

MAREK SZYDŁOWSKI, PAWEŁ TAMBOR

*Kosmologia współczesna w schemacie pojęciowym kolektywu
badawczego i stylu myślowego Ludwika Flecka*

Contemporary cosmology in Ludwik Fleck's
conceptual schemes of collective and thought style

[...] *trzy komponenty aktu poznania są ze sobą nierozłącznie powiązane.
Między podmiotem a przedmiotem istnieje coś trzeciego, wspólnota.
Jest ona kreatywna – jak podmiot, przekorna – jak przedmiot
i niebezpieczna – jak siła żywiołu.*

L. Fleck, *Kryzys w naukach przyrodniczych*

WSTĘP

W pracy podejmujemy próbę wyróżnienia i charakterystyki w kosmologii współczesnej pojęcia kolektywu badawczego oraz reprezentatywnych dla niego różnych stylów myślowych w koncepcji socjologii wiedzy Ludwika Flecka. Rekonstruując praktykę badawczą kosmologii współczesnej, wskazujemy na dwa wyraźnie odmienne style myślowe stanowiące dwa różne sposoby postrzegania Wszechświata i myślenia o zachodzących w nim procesach oraz ich opisie. Te dwa odmienne style myślowe przynależą pewnym szkołom, mimo że nie posiadają one jakiejś formalnej struktury.

W środowisku fizyków istnieje podział na teoretyków oraz fizyków doświadczalnych, eksperymentatorów. W kosmologii odbiciem tego podziału jest rozróżnienie na teoretyków i obserwatorów. Ten podział nie koresponduje z proponowanym w pracy, ponieważ kosmolog teoretyk może myśleć o świecie przez pryzmat zachodzących w nim procesów fizycznych. George'a Gamowa

można uważać za tego typu teoretyka, który posiadając pewne narzędzia badawcze, koncentruje swoją uwagę na tym, co „fizyczne” we Wszechświecie i jego opisie. Oba kolektywy badawcze posługują się w swoich badaniach modelami matematycznymi; ale dla pierwszych jest to tylko narzędzie badawcze, język ekonomicznego opisu zjawisk, podczas gdy dla drugich struktury matematyczne Wszechświata są matematyczne.

Pierwszy z nich – nazwijmy go faktualnym – koncentruje uwagę na procesach fizycznych zachodzących we Wszechświecie, obserwacjach astronomicznych oraz mapowaniu Wszechświata dla rekonstrukcji jego wielkoskalowej struktury. Za prekursora tego stylu myślenia należałoby uznać George’a Gamova.

Drugi styl myślowy – nazwany roboczo teoretyczno-geometrycznym – wyraza z badań czysto teoretycznych, które zmiierają w kierunku znalezienia globalnego modelu Wszechświata oraz zachodzących w nim procesów z fundamentalnych równań opisujących Wszechświat. W tym schemacie myślowym cała złożoność procesów jest niejako zaklęta w samych równaniach, które staramy się za wszelką cenę rozwiązać (istnieje przekonanie, że „równania są mądrzejsze od ich odkrywców”).

Pierwszy styl jest w zasadzie domeną astronomii czy też kosmologii obserwacyjnej, gdzie interesujące są materialne obiekty, jak galaktyki, gromady galaktyk i inne struktury, które chcemy zobaczyć na własne oczy, tak jak widzimy nocne niebo. Obiekty te postrzegamy, tworząc ich obrazy, mapy w radioastronomii w różnych zakresach widma etc. W ten sposób uzyskujemy wizualizacje galaktyk, jetów, obłoków gazu, aktywnych jąder galaktycznych, etc. Na obrazach, którymi się posługujemy w ich badaniu (jak botanicy), kolor obszaru oddaje jego temperaturę. Zdjęcie albo mapa stanowią jakby „pismo obrazkowe”, ważne w procesie komunikacji naukowej. Obraz jest punktem wyjścia dla późniejszej konstrukcji tych modeli formułowanych w kategoriach na przykład modelowania komputerowego. Wartościowa informacja nie posiada charakteru abstrakcyjnego, ale bardzo konkretny, a nasz materiał obserwacyjny składa się z obrazów obiektów. Zauważmy, że to właśnie w astronomii od zawsze interesują nas konkretne materialne obiekty, planety, gwiazdy, galaktyki, chmury gazu; chcemy je zobaczyć na własne oczy, posiadać ich percepcyjny obraz. Używamy urządzeń, które dają informacje na swój sposób, ale przekształcamy je, by zobaczyć ten obraz. W wyróżnionym za Kraghiem faktualnym schemacie myślowym jest dla nas interesujące na przykład, że Wszechświat był kiedyś dostatecznie gorący, żeby mogły się w nim zapalić reakcje termojądrowe i w konsekwencji wyprodukować rozpowszechnione w odpowiednich proporcjach pierwiastki (2002, s. 175–188; 2007).

Drugi styl myślowy preferuje abstrakcyjny sposób myślenia i opisu obiektów, jak i Wszechświata jako całości w terminach równań. Poszukujemy do nich klucza, aby dotrzeć do rozwiązań; kluczem są metody ich rozwiązywania.

Tutaj eksponuje się nie tyle obraz jako wizualizację obiektu, co abstrakcyjne równania opisujące zjawiska astrofizyczne, będące modelami tych zjawisk. Ten styl myślowy jest charakterystyczny dla typowego teoretyka poznającego Wszechświat poprzez równania opisujące zachodzące w nim procesy. Dla niego Wielki Wybuch jest tzw. stanem osobliwym, w którym urywają się historie obserwatorów podróżujących po geodezyjnych czasopodobnych.

We współczesnej kosmologii obecne są oba style myślowe, które ze sobą nie rywalizują. To znaczy posługiwanie się jednym z nich nie wyklucza wykorzystania drugiego. Wyrastają one z odmiennego postrzegania świata i myślenia o zachodzących w nim prawidłowościach. Wybór stylu myślowego przez członka kolektywu w pewnym sensie jest wyborem tego, co jest dla niego podstawową wartością w procesie poznawczym. Czy jest nią badanie globalnej struktury i ewolucji Wszechświata, czy też same procesy fizyczne, zachodzące w trakcie tego procesu. Równania Einsteina ustalają odpowiedniość między geometrią oraz materią i jej ruchem. Procesy fizyczne, zachodzące we Wszechświecie, mają wpływ na strukturę geometryczną i odwrotnie: struktura geometryczna odzwierciedla obecność materii i jej ruch. Czyli w pewnym sensie oba style myślowe wyrastają z zainteresowań prawą bądź lewą stroną równań Einsteina. Wiążą się one z odmienną kulturą poznawczą, w kategoriach naczynych obiektów czy też abstrakcyjnych kategoriach równań.

Reprezentanci obu tych swoistych kolektywów badawczych posiadają różne wykształcenie zdobyte podczas studiów oraz różne upodobania poznawcze. I tak teoretycy znają techniki rozwiązywania równań i są wyposażeni w znajomość wielu metod matematycznych, które im służą do rozwiązywania problemów. Natomiast obserwatorzy większą wagę będą przywiązywać do skal, w których rozrywają się procesy, a oszacowanie pewnych wielkości jest dla nich ważniejsze niż uzyskanie jawnych rozwiązań równań.

W pracy wskazujemy również na historyczne przykłady, w których miały miejsce zmiany teoretycznego stylu myślowego, któremu nie towarzyszyła jednak zmiana paradygmatu w sensie Kuhna. Mamy tutaj na myśli przejście w kosmologii od statycznego do dynamicznego traktowania Wszechświata, w którym sama przestrzeń staje się już obiektem dynamicznym. W tym przypadku następuje zmiana stylu myślowego, a nie paradygmatu – myślimy o ucieczce galaktyk jako o dynamicznym efekcie wielkoskalowej ekspansji Wszechświata – a nie o ucieczce galaktyk w przestrzeni statycznej, która jest dopuszczalna. Innymi słowy, zastanawiamy się nad zasadnością użycia Fleckowskiego terminu stylu myślenia zamiast paradygmatu dla rekonstrukcji przejścia od statyczności do dynamicznego obrazu Wszechświata.

Współczesną dyskusję, jaka toczy się w kosmologii nad problemem energii i ciemnej materii traktujemy jako *case study* Fleckowskiej koncepcji stylów myślowych i kolektywów. W pracy konfrontujemy również inne koncepcje Flecka,

podkreślając ich walory dla rekonstrukcji zabiegów badawczych i sposobów zdobywania wiedzy we współczesnej kosmologii i astrofizyce.

