jednak zagadnienie, które — z braku miejsca — nie może być już tutaj podjęte. Na zakończenie zrobić jednak należy dwie istotne uwagi.

Uwaga pierwsza dotyczy obecnej w niniejszym artykule milczącej polemiki z metodologią programów badawczych Lakatosa, prowadzonej z punktu widzenia koncepcji tradycji badawczych Laudana. Jeden z jej momentów ma tutaj szczególne znaczenie.

⁴⁸Zob. [Orlicki 1981] i [Sierotowicz 1993a].

Chodzi mianowicie o relacje istniejące pomiędzy maxi-teorią a mini-teoriami, a ściślej biorąc o fakt, że koncepcja *CRT* dopuszcza obecność, w ramach tej samej tradycji, różnych teorii (modeli kosmologicznych) — okoliczność trudna do uzasadnienia na gruncie metodologii programów badawczych Lakatosa. W wypadku bowiem modelu Lakatosa, dwie różne mini-teorie mogą być uważane za realizacje danego programu badawczego o tyle tylko, o ile jedna z nich jest «dedukowalna» z drugiej. Jak słusznie jednak zauważa Laudan, taki rodzaj relacji pomiędzy maxi-teorią i mini-teoriami nie odpowiada realnej sytuacji w nauce.⁴⁹

Uwaga druga dotyczy pewnych perspektyw badawczych, oferowanych przez pojęcie *CRT*. Otóż model ten mógłby posłużyć jako narzędzie ułatwiające usystematyzowanie historii kosmologii współczesnej od roku 1965.⁵⁰ Chodziłoby tutaj o rodzaj *case studies*, poświęconych poszczególnym tradycjom badawczym, które rozwinęły się po odkryciu promieniowania tła, jak np. tradycja modelu inflacyjnego, tradycja superstrun, tradycja kosmologii kwantowej itp.⁵¹ Myślę też, że koncepcja *CRT* mogłaby się okazać użyteczna w rekonstrukcji założeń filozoficznych, teologicznych, fizycznych i innych, obecnych w niektórych kosmologicznych tradycjach badawczych dzisiaj już może porzuconych, które jednak swego czasu miały istotne znaczenie w rozwoju kosmologii (myślę tu zwłaszcza o teorii stanu stacjonarnego).

Dodatek: meta-metodologiczny status problemu

Powróćmy raz jeszcze do postawionego na wstępie pytania: rozważany w niniejszym artykule problem jest problemem filozoficznym, czy też metodologicznym? Sądzę, że najważniejsza odpowiedź jest następująca: jest to problem metodologiczny (bądź też z zakresu filozofii nauki, co — jak myślę — na jedno wychodzi), tj. należący do tzw. filozofii «inteligentnej». To ostatnie pojęcie, wprowadzone swego czasu przez L. Wittgensteina i odnoszące się do A. J. Ayera, oznacza ten typ filozofii w ramach której możliwe jest postawienie pewnych problemów oraz podanie ich ścisłych (tj. jednoznacznych i praktycznie ostatecznych) rozwiązań.⁵² Problemy tego typu nie są problemami filozoficznymi we właściwym tego słowa znaczeniu, jeśli za cechę zasadniczą problemów filozoficznych uznać — jak to czynią niektórzy — niemożność ich ostatecznego i bezdyskusyjnego rozwiązania (nie na darmo mówi się czasem o „odwiecznych problemach filozofii”). W niniejszym artykule natomiast problem jest postawiony (status metodologiczny *TCRP*) i odpowiedź (mam nadzieję ścisła) jest udzielona w ramach koncepcji tradycji badawczych Laudana. Oczywiście wszystko to — w

⁴⁹ Zob. [Laudan 1979], s. 99-100.

⁵⁰ Jeśli chodzi o historię kosmologii do roku 1965 zob. np. opracowania [North 1965] i [Mereleau-Ponty 1965].

⁵¹ Zob. np. artykuł W. Dreesa, który podjął próbę tego typu w ramach innego modelu metodologicznego [Drees 1990].

⁵² Zob. [Janik & Toulmin 1984] s. 263.

obrębie metodologii hipotetyczno-strukturalnej, która nie jest bynajmniej ani jedyną możliwą, ani też powszechnie akceptowaną.⁵³