1. ISTOTNE ELEMENTY FLECKOWSKIEJ FILOZOFII NAUKI

1.1. FLECK WOBEC WYBRANYCH KONCEPCJI KLASYCZNEJ FILOZOFII NAUKI

W tej części naszej pracy określimy ten schemat pojęciowy filozofii nauki Ludwika Flecka, który staje się, naszym zdaniem, adekwatny w rekonstrukcji sytuacji badawczej i poznawczej współczesnej kosmologii. Sformułowana przez Flecka kategoria „style myślowe” wprowadza w dyskurs nad szeroko pojętą metodologią naukową istotny element humanistyczny. Obserwacje poczynione w naszej pracy, dotyczące statusu „faktów naukowych” tworzonych w obrębie fizyki (a ściślej kosmologii współczesnej), mogą prowokować do ryzykownego wprawdzie, ale w kontekście Fleckowskim uprawnionego, wpisania ich w bardzo szeroki kontekst analiz teoretycznych wykraczających poza nauki przyrodnicze.

Podstawowe cechy teorii fizycznych, jak lokalność, istotna zależność od innych teorii oraz, co tu najbardziej istotne, zależność od społecznego kontekstu, pozwalają, przy odpowiednich założeniach, na odnajdywanie analogii między tak rozumianym sposobem modelowania, wyjaśniania i poznawania praw rządzących zjawiskami fizycznymi a epistemologią dyscyplin tradycyjnie nazywanych humanistycznymi.

Trzeba uściślić, że zaczerpnięta z humanistyki kategoria „stylu” określona została przez Flecka jako „styl myślenia” ulokowany w pewnej określonej strukturze społecznej badaczy i naukowców. Jest niezwykle ciekawym zagadnieniem, jak silny jest ten związek stylu myślowego z „grupą naukową”, która go reprezentuje. J. Sak zwraca uwagę jak, w różnych nurtach socjologicznych rozważań nad nauką, różne stopnie tej zależności były brane pod uwagę. Analizując mocne tezy Mannheim’a o bezwzględnej zależności myślenia naukowego od stylu (wzorca myślenia), wskazuje na możliwość bardzo ścisłego wiązania stylu z daną grupą badawczą, która działa w określonym miejscu i czasie, oraz realizuje specyficzne cele poznawcze.

Fleck zdaje się pozostawać niezależny od tego radykalnego nurtu, wiążanego też z manifestem tzw. „mocnego programu socjologii wiedzy”¹. Jego umiar-

¹ Tezy tzw. mocnego konstruktywizmu kształtują poglądy dwóch szkół we współczesnej socjologii wiedzy. Z jednej strony mocny program socjologii wiedzy (D. Bloor 1976, 1983), (B. Barnes 1981) i konstruktywizm B. Latoura (1987) i K. Knorr-Cetiny (1981) z drugiej – obie szkoły realizujące pogląd, że przekonania naukowe winny zawsze być wyjaśniane przez czynniki społeczne. Jakkolwiek pożądanym jest ten rodzaj wyjaśniania,

kowe podejście skupia się raczej na takim rozumieniu społecznych uwarunkowań wiedzy naukowej, które czynią kontekst socjologiczny nieodzownym. Warto w tym kontekście przytoczyć ważną wypowiedź (2007, s. 186–187):

Każde poznanie jest działaniem społecznym – nie tylko wtedy, gdy rzeczywiście wymaga współpracy, gdyż zawsze opiera się ono na wiedzy i umiejętnościach przekazanych od wielu innych. Jest ono nacechowane społecznie, gdyż podczas każdej nieprzerwanej wymiany myśli powstają i wzrastają idee i standardy, których nie można powiązać z żadnym indywidualnym autorem. Rozwijają się wspólny sposób myślenia, który łączy wszystkich uczestników i który i pewnością ustanawia każdą czynność poznawczą. Dlatego też poznanie musi być rozumiane jako funkcja trzech elementów: jest ono relacją między indywidualnym podmiotem a pewnym określonym przedmiotem i daną wspólnotą myślową – *Denkkollektiv* – w którym działa podmiot; poznanie może dokonać się tylko wtedy, gdy w danej wspólnocie zostanie zastosowany powstały w niej określony styl myślowy.

„Styl myślowy”, w sformułowaniu Flecka, to taki rodzaj *przymusu myślowego*², który jest swoistą, zrelatywizowaną do określonej sytuacji społecznej intelektualną skłonnością do przyjęcia określonego wzoru myślenia i traktowania problemów badawczych (1986, s. 94)³. Sak zauważa istotną własność tego

który, odwołując się do czynników socjologicznych i historycznych, prowadzi do koniecznego uzasadnienia, dlaczego taka, a nie inna społeczność naukowa *S* używała argumentu *A* na poparcie hipotezy *H* (jest to wypowiedź, którą można by określić mianem tzw. *Słabego Programu* socjologii wiedzy), to *Mocny Program* spotkał się z poważną krytyką filozofów nauki. Podstawowa słabość dostrzegana była w wielości dodatkowych założeń filozoficznych potrzebnych do osłony programu.

Any comprehensive framework for science studies should acknowledge that the opinions of the scientific communities may depend on a variety of different types of factors – among them 'internal' reasons, arguments, prejudices, mistakes, persuasive communication, and 'external' social influences. Case studies should show what factors in fact were active and what their interplay really was (s. 140).

Tezy *Mocnego Programu* dotyczyły wytworów naukowych w sensie statycznym, jeśli można tak powiedzieć, natury przekonań naukowych oraz ogólnie pojętej prawdziwości twierdzeń naukowych. Natomiast bardziej chyba dzisiaj popularny program konstruktywizmu społecznego interesuje proces „produkcji” wiedzy naukowej w trakcie pracy naukowych grup badawczych. Jeśli zastosować radykalne wytyczne konstruktywizmu, że obiekty własności fizyczne są wytworem pewnej naukowej kultury socjologicznej, to wraz z zakwestionowaniem niezależności ontologicznej załamuje się struktura pojęciowa trzech „światów Poppera”, tj. świat pierwszy jest redukowalny do świata trzeciego.

² W przypadku kosmologii ten przymus polega na tym, że młody uczyony ma do wyboru jedną z dróg, którą może podążać w pracy badawczej. Każda z nich wymaga odmiennych predyspozycji intelektualnych, ale u podstaw wyboru leży wartościowanie, jaki styl jest dla niego źródłem wiarygodnej wiedzy o świecie.

³ Mimo tego że termin „socjologia wiedzy” został zastosowany systematycznie do kolejnych dziedzin ludzkiej działalności intelektualnej (historii, filozofii, prawa, literatury...),

społecznego uwarunkowania stylu i kolektywu badawczego. Otóż ten ostatni wywiera wpływ raczej na *warunki poznawcze umysłu* niż na *treść poznania* (2006).

Jest bardzo ważne w tym kontekście, w jaki sposób Fleck rozumie ten rodzaj relatywizmu poznawczego. Otóż z jednej strony wpływa on na osłabienie nauki unifikującej poznanie, dostarczającej wyjaśnienia tzw. ostatecznościowego rzeczywistości: Fleck unika radykalnych wypowiedzi o charakterze ontologicznym. Z drugiej strony zdecydowanie twierdzi, że styl myślowy i cały aparat poznawczy, którego dostarcza, nie są przeszkodą w dochodzeniu do prawdy naukowej. W znanej i komentowanej dyskusji z Tadeuszem Bilikiewiczem Fleck twierdzi (2007b, s. 282):

Z teorii stylów myślowych nie wynika też żaden relatywizm poznawczy. „Prawda” jako aktualny etap przemian stylu myślowego jest zawsze tylko jedna: jest ona stylowo bez reszty zdeterminowana. Rozmaitość obrazów rzeczywistości to po prostu skutek różnorodności przedmiotów poznania. Nie twierdzą, że „ta sama wypowiedź” może być dla A prawdziwa dla B zaś nieprawdziwa. Jeśli A i B są uczestnikami tego samego stylu, to wypowiedź jest dla obu albo prawdziwa, albo fałszywa. Jeśli posiadają różne style myślowe, to nie ma właśnie „tej samej wypowiedzi”, bo wówczas dla jednego z nich jest wypowiedź drugiego niezrozumiała lub jest przez przez niego inaczej rozumiana.

Musimy przyznać, jeszcze przed bardziej szczegółowym przedstawieniem naszego poglądu na tę sprawę, że tego typu podejście Flecka jest zdumiewająco spójne z metodologiczną refleksją, która toczy się we współczesnej fizyce na temat tzw. teorii efektywnych i roli efektywnego wyjaśniania w nauce. Rzeczywistość naukowa po uwzględnieniu kategorii stylu myślowego jawi się jako bogata i wielowymiarowa. Optymizm z przełomu XIX i XX wieku, dotyczący ważności twierdzenia o jednolitości nauki i uznania metodologii nauki w sensie *science* za jedyne źródło wartościowej wiedzy, został zachwiany

to granicę dzielącą naukę w sensie *science* uprawianą jako forma działalności naukowej o metodzie uznawanej za doskonałą, od nauki jako zjawiska społecznego, przekroczył Kuhn w *Strukturze rewolucji naukowych* (1962). Nie wolno naturalnie bagatelizować filozofów, którzy podejmowali analizę społecznego charakteru wiedzy naukowej, takich jak J. S. Mill (1859) czy Charles S. Peirce (1868). Działalność naukowa nie dzieje się w próżni i usprawiedliwienie prawdziwych twierdzeń dokonuje się w trakcie krytycznej dyskusji. Prawdziwość i realność przedmiotowych odniesień naukowych bytów teoretycznych zależy od akceptacji społeczności uczonych. Także Popper jest traktowany jako prekursor tzw. epistemologii społecznej (1963, 1972). Popperowski falsyfikacjonizm może być rozumiany w sensie logicznym (wyrażony w strukturze *modus tollens*: fałszywość jednej z logicznych konsekwencji hipotezy jest falsyfikacją hipotezy) oraz praktycznym jako skutek wysiłków naukowców, którzy usiłują pokazać nieadekwatność wzajemnie konkurujących ze sobą teorii przez demonstrowanie ich mankamentów obserwacyjnych i niespójności konceptualnej. Jest to w rzeczy samej działalność o charakterze społecznym.

przez odkrycia naukowe i zmiany paradygmatu dziejące się właśnie w obszarze nauk ścisłych. We współczesnej humanistyce natomiast od pewnego czasu coraz bardziej widoczne jest zjawisko zacierania się sztywnych granic między poszczególnymi dyscyplinami. Badacze piszą o polimorficzności nauki, która ujawnia się nie tylko w interdyscyplinarnej współpracy, ale „również w aspekcie hierarchicznym, który funduje typologiczne ramy-metafory denotujące konkretne przypadki rozmaitych relacji zależności pomiędzy dziedzinami nauki” (s. 50). Wydaje się, że sytuacja w ogólnie pojętej nauce współczesnej obala dwa mity:

1. Mit o jednolitej nauce.
2. Mit o teorii ogólnej („niemal eschatologiczna idea ostatecznego poznania prawdy o świecie” (s. 47)).

Z metodologicznego punktu widzenia niezwykle ciekawe są próby charakterystyki i niejako porządkowania przedmiotów zainteresowań filozofii nauki widziane w pewnej perspektywie historycznej. Na następujących dwóch przykładach widać doskonale ewolucję, jakiej podlega sama refleksja nad nauką:

Zrozumienie takiej zmiany jest natomiast zależne od semantycznych (zmiana znaczenia) i odniesieniowych (zmiany obiektów) własności teorii traktowanych jako zbiory zdań. Dlatego nie jest już wystarczająca filozofia nauki dominująca przez wiele lat i traktowana jako logika nauki. W tej węziej rozumianej metodologii nauk (m.in. R. Carnap, C. G. Hempel) było jedynie miejsce na zmiany teoretyczne, przedmiotowe z wyłączeniem zmian metodologicznych, a także filozoficznych. W nurcie radykalnym natomiast (m.in. N. R. Hanson, St. Toulmin, Th. S. Kuhn, P. K. Feyerabend), przeciwnym do racjonalizmu krytycznego, na pierwszy plan wysuwano historyczną zmienność nie tylko teorii naukowych, ale i norm metodologicznych, zadań nauki i innych jej składników, np. problemów pojęciowych oraz empirycznych, czy też takich kategorii, jak konfirmacja, adekwatność, świadectwo oraz społeczność ludzi uprawiających naukę (Hajduk 1995, s. 12).

Jedną z prób uchwycenia tej dynamiki nauki, o której pisze Z. Hajduk, jest porządkowanie zainteresowań metapredmiotowych według tzw. *units of methodological analysis* ujmowanych specyficznym w aspekcie czasowym rozwoju filozofii nauki⁴:

- pojęcia (terminologia), wiedza jako bezcielesne idee (Platon) lub jako idee po prostu (empiryzm brytyjski);
- zdania i sądy (filozofia analityczna);

⁴ Jedną z modnych współcześnie form postrzegania wiedzy jest chwytliwe pojęcie *memu*. Główne tezy memetyki opierają się na przekonaniu, że wiedza jako taka jest pewnym obiektem oraz, że można łatwo wyróżnić jednostki wiedzy i dokonywać na nich operacji: porcjować, przelewać, dodawać, pomnażać.

- prawa;
 - teorie;
 - paradygmaty, tradycje badawcze;
- lub według działów semiotyki:
- syntaktyka (poziom wyrażeń, dychotomia między terminami teoretycznymi i obserwacyjnymi, logiczny empiryzm);
 - semantyka (określenie znaczenia terminów teoretycznych);
 - pragmatyka (element „nadawcy” i „odbiorcy” przekazu naukowego, wyjaśnianie, wskazanie kryteriów akceptacji i rejekcji).

W kontekście analiz podstawowych pojęć filozofii naukowej Ludwika Flecka wydaje się uprawnione, by do tego klasycznego skądinąd katalogu jednostek analiz metodologicznych dołączyć kategorie „stylu myślowego” i „kolektywu badawczego”. Co więcej, jesteśmy zdania, że mogą one okazać się jeszcze bardziej adekwatne do rekonstrukcji bieżących działań w nauce niż klasyczne schematy pojęciowe związane z pojęciami „paradygmatu” i „programu badawczego”.

Jak wiemy, gruntem do formułowania koncepcji Kuhna i Lakatosa była dyskusja z empiryzmem pojmowanym jako wzorzec metody naukowej: intersubiektywność danych doświadczalnych opisywanych językiem wolnym od założeń teoretycznych, możliwość weryfikacji lub falsyfikacji teorii poprzez konfrontację z doświadczeniem, ocena i wybór między konkurującymi hipotezami miał tym samym charakter obiektywny i racjonalny.

W dyskusji z empiryzmem, po pierwsze bezzałożeniowej intersubiektywności, przeciwstawiono tezę o nieistnieniu niezależnego od teorii języka obserwacyjnego, po drugie podważono procedury prostej falsyfikacji i weryfikacji teorii. Praktyka badawcza pokazuje raczej, że niezgodność obserwacji z przewidywaniami teorii nie musi być motywem do obalenia teorii; często wspomniane przypadki traktuje się jako anomalie lub wprowadza do teorii pomocnicze założenia. Po trzecie kryteria, które mają służyć rozstrzygnięciu między teoriami, obciążone są ograniczeniami i same zależą od teorii. Po czwarte, powiedziałby Fleck: „fakt naukowy” zależy od kontekstu danej społeczności uczonych i „stylu myślowego”, który ją charakteryzuje⁵.