Powyższa konkluzja prowadzi jednak do innej, ciekawszej jeszcze kwestii leżącej u podstaw pytania: filozofia czy metodologia? Kwestia ta może być postawiona jak następuje: ile jest filozofii we współczesnej metodologii nauki (filozofii nauki)? Możliwa odpowiedź na to pytanie mogłaby iść śladem następującej intuicji. Należy najpierw zauważyć, że problemy metodologiczne „są *de facto* problemami filozoficznymi odniesionymi do nauki. [...] Trafna wydaje się następująca charakterystyka metodologii: jest ona epistemologią **obciętą** do problematyki poznania naukowego.”⁵⁴ Powracając teraz do postawionego wyżej pytania, można by zaryzykować hipotezę, że owa «inteligencja» filozofii nauki wynika z ograniczenia pola jej zainteresowania do samej tylko nauki. Jest to sytuacja analogiczna do tej, która właściwa jest naukom. Te ostatnie bowiem zawdzięczają, jak się wydaje, swą efektywność swoistemu ograniczeniu i spreparowaniu tej części świata, do której się odnoszą.⁵⁵ Takie rozumienie filozofii nauki i jej «inteligencji» pozwala z jednej strony na podtrzymanie stanowiska metodologii hipotetyczno-strukturalnej (w której wprowadza się odpowiednik elementu «empirycznego» w nauce, tj. porównanie modelu metodologicznego z wynikami historii nauki)⁵⁶, z drugiej zaś strony dopuszcza i usprawiedliwia użycie terminu „filozofia” w odniesieniu do tego typu refleksji poświęconej nauce.

Trzeba jednak zaznaczyć, że w filozofii nauki pojawiają się również i problemy przekraczające jej kompetencje i będące nowym sformulowaniem „odwiecznych problemów filozoficznych”. Problemy te, oprócz sformułowania w nowym języku, uzyskują też tutaj często nową, choć nigdy ostateczną i jednoznaczną, interpretację. Przykładem tego typu kwestii jest cała seria pytań (np.: jak musi być zbudowany świat, byśmy go mogli poznać?), które Kuhn — nie przypadkiem, jak sądzę — stawia w ostatnim akapicie swej książki *Struktura rewolucji naukowych*, pozostawiając je bez odpowiedzi.⁵⁷

Bibliografia

- Bondi, H., 1965, *Kosmologia*, Warszawa: PWN.
Bondi, H. & Gold, T., 1948, „The Steady State Theory of the Expanding Universe”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 108, s. 372-270.
Congiunti, L., 1993, „«Il mondo di Galileo: l'oggetto del suo sapere fisico-matematico». Parte prima: «Il gran Libro della Natura», *Verifiche*, 3-4, s. 365-390.

⁵³ Zob. np. [Woleński 1979].

⁵⁴ [Woleński 1979], s. 367 (podkreślenie moje).

⁵⁵ Zob. przypis 11.

⁵⁶ Byłoby tak wbrew konkluzjom Woleńskiego (zob. [Woleński 1979], s. 367).

⁵⁷ Zob. [Kuhn 1968]. Innym przykładem kwestii filozoficznej obecnej w metodologii nauki jest zagadnienie matematyczności świata. Na ten temat zob. np. [Heller, Zyciński & Michalik 1990].