⁵ Krytyka empiryzmu wywołała jego mutacje, które w mniej radykalnych odmianach potwierdzają uprawniony status terminów teoretycznych i wielkości nieobserwowalnych, choć wciąż tacy filozofowie nauki, jak Hempel czy Popper uznawali, że, obok „świata” terminów obciążonych teoretycznie, na pewnym poziomie istnieje możliwość obiektywnego, intersubiektywnego opisywania danych empirycznych w języku czysto obserwacyjnym. Prace Kuhna, Hansona, Toulmina i swoisty anarchizm metodologiczny Feyerabenda podważyły nawet łagodne formy empiryzmu. Dane empiryczne zawsze podlegają interpretacji w ramach teorii, która formułuje własny język obserwacyjny. Ta zależność interpretacyjna danych od teorii skutkuje naturalnie powstawaniem istotnych niewspółmierności między teoriami. Naturalnie stopień zależności danych od teorii może być bardzo różny i trzeba

Swoista metodologiczna „burza” rozpętała się w filozofii nauki wraz z zaproponowaniem przez T. Kuhna metateorii paradygmatów (1962). Nowe spojrzenie na zależność od paradygmatów danych empirycznych i kryteriów oceny i selekcji teorii wzbogacone zostało natomiast, w podejściu Flecka, o dodatkowy istotny element wspólnoty naukowej, gdzie dokonuje się pewien konsensus co do zbioru bardzo ogólnych założeń pojęciowych i metodologicznych. Tzw. okres normalny w nauce wyznaczany jest przez spójną tradycję badawczą, natomiast Fleck nie formułuje tak sztywnych standardów metodologicznych. Twierdzi czasem wręcz, że pozostawanie w obrębie i realizowanie określonego stylu myślowego niekoniecznie jest czymś uświadomionym i jako takie wybranym; często wykształcenie przez daną grupę uczonych tak wpływa na badacza, że nie jest on w stanie wyjść poza styl (2007b, s. 285).

W obrębie przyjętego schematu pojęciowego prowadzi się pewien rodzaj gry. Szczególnie istotne są tu nie tylko przyjęte wspólne założenia ogólne i wyjściowe, ale także dyskurs, który rozgrywa się w obrębie społeczności naukowców (klasyfikowane według ważności i siły wpływu na środowisko czasopisma naukowe i kanały wymiany informacji). Wyniki obserwacji w istotny sposób zależą od paradygmatu, ale także, co szczególnie istotne, nie istnieją niezależne od paradygmatu kryteria selekcji w konflikcie paradygmatów.

Tzw. okres normalny w sensie Kuhna może zostać przerwany przez rewolucję naukową, która polega na wyłonieniu się nowego paradygmatu, który zastępuje poprzedni. Stąd kontrowersyjne, posądżane o irracjonalność, poglądy Kuhna dotyczące swoistego „nawrócenia” jako opisu procesu przyjęcia nowego paradygmatu. Niewątpliwą słabością koncepcji Kuhna, jeśli zestawić go z podejściem Flecka, jest teza o jednym obowiązującym paradygmacie. W kosmologii wielość obserwowanych teorii efektywnych potwierdza główne punkty Poppera, a następnie Fayerabenda krytyki Kuhna: (1) uczony w każdym momencie może zakwestionować obowiązujące poglądy, nie czekając na kryzys, zaistnienie głębokich zmian w paradygmacie i moment rewolucji. Toulmin dodaje, że tę własność rozwijającej się nauki można wyjaśniać istnieniem „mikrorewolucji” (1970); (2) sytuacja badawcza w nauce potwierdza tezę Fayerabenda, że nie ma wyłącznego panowania jednego paradygmatu, teorie niewspółmierne koegzystują.

W dalszej części pracy pokażemy, że w kosmologii (postrzeganej w optyce fleckowskiej) zachodzi jeszcze jedno zjawisko, interesujące z punktu widzenia metodologa czy filozofa nauki – współistnienie kilku „stylów myślowych”, które nie stanowią dla siebie konkurencji.

zgodzić się z Popperem, że nawet w przypadku dyskusji między dwiema sprzecznymi teoriami istnieje możliwość wskazania pewnego zbioru obserwabli (jak na przykład odległość jasnościowa), co do których niezależne grupy uczonych się zgodzą.

1.2 NAUKA WSPÓŁCZESNA W PERSPEKTYWIE SOCJOLOGICZNEJ

Wpisując niektóre zagadnienia metodologiczne współczesnej kosmologii w kontekst myślowy filozofii Flecka, stawiamy tezę, że obecną naukę charakteryzują nie tylko aktualna zależność od kolektywu badawczego czy uwarunkowania od kontekstów myślowych. Zauważamy także swoisty „transfer stylów myślowych” między różnymi dziedzinami wiedzy (filozofia nauki w sensie *science*) oraz tradycjami badawczymi.

W filozofii nauki Flecka, obok diskutowanych w pracy kategorii „stylu myślowego” i „kolektywu”, na szczególną uwagę zasługuje specyficzne ujęcie tego, co nazywamy „faktem naukowym”. Pomysł Flecka polega na tym, by postrzegać go jako *strukturę* dynamiczną opartą na relacji między dwiema grupami czynników, nazywanych *elementami czynnymi* i *elementami biernymi*. Pierwsze stanowią swojego rodzaju wiedzę tła, przeddoświadczeniową, która została wypracowana przez wspólnotę badawczą i staje się niejako wzorcem do wypracowania drugich. Szczególnie ważne w tym kontekście jest to, że w swoich analizach dotyczących poznania naukowego Fleck wychodzi poza klasyczny dualizm empirycznych i spekulatywnych źródeł wiedzy. Proces uzyskiwania przekonań naukowych, ewolucji i transferu wiedzy jest silnie obciążony socjologicznie. Rekonstrukcje tego społecznego kontekstu „wędrowni” wiedzy ludzkiej, dokonywane przez Flecka, mają charakter raczej opisowy niż normatywny (2006, s. 233).

Wspominając o temporalnym wymiarze metodologii naukowej, który, jak się okazuje, nie daje się wyeliminować z metateoretycznego dyskursu, warto zauważyć ciekawe zjawisko dostosowywania się stylu uprawiania nauki i refleksji nad nią do mentalności współczesnej, wyrażone w haśle *high speed methodology*. „Szybko zmieniająca się rzeczywistość nie daje badaczom szans na w pełni naukowe analizy, zaś praktykom – na oparcie swoich działań na pewnych podstawach.” (Waszkiewicz 1997, s. 287). J. Waszkiewicz, analizując problematykę szybkiego analizowania i prognozowania procesów, dostrzega widoczny wpływ na metodę naukową także całego zbioru czynników:

- wpływu techniki informatycznej i komunikacyjnej na łatwość wymiany wiedzy;
 - globalizacji wraz z kluczowymi dla nauki mechanizmami: działalność naukowa przebiega w środowisku niestabilnym gospodarczo i politycznie;
 - zjawiska tzw. *supertechniki*: łączenia współczesnej techniki i nauki dla projektów o ogromnym zasięgu i znaczeniu (LHC, Human Genome Project);
- Sposób uprawiania nauki i zdobywania wiedzy narażony jest na wpływ czynników nienaukowych:

- 1) nacisku czasu wynikłego z braku równowagi i proporcji między tym, co wiemy, a tym, co wiedzieć powinniśmy;
- 2) istnienia ograniczeń finansowych;

3) tworzy się „byty teoretyczne” do rozwiązywania konkretnego problemu (*hipoteza (czy teoria) jednorazowego użycia*); „wiedza zanurzona w kontekst działań opartych na prowizorycznych i zmodyfikowanych strategiach sama jest również prowizoryczna” (Waszkiewicz 1997, s. 293).

Uzyskiwana w takim kontekście wiedza staje się lokalna w sensie swojej całkowitej zależności od kontekstu. Wspomniana *high speed methodology* wyraża się w skróceniu czasu na pojawianie się nowych, alternatywnych hipotez, przyspiesza proces propagacji idei naukowych, obecny i twórczy w dyskursie staje się nawet element prowokacji intelektualnej.

Rozwój nauki staje się więc procesem wielowymiarowym. Rozwijająca się współcześnie naukometyka opiera się na tezie, że procesy naukotwórcze można badać metodami samej nauki, w ramach różnych modeli. Nalimow i Mulcenko (1971) wymieniają kategorie modeli zróżnicowane ze względu na charakter badań i środki osiągnięcia celów:

1. Modele informacyjne. Naukę postrzega się jako układ samoorganizujący, sterowany poprzez własne strumienie informacyjne. Rozwój nauki realizuje się w rozwoju strumieni informacyjnych.
2. Modele logiczne. Nauka to proces logicznego rozwoju idei. Ważny staje się problem logicznej klasyfikacji nauki.
3. Modele teorio-poznawcze (gnozeologiczne). Tu interesujemy się głównie metodologią badań naukowych. Obszary zainteresowań dotyczą przede wszystkim roli matematyki, hipotezy i eksperymentu (matematyczna rola eksperymentu (statystyczne metody analizy danych eksperymentalnych, matematyczne metody planowania eksperymentu)).
4. Modele ekonomiczne. Badaniu podlegają wzajemne oddziaływania nauki z procesem wzrostu gospodarczego. Wypracowuje się oceny efektywności ekonomicznej badań naukowych.
5. Modele praktyczne. Tu istotny jest związek między nauką a prestiżem politycznym czy też jej znaczeniem z punktu widzenia potencjału militarnego.
6. Modele socjologiczne. Zespół pracowników naukowych jest traktowany jako grupa społeczna, której zachowania można badać przy użyciu metod socjologicznych.
7. Model demograficzny. Potencjał naukowy kraju jest traktowany jako pewne zagadnienie demograficzne. Interesuje nas, jaka jest dynamika wzrostu populacji uczonych.
8. Model pracownika naukowego postrzegany jako twórczo aktywne indywidualium. Bada się tutaj problemy z dziedziny psychologii twórczości naukowej.
9. Model nauki jako układu sterowalnego. Naukę traktuje się jako pewien układ, który podlega procesowi sterowania. Do najważniejszych należą tu problemy optymalnej organizacji nauki, zastosowanie metod badań operacyjnych dla organizacji badań naukowych. Wykorzystane są metody optymalnego sterowania dynamicznego.

Tę wielowymiarowość nauki dobrze przedstawia Leydesdorff, konstruując swoisty trójwymiarowy układ, w którym realizuje się dynamika badań naukowych (2001, s. 4). Trzy podstawowe wymiary wyznaczone są przez: uczonych, teksty i poznanie. Dynamikę relacji między uczonymi i tekstami bada naukomentryka, odpowiednio przedstrzeń wyznaczoną przez uczonych i poznanie – socjologia wiedzy naukowej, a analiza tekstów w kontekście poznawczym dokonywana jest w ramach teorii informacji i komunikacji.

Wzdłuż trzech wymiarów wyróżniamy badania z różnych poziomów agregacji. Przykładowo, słowa są zorganizowane w tekstach, artykułach naukowych w naukowych czasopismach, czasopisma należą do archiwów, naukowcy tworzą grupy badawcze, które z kolei przynależą do społeczności naukowych. Dalej wiedza opiera się na teoriach, a te są zanurzone w dyscyplinach.

B. Jałowiecki, badając w nauce procesy również przy pomocy metod socjologicznych właśnie z punktu widzenia form naukowego dyskursu i środków komunikacji, wyróżnia i dokonuje charakterystyki obszarów (kręgów) porozumiewania się uczonych (Jałowiecki 1997): (1) krąg uniwersytetu; (2) krąg dyscyplin pokrewnych (towarzystwa naukowe, kongresy, zjazdy, konferencje); (3) zespół naukowy (instytuty, pracownie, katedry); (4) krąg popularyzatorów nauki (komunikowanie się nauki ze „światem zewnętrznym”, użytkownikami wiedzy staje się szeroka publiczność). To swoiste zróżnicowanie społeczne tworzących naukę wpływa na tworzone i realizowane strategie badawcze. Niezwykle ciekawa jest w tym kontekście A. Lekkiej-Kowalik analiza H. Lacey’a koncepcji nauki (Lekka-Kowalik 2008, s. 221):

„Światy naukowe” są częścią „światów społecznych” – praktyki naukowe mają społeczne uwarunkowania, teorie są aplikowane do praktyk rozwijanych przez światy społeczne, a zmiany „świata naukowego” i „świata społecznego” często sobie towarzyszą.

Okazuje się, że te „światy naukowe”, ze względu na zróżnicowanie strategii badawczych, często są niewspółmierne, co wpływa na komunikowalność teorii i powodzenie dyskursu⁶. Na gruncie kosmologii także można wskazać na formowanie się tzw. kosmologii standardowej, a także na pewną ewolucję tzw. kosmologii alternatywnych, jako w rzeczy samej różnych pod zasadniczymi względami „światów naukowych”. J. V. Narlikar przeprowadza pouczające studium historyczne różnych strategii badawczych wyczerpanych i nadal aktualnych w interesującym nas dyskursie: od kosmologii Newtona, kinematycznej teorii względności Milne’a, chronometrycznej kosmologii Segala, poprzez teorie stanu stacjonarnego, kosmologie oparte na zasadzie Macha, Bransa-Dickego

⁶ Konieczne jest w tym kontekście zastrzeżenie, że dyskurs rozumiany jest w szerszej niż w tradycyjnej logice wiedzy, gdzie obok dobrze określonego tematu warunkiem koniecznym były „względnie dobrze określone założenia” (2008, s. 167–189).

teorię grawitacji, teorię Hoyle-Narlikara, Hipotezę Wielkich Liczb Diraca, na kosmologii stanu quasi-stacjonarnej skończywszy.

2. STYLE W KOSMOLOGII

Koncepcja *scientific style*, dyskutowana przez socjologów czy też filozofów, była zwykle kojarzona z rolą indywidualności, szkół, instytucji czy też narodowościami albo kulturami. W kwestii precyzyjnego znaczenia terminu *styl* brak jest zgodności, ale zwykle się tutaj rozumieć charakterystyczne sposoby czy też ścieżki uprawiania danej nauki albo próby określenia czym dana nauka jest. W tym sensie pojęcie stylu myślowego jest synonimem pojęcia paradygmatu Kuhna (przy jednym z możliwych sposobów rozumienia słowa „paradygmat”).

Jak dobrze wiadomo, Fleck nie używał terminu „rewolucja naukowa”, ale obraz historii nauki do złudzenia przypomina ten z kart książki Kuhna.

Znany historyk kosmologii współczesnej, Helge Kragh, zwraca uwagę na fakt, że pojęcie stylu naukowego nie jest puste⁷. Autor spojrział na kontrowersję między teorią stanu stacjonarnej a kosmologią ewolucyjną jako na konflikt zasadniczo odmiennych badawczych stylów myślowych⁸.

Kragh odróżnia faktyczny styl myślowy Georga Gamova, który pozostawał niejako z boku, od stylów myślowych tych, którzy *szlifowali* teorię względności Einsteina dla opisu i konstrukcji relatywistycznego modelu Wszechświata (2007). Gamov nie był jakimś ekspertem w dziedzinie Einsteinowskiej teorii grawitacji, chociaż potrafił ją w sposób bardzo efektywny używać. Jego interesowały procesy fizyczne zachodzące we Wszechświecie⁹.

Zilustrujmy tę różnicę na elementarnym przykładzie. Zwolennicy teoretyczno-geometrycznego stylu myślenia badają strukturę i ewolucję Wszechświata na podstawie Einsteinowskich równań pola, które rządzą jego ewolucją. Struktura, o której mówią, to struktura geometryczna czasoprzestrzeni posiadającej sygnaturę Lorentza i metrykę pseudoriemannowską. Interesuje ich globalna ewolucja czasoprzestrzeni będącej jej geometrycznym modelem. Jednym z największych sukcesów takiego podejścia, za ojców którego należy uznać Stephena Hawkinga, Georga Ellisa czy też Rogera Penrose'a, jest dowód tzw.

⁷ *The notion of style in science is admittedly loose and difficult to pin down, but not empty.*

⁸ Kragh użył pojęcia stylu, ale wymaga szczegółowego zbadania problem, na ile to pojęcie jest dokładnie tym, co miał on na myśli.

⁹ U Gamova widać, że nie boi on się stosowania pozagrawitacyjnej fizyki w kontekście kosmologii. Przykładem może być wyprowadzenie przez niego wzoru na amplitudę kwantowej kreacji Wszechświata w wyniku efektu kwantowego tunelowania. Wzór ten nosi nazwę wzoru Gamova i ma zastosowanie w Vilenkina koncepcji powstania Wszechświata. Gamov należy do tego kręgu, który Kragh nazwał „quantum generation” (Kragh 2002).

twierzeń o osobliwości. Nie wchodząc w techniczne szczegóły, można powiedzieć, że wykazali w sposób matematycznie ścisły, że historie obserwatorów reprezentowane przez geodezyjne są nieprzedłużalne. Intuicyjnie znaczy to tyle, że historie się niejako urywają, co posiada interpretację tzw. osobliwości początkowej. Czyli, nie czyniąc żadnych założeń idealizacyjnych typu symetrii, dowodzimy, że osobliwość jest nieuniknioną własnością Wszechświata, o ile tylko pewne rozsądne warunki energetyczne spełnia materia – źródło grawitacji.