- Drees, W. B., 1990, „Philosophical Elements in Penrose's and Hawking's Research in Contemporary Cosmology”, *Philosophy in Science*, 4, s. 13-46.
- Ellis, G. F. R., 1975, „Cosmology and Verifiability”, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 16, s. 245-264.
- Ellis, G. F. R., 1990, „Innovation, Resistance and Change: the Transition to the Expanding Universe”, [w:] R. Bertotti, R. Balbinot, S. Bergia & A. Messina (red.), *Modern Cosmology in Retrospect*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ellis, G.F.R., 1993a, „Philosophies of Science and Cosmology”, [w:] Renato Cristian (red.), *Proceedings of Trieste Conference on Leibniz*, w przygotowaniu.
- Ellis, G. F. R., 1993b, „The Physics and Geometry of the Universe: Changing Viewpoints”, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 34, s. 315-330.
- Feyerabend, P. K., 1978, *Against Method. Outline of an Anarchic Theory of Knowledge*, London: Verso Edition.
- Heller, M., 1978, „Uwagi o metodologii kosmologii”, *Roczniki Filozoficzne KUL*, 26(3), s. 65-75.
- Heller, M., 1986, „On the Cosmological Problem”, *Acta Cosmologica*, 14, s. 57-72.
- Heller, M., 1988, *Teoretyczne podstawy kosmologii*, Warszawa: PWN.
- Heller, M., Flin, P., Golda, Z., Maślanka, K., Ostrowski, M., Rudnicki, K. & Sierotowicz, T., 1989, „Observational Cosmology: From Gauss to Sandage”, *Acta Cosmologica*, 16, s. 87-106.
- Heller, M., Życiński, J. & Michalik, A. (red.), 1990, *Matematyczność przyrody*, Kraków: Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych (OBI) — Wydział Filozoficzny PAT.
- Heller, M. & Golda, Z. (red.), 1994, *Filozofia i kosmologia*, Kraków: Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych (OBI) — Wydział Filozoficzny.
- Hoyle, F., 1948, „A New Model for the Expanding Universe”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 108, s. 372-382.
- Hubble, E., 1937, *The Observational Approach to Cosmology*, Oxford: Clarendon Press.
- Janik, A. & Toulmin, S., 1984³, *La Grande Vienna*, Milano: Garzanti.
- Kosso, P., 1995, *Leggere il libro della natura. Introduzione alla Garzanti. Filosofia della scienza*, Bologna: Il Mulino (tytuł oryginału: *Reading the Book of Nature. An Introduction to the Philosophy of Science*, Cambridge: Cambridge University Press 1992).
- Kragh, H., 1990, *Introduzione alla storiografia della scienza*, Bologna: Zanichelli.
- Kuhn, T. S., 1968, *Struktura rewolucji naukowych*, Warszawa: PWN.
- Lakatos, I., 1980a, „Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, [w:] I. Lakatos, *The Methodology of Scientific Research Programmes. Philosophical Papers*, vol. 1, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakatos, I., 1980b, „History of Science and its Rational Reconstruction”, [w:] *ibidem*.
- Lakatos, I. & Feyerabend, P. K., 1995, *Sull'orlo della scienza. Pro e contro il metodo*, Milano: Raffaello Cortina Editore.
- Laudan, L., 1979, *Progresso Scientifico. Prospettiva per una teoria*, Roma: Armando Armando Editore (tytuł oryginału: *Progress and its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*, London: Routledge & Kegan Paul 1977).
- Laudan, L., 1987, *Scienza e valori*, Roma-Bari: Laterza (tytuł oryginału: *Science and Values*, Berkeley: University of California Press 1984).
- Laudan, L., 1990, *Science and Relativism. Some Key Controversies in the Philosophy of Science*, Chicago-London: The University of Chicago Press.
- Losee, J., 1987, *Philosophy of Science and Historical Enquiry*, Oxford: Clarendon Press.
- Losee, J., 1990², *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford - New York: Oxford University Press.
- Lovejoy, A. O., 1981, *La Grande catena dell'Essere*, Milano: Feltrinelli (tytuł oryginału: *The Great Chain of Being*, Cambridge: Harvard University Press).
- McMullin, E., 1969, „Philosophies of Nature”, *The New Scholasticism*, 43, s. 29-74.
- Mereleau-Ponty, J., 1965, *Cosmologie du XX^e siècle. Etude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine*, Paris: Gallimard.
- Murphy, N., 1990, *Theology in the Age of Scientific Reasoning*, Ithaca-London: Cornell University Press.
- North, J. D., 1965, *The Measure of the Universe*, Oxford: Clarendon Press.
- Orlicki, W., 1981, „The Methodological Analysis of the Steady State Theory of the Universe”, *Reports on Philosophy*, 5, s. 109-120.

- Pacholczyk, A., 1984, *The Catastrophic Universe*, Tucson: Pachart Publishing House.
- Pedersen, O., 1992, *The Book of Nature*, Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana - Specola Vaticana.
- Pera, M., 1991, *Scienza e Retorica*, Bari: Edizioni Laterza.
- Popper, K. R., 1977, *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa: PWN.
- Prigogine, I. & Stengers, I., 1993, *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Torino: Einaudi.
- Rudnicki, K., 1995, *Cosmological Principles*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Sachs, M., 1976, „Maimonides, Spinoza and the Field Concept in Physics”, *Journal of the History Ideas*, 37, s. 125-131.
- Sierotowicz, T., 1989, *Między stacjonarnym a ewolucyjnym obrazem Wszechświata. Refleksje z pogranicza historii i filozofii nauki*, Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego.
- Sierotowicz, T., 1992, „O pewnym programie meta-metodologicznym”, *Rocznik Wydziału Filozoficznego Towarzystwa Jezusowego*, 4, s. 229-244.
- Sierotowicz, T., 1993a, Mikrofalowe promieniowanie tła jako «*experimentum crucis*» w kosmologii? Kraków: Wydział Filozoficzny Towarzystwa Jezusowego.
- Sierotowicz, T., 1993b, „O kosmologicznych programach badawczych”, [w:] M. Heller i Z. Golda (red.), *Kosmos i filozofia (Universo e filosofia)*, Kraków: Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych (OBI) — Wydział Filozoficzny PAT.
- Sierotowicz, T., 1994, „Nauka i codzienność w kontekście realizmu”, *Filozofia Nauki*, 3-4, s. 93-102.
- Sierotowicz, T., 1995, *La casa nel mondo interpretato. Le visioni del mondo come spazio del dialogo tra scienza e teologia*, Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana-Specola Vaticana.
- Watkins, J., 1989, *Nauka a sceptycyzm*, Warszawa: PWN (Biblioteka Współczesnych Filozofów, tłum. E. i A. Chmieleccy).
- Woleński, J., 1979, „Kontrowersje metametodologiczne”, *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 3(59), s. 357-368.
- Wolff, Ch., 1964, *Cosmologia generalis*, [w:] Ch. Wolff, *Gesammelte Werke (II. Abteilung — Lateinische Schriften; Band 4)*, Hildesheim-New York: Georg Olms Verlag.
- Życiński, J., 1986, „Falsification and Disconfirmation in Cosmology”, *Philosophy in Science*, 2, s. 53-60.