Wszystkie te rozważania charakteryzują się ogólnością, elegancją, globalnym opisem matematycznym, ale Wszechświat jest układem fizycznym. Można stwierdzić, że geometryczno-matematyczny styl myślenia w kosmologii jest tą jej częścią, w której uzyskiwanie danych odbywa się po zerowych kosztach, bez udziału satelitów, teleskopów Hubble’a i eksperymentów. Dla Gamova natomiast najbardziej interesujące było pytanie ściśle fizyczne: czy Wszechświat w swojej przeszłej ewolucji był dostatecznie gęsty i gorący, by mogły zapalić się reakcje termojądrowe. Dla Gamova Big-Bang to nie tzw. osobliwość kosmologiczna (urywanie się historii obserwatorów opisane w terminach geodezyjnej niezupełności czasoprzestrzeni), ale konkretny proces fizyczny – proces tzw. nukleosyntezy kosmicznej, który doprowadzi do rozpowszechnienia pierwiastków we Wszechświecie. Takie podejście okaże się niezwykle płodne i bez wyrafinowanej matematyki przewidzi on istnienie promieniowania relikowego i wyznaczył jego temperaturę.

Ciekawe, że, jak wspomina V. Frenkel (1994): “We may assume that Gamov was acquainted with Friedman’s semipopular book on “The World as Space and Time” that was published in 1993 [...]”. Najwyraźniej ta wiedza zawarta w popularnej książce Friedmana całkowicie wystarczała Gamowowi do dokonania tak wielkich odkryć w kosmologii.

Gamow z Tellerem (1939) jako pierwsi zapisali równania Friedmana w postaci równania różniczkowego 1-go rzędu na tzw. czynnik skali – pojedynczą funkcję czasu $R(t)$, którą dla wszechświata zamkniętego możemy sobie wyobrazić jako jego promień:

$$\frac{1}{R} \frac{dR}{dt} = \left(\frac{8\pi G}{3} \rho - \frac{kc^2}{R^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

gdzie R – czynnik skali, k – stała krzywizny ($k=0, \pm 1$), ρ – gęstość materii, c – prędkość światła w próżni.

Podstawiając akceptowalną wówczas wartość stałej Hubble’a ($H_0 = 1,8 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}$), znaleźli oni parametr obecnej gęstości materii we Wszechświecie – $\rho_0 = 10^{-30} \text{ g/cm}^3$. Z późniejszego punktu widzenia podali oni kompletną postać równań dynamicznych opisujących to, co dzisiaj nazywamy standardowym modelem kosmologicznym ciemnej zimnej energii (CDM).

Z metodologicznego punktu widzenia taki model posiada parametry do wyznaczenia, obciążenia energetyczne i inne cechy, które czynią go efektywnym modelem wszechświata.

Oczywiście Wszechświat nie jest aż tak prosty, ale model z grubsza opisuje świat w skali globalnej i można go potraktować jako punkt wyjścia dla dalszych konstrukcji lepszego modelu. To jest charakterystyczny styl myślowy, który charakteryzował podejście Gamova. Jego strategia dojścia do najbardziej adekwatnego opisu Wszechświata przypomina konstrukcje pierwszej efektywnej teorii Wszechświata. Zobaczmy, jak to komentuje Kragh (s. 179):

Gamov was a user of the relativistic theory of cosmology, not a contributor to it and certainly not a critic of it. He showed no interest in either its mathematical subtleties or philosophical problems, and he stuck to the cosmological field equations in their standard formulation. That is, he accepted the cosmological principle and therefore also the Robertson–Walker metric that led to the simple Friedmann–Lemaître equations in the form (1). Whether working in nuclear physics or in cosmology, he was a great believer in simplicity and always kept to concepts and mathematical techniques that were as simple and transparent as possible.

Kragh pisze, że chociaż Gamow posiadał pewne inklinacje w kierunku spekulacji, dla niego Einsteinowska teoria grawitacji zawsze pozostawała ortodoksją. Charakterystyczne jest, że nigdy nie traktował poważnie teorii konkurencyjnych, takich jak zaproponowana w 1930 przez Edwarda Milne’a czy też teorii Paula Diraca, Pascuala Jordana, steady state albo teorii Hoyle’a, Golda, Bondiego. Z sympatią odnosił się natomiast do koncepcji Diraca bazującej na hipotezie wielkich liczb, z której wyprowadzał zmienność z czasem kosmologicznym t , stałej grawitacji: $G\alpha t^{-1}$. Gamov podkreślał zawsze, że idea fizyczna powinna być *physically correct*.

Ciekawe, że w r. 1949 Gamow zaproponował rozszerzenie modelu (1) o człon kosmologiczny:

$$\frac{1}{R} \frac{dR}{dt} = \left(\frac{8\pi G}{3} \rho + \frac{\lambda}{3} - \frac{kc^2}{R^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Gdy w 1952 Walter Baade i inni przeliczyli na nowo stałą Hubble’a, do idei stałej kosmologicznej Gamov już nie powrócił. Był człowiekiem znanym z poczucia humoru i bardzo towarzyskim.

Współcześnie w kosmologii równanie (2) jest podstawą do sformułowania standardowego modelu kosmologicznego, będącego, jak teoria cząstek elementarnych, efektywną teorią Wszechświata. Teoria ta operuje parametrami kosmologicznymi, których wartość jest wyznaczana z danych astronomicz-

nych pochodzących głównie z tzw. kosmografii, która opiera się na analizie trajektorii fotonów w geometrii modeli kosmologicznych.

Ważnym źródłem informacji o fizycznym Wszechświecie są obserwacje anizotropii promieniowania relikтового oraz odległych gwiazd supernowych typu Ia. Obserwacje WMAPa (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) oraz SNIa faworyzują stałą kosmologiczną jako pewną efektywną energię, która jest źródłem przyspieszonej ekspansji Wszechświata.

Ukonstytuowanie się standardowego modelu kosmologicznego jest w pewnym sensie sukcesem faktualnego stylu myślenia w kosmologii. W tym modelu rola geometrii jest w pewnym sensie strywalizowana. Rozumujemy tak: oczywiście Wszechświat jest tylko w przybliżeniu jednorodny i izotropowy (spełnia zasadę kosmologiczną), ale umówmy się, że jego geometria jest taka prosta i pójdźmy dalej w kierunku badania fizyki w takim wszechświecie. To dzięki niemu zrozumieliśmy procesy fizyczne w epoce rekombinacji i procesy astrofizyczne zachodzące w gwiazdach, co pozwoliło nam na wyprowadzenie obserwabli kosmologicznych; testów kosmologicznych, które służą nam do estymacji parametrów kosmologicznych (np. parametrów gęstości).

Standardowy model kosmologiczny jest skonstruowany na bazie niezwykle prostego geometrycznego modelu Wszechświata – można by rzec produktu teoretyczno-geometrycznego stylu myślenia.

To, co dla faktualnego stylu myślenia jest punktem startu, by zacząć myśleć o tym co najistotniejsze w procesach fizycznych zachodzących we Wszechświecie, jest bardzo szczególnym rozwiązaniem równań Einsteina o topologii, gdzie jest przestrzenią jednorodną i izotropową (zasada kosmologiczna), tj. przestrzenią o stałej krzywiznie.

Badania w dziedzinie tzw. ciemnej energii – hipotetycznej energii, źródła akceleracji, dobrze ilustrują odmiennosc obu wyróżnionych stylów myślowych.

I tak, „faktualiści” chętnie widzieliby źródło przyspieszonej ekspansji Wszechświata w energii próżni kwantowej, nadając odpowiednią interpretację stałej kosmologicznej. Natomiast „geometryści” będą upatrywać rozwiązania zagadki akceleracji w samej geometrycznej strukturze C-P (gravitacji). W ich spojrzeniu efekt przyspieszonej ekspansji Wszechświata w obecnej epoce nie jest konsekwencją istnienia ciemnej energii (stałej kosmologicznej), lecz efektem tego, że posługujemy się pewnym uśrednionym modelem, podczas gdy przestrzeń jest niejednorodna. Po odpowiednim jej uśrednieniu po objętości, dostaniemy równania, w których człon ciemnej energii jest naśladowany przez te uśrednione niejednorodności.

Co więcej, okazuje się, że człony ciemnej energii „emergują” na drodze tzw. *backreaction*, tj. pojęciu ciemnej energii jako pewnej substancji można nadać bardziej fundamentalny sens na gruncie samej geometrii. W tym konkretnym wypadku sytuacja jest w pewnym sensie analogiczna do emergencji termodynamiki z mechaniki statystycznej.

Można by więc wywieść, na podstawie analizy problemu ciemnej energii, wniosek, że te dwa różne style myślowe jakby eksplorowały dwa różne poziomy emergencji. Dolny odpowiadałby teoretyczno-geometrycznemu punktowi widzenia, natomiast górny faktycznemu. Zauważmy, że gdyby w grawitacji była zrealizowana zasada Macha, to oznaczałoby to jedno-jednoznaczność odpowiedniość pomiędzy ruchem materii, energią a geometrią i koincydencje obu stylów myślowych. Póki co, ta zasada nie jest realizowana w OTW, co uzasadnia obecność różnych stylów myślowych (pluralizm kosmologiczny).

G.F.R. Ellis (2000), za Bondim (1960), Weinbergiem (1972) oraz Harrisonem, kosmologię uważa za naukę fizyczną badającą wielkoskalową strukturę Wszechświata, gdzie termin „wszechświat” jest rozumiany jako wszystko, co istnieje w sensie fizycznym i może być wyodrębnione z obserwowalnego Wszechświata. Jest to mianowicie ta część Wszechświata, która zawiera materię i jest dostępna poprzez obserwacje astronomiczne. Stąd możemy wyróżnić zasadniczo dwa obszary: galaktyki, gromady galaktyk, kwazary jako przedmiot badań oraz interesować się naturą ich pochodzenia. Wówczas w naturalny sposób możemy wyróżnić dziedzinę zwaną kosmologią obserwacyjną, której celem byłoby określenie wielkoskalowej struktury fizycznego Wszechświata oraz rozkładu w nim materii. Ellis odróżnia kosmologię obserwacyjną od kosmologii fizycznej oraz kosmologii astrofizycznej. Kosmologia fizyczna bada procesy fizycznych oddziaływań we Wszechświecie w różnych epokach kosmologicznych, począwszy od fazy gorącego wielkiego wybuchu.

Natomiast kosmologia astrofizyczna interesuje się ewolucją wielkoskalowych struktur, takich jak galaktyki, gromady galaktyk itd. Kolektywy badawcze ze wszystkich tych dziedzin wzajemnie na siebie oddziałują i uzupełniają się, konstytuując to, co nazywamy teorią kosmologiczną powstania i ewolucji fizycznego Wszechświata.

„Żeby te procesy fizyczne opisać, potrzebujemy przestrzeni tła”, na którym się one rozgrywają – „geometrycznego eteru”, ponieważ standardowe podejście do problemu jest perturbacyjne, tzn. procesy fizyczne zachodzą na „tle” ewolucyjnej czasoprzestrzeni, ale ich skala czasowa jest dużo mniejsza od hubblowskich i stąd ich wpływ na kosmiczną ewolucję pozostaje zanedbywany. Taka strategia jest podyktowana zwykle pragmatyką, ponieważ złożoność obliczeniowa problemów jest już dostatecznie duża¹⁰. Przykładowo, badając proces powstawania struktur we Wszechświecie, zakładamy, że powstały one w drodze ewolucji małych zaburzeń, które narastają w odpowiednim tempie na tle sztywnego tła – przestrzeni Robertsona-Walkera. Ponieważ i tak postawione zagadnienie jest dostatecznie złożone, rezygnujemy z relatywistycznego opisu ewolucji zaburzeń, zadowolając się opisem Newtonowskim i argumentując, że

¹⁰ Do tej pory nie udało się rozwiązać zagadki, jak powstają galaktyki z pierwotnych perturbacji.

efekty relatywistyczne są słabe. Idealną sytuacją byłoby uzyskanie rozwiązań samouzgodnionych tak, by procesy fizyczne były integralną częścią czasoprzestrzeni.

Powróćmy raz jeszcze do wątku faktualnego podejścia Georga Gamova w kosmologii. Jego droga od gorącego modelu wielkiego wybuchu została starannie zbadana, głównie w pracach Kragha (2000, 2005). Odróżnia on style myślowe Gamova oraz Lamâtre'a. Podkreśla, że Lamâtre nie wykazywał zainteresowania nowymi podejściami do kosmologii, których Gamov był absolutnym pionierem. Fakt ten został starannie odnotowany w archiwach, jakie zostały zgromadzone w Louvain-la-Neuve (Belgia). Tam nie odnajdziemy korespondencji z nową generacją jądrowych astrofizyków i kosmologów, takich jak Gamov, Alpher, Herman, Follin, Hoyle, Ed. Sapleter, Chusiro Hayashi czy R. Dicke.

Za ekstremalny przypadek matematycznego (nie fizycznego) stylu myślenia należy uznać model kosmologiczny zaproponowany w r. 1917 przez matematyka – Willema de Sittera, który od samego początku postulował brak materii, chociaż chciał zbudować model Wszechświata. W podejściu faktualnym rola materii nie ogranicza się do postulowania jedynie odpowiedniego tensora energii-pędu jako źródła pola grawitacyjnego. Materia jest traktowana bardzo poważnie nie jako coś zbędnego, co istnieje, bo „tak naprawdę istnieje tylko zakrzywiona czasoprzestrzeń”, lecz jako pewna realność, którą chcemy opisać i zrozumieć w terminach wielkości fizycznych. Proces powstawania struktur we Wszechświecie jest dla nas ważny z punktu widzenia zrozumienia złożoności Wszechświata. Oczywiście należy wspomnieć o pionierskich pracach Richarda Tolmana, począwszy od roku 1920, nad termodynamiką Wszechświata czy też prace Jeansa i Eddingtona w dziedzinie kosmologii fizycznej, lecz główne osiągnięcie Gamova polega na tym, że fizyka jądrowa jest istotna w zrozumieniu zjawisk w skali kosmologicznej.

G. Gamov wyrastał w atmosferze rosyjskiej i radzieckiej szkoły fizycznej i wyczuwa się, że jego styl myślowy jest niejako zanurzony w klimacie i standardach nauki rosyjskiej. Szkoła ta charakteryzuje się do dzisiaj niezwykle oszczędnym sposobem pisania prac naukowych czy też myśleniem „fizycznym”, gdzie pierwotne są idee fizyczne, a wtórne metody ich opisu. To było szczególnie widoczne współcześnie w pracach Yakova B. Zeldovicha i członków jego grupy, którego można by z powodzeniem uznać za kontynuatora faktualnego stylu myślenia¹¹.

¹¹ Pewnym standardem pisania w Rosji prac był wymóg, że każda praca musiała zakończyć się liczbą. Był to ponoć zwyczaj od czasów Lapunowa. Temu zwyczajowi zawdzięczamy, że w pionierskiej pracy Friedmana, w której znalazł on niestatyczne rozwiązania równań Friedmanna bez członu kosmologicznego, pojawiła się ważna liczba – rzędu wieku Wszechświata, uzyskana z okresu świata oscylacyjnego od *big-bangu* do *big crunchu*. Jest to przykład pewnych standardów, które są przestrzegane przez kolektywy badawcze.

Wspomnijmy również przy tej okazji rolę, jaką odegrał Lew Landau i jego szkoła fizyki radzieckiej, która odnotowała nieprawdopodobny rozwój. Jego szkoła, której był niekwestionowanym liderem, może być przykładem fleckowskiego kolektywu badawczego. Aleksiej Kojewnikow poświęcił bardzo wiele prac analizie fenomenu radzieckiej szkoły fizyki, nazywając Landaua fizykiem i rewolucjonistą (2003). Artykuły Landaua są klasycznym przypadkiem swoistej ascezy w informowaniu o wynikach naukowych. Podkreśla się, że jego prace są tak lakoniczne (składają się wyłącznie ze wzorów), że do dziś fizycy mają kłopoty ze zrozumieniem, skąd się wzięły jego idee.

Opis standardów w szkole Landaua, klimatu naukowego, jej uwarunkowań socjologicznych i politycznych jest niezwykle interesującym zagadnieniem wartym socjologicznej rekonstrukcji w terminach fleckowskich¹². Tutaj ograniczymy się jedynie do wspomnienia interesującego wątku dotyczącego Gamova.

Otóż charakterystyczną cechą radzieckiej szkoły fizyki była paradoksalnie jej otwartość. Nowa radziecka szkoła była poddawana różnego rodzaju rewolucyjnym eksperymentom. Nowy system edukacyjny nie uznawał na przykład dyplomów czy stopni naukowych. Można było pójść na uniwersytet bez ukończenia np. szkoły średniej. Paradoksalnie ten system był korzystny dla późniejszych sukcesów fizyki w czasach Stalina. Landau mógł opuścić różnego rodzaju zajęcia edukacyjne i chodzić regularnie na wykłady. Nigdy nie napisał pracy doktorskiej, ale jak tylko dotarła z Niemiec nowa teoria fizyczna – mechanika kwantowa, zaczął ją studiować ze swoimi kolegami: Gamovem i Dimitrem Iwanienko. Jakow Frenkel i Władimir Fock zaczęli wykładać „nową fizykę”¹³, natomiast Landau i jego koledzy zaczęli, nie pytając profesorów, publikować w „Zeitschrift für Physik” A. Kojewnikow pisze (2003):

Teoria kwantów wraz z radykalizmem społecznym i politycznym, brakiem szacunku do starszych kolegów oraz zamiłowaniem do robienia kawałów, stały się integralną częścią ich młodzieńczej kultury. W tak młodzieńczym chaosie narodziła się radziecka fizyka teoretyczna. W kraju jej rozwojowi sprzyjała polityka kulturalna bolszewików, przychylniejsza wówczas radykalnym studentom niż ich bardziej konserwatywnym profesorom.

Georg Gamov, pionier faktualnego stylu myślenia, wyrastał właśnie w tym kolektywie badawczym.

Proponowany przez nas podział stylów myślenia w kosmologii znajduje odzwierciedlenie w dyskusji, która się toczy na temat tego, jaką nauką

¹² Kolektyw badawczy grupy Landaua posiadał wewnętrzną strukturę i organizację. Bardzo ważną rolę odgrywało seminarium, na którym referowano bieżące prace uczonych. Czytano prace zaledwie kilku, ale wybitnych fizyków w sposób bardzo szczegółowy. Charakterystyczne było również to, że Landau egzaminował członków kolektywu.

¹³ Chodzi o mechanikę kwantową.

jest kosmologia: fizyczną czy matematyczną. Oldershaw w artykule o takim właśnie tytule pisze: „[...] that an undesirable blurring of distinction between physical science and mathematical abstraction has taken place in the fields of particle physics and cosmology over the past three decades” (1988).

W zakończeniu tej części pracy krótko scharakteryzujemy oba wyróżnione style myślowe. Są one uwarunkowane przez estetyczne, filozoficzne upodobania, wreszcie predyspozycje ludzi pracujących w danej dziedzinie. Są one również uwarunkowane przez posiadane zdolności i sam proces edukacyjny na uniwersytecie.

2.1 TEORETYCZNO-GEOMETRYCZNY STYL MYŚLOWY

Preferujemy badanie równań Einsteina i ich rozwiązań. Równania te opisują wiele możliwych rozwiązań dla różnych warunków początkowych i brzegowych, symetrii czy też źródeł pola grawitacyjnego.

Pośród tych rozwiązań możemy odnaleźć rozwiązania kosmologiczne opisujące Wszechświat wraz z zachodzącymi w nim procesami fizycznymi, które odciskają piętno na samej strukturze czasoprzestrzeni. Jesteśmy dopiero na początku drogi i zdołaliśmy zaledwie poznać bardzo proste rozwiązania kosmologiczne ze źródłem w postaci cieczy doskonałej, lecz wypracowujemy nowe metody, które pozwolą nam odkryć (i zadziwić swoim bogactwem) nowe rozwiązanie.

Teoria grawitacji Einsteina jest teorią fundamentalną, która opisuje Wszechświat. Skoncentrujmy się na badaniach rozwiązań równań i lepszym zrozumieniu samej ogólnej teorii względności, a także na wykrywaniu nowych efektów teorii grawitacji. Miejmy zawsze oparcie w jasnych zasadach opartych na matematycznych i geometrycznych podstawach. Wszechświat jest zbudowany z elementarnych „cegiełek” – struktur matematycznych – i gdy je poznamy, poprzez równania fundamentalne, to zrozumiemy, dlaczego Wszechświat jest tak zbudowany i dlaczego jest w nim raczej fizyczne „coś” niż „nic”.

W początkowej fazie kształtowania się kosmologii jako dyscypliny fizycznej dominował geometryczno-matematyczny styl myślowy, a przez model kosmologiczny była rozumiana czasoprzestrzeń będąca rozwiązaniem równań Einsteina. Geometryczna struktura tej przestrzeni oraz jej ewolucja stanowiła główny przedmiot zainteresowania kosmologów.

Mówiąc „model”, rozumiano, że chodzi o wszechświat spełniający zasadę kosmologiczną i określano funkcję dla czynnika skali – jedynej dowolnej funkcji spełniającej równania Einsteina (równania Friedmanna). Obserwacje astronomiczne i ich jakość nie były wystarczające, aby wyznaczać z dostateczną dokładnością parametry kosmologiczne.

Za degenerację geometrycznego stylu myślenia można by uznać sformułowanie teorii stanu stacjonarnego, w którym ewolucja została wydedukowana

z maksymalnej symetrii czasoprzestrzennej (grupy de Sittera). Założenie jednorodności i izotropii czasoprzestrzennej było wystarczające, aby wyznaczyć ewolucję Wszechświata, nie posiłkując się równaniami Einsteina. Czasoprzestrzeń była stacjonarna, a procesy fizyczne zawsze w takim *świecie* zachodziły, jako że posiadał on własność niezmienniczości względem translacji w czasie (v – dowolna stała). W ten sposób problem fizyki wszechświata został strywializowany. Można by rzec, że teoria stanu stacjonarnego była czystym wykwittem geometrycznego stylu myślenia. Ciekawe, że jej falsyfikacja oparła się argumentowi ze stylu faktualnego (promieniowanie tła).

Gdyby chcieć w jakiś krótki sposób scharakteryzować geometryczno-matematyczny styl myślowy w kosmologii i oddać charakter myślenia grupy badawczej, należałoby przytoczyć słowa Władimira Arnolda: „Matematyka jest częścią fizyki. Fizyka jest nauką doświadczalną, jedną z nauk o przyrodzie, a matematyka jest tą częścią fizyki, w której doświadczenia są bardzo tanie.” (2000, s. 140).

2.2 FAKTUALNY STYL MYŚLOWY

Tempo ewolucji Wszechświata jest odmierzane przez procesy fizyczne w nim zachodzące. Wiemy, że w przyrodzie występują cztery typu oddziaływań, a nawet potrafimy je unifikować. Zajmijmy się na podstawie tych znanych równań modelowaniem procesów fizycznych w nim zachodzących. Równania fizyki matematycznej realizują jedynie fragment tego, co dopuszczają. Struktury matematyczne określają możliwe światy, ale realizują właśnie nasz z określonymi warunkami początkowymi. Bogactwo Wszechświata polega na istnieniu w nim bardzo złożonych struktur w jego różnych skalach, od struktury jądra atomowego, poprzez strukturę komórki, do struktury wielkoskalowej Wszechświata.

Procesy fizyczne nie są uniwersalne i działają w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Równania elektrodynamiki klasycznej, chociaż fundamentalne, nie będą wnosić czegoś istotnego dla zrozumienia mechanizmów fizycznych powstawania struktur wielkoskalowych. Równania matematyczne niejednokrotnie są eleganckie, ale my poszukujemy tego piękna w powstałych strukturach, które powstały w określonych warunkach. Poszukujemy prostych praw ich opisu; prostych modeli, od których oczekujemy, aby były wiarygodne. Modele te są dla nas autonomicznymi narzędziami badawczymi, a nie teorie, które są określone przez piękne równania. Świat jest pełen struktur, ale pamiętajmy, że są to struktury fizyczne.

W analizie złożonych problemów kosmologicznych używajmy najprostszych środków i odpowiadajmy na pytania motywowane fizycznie. Niejako mottem dla tego stylu myślenia może być znane powiedzenie Einsteina:

Most of the fundamental ideas of science are essentially simple, and may, as a rule, be expressed in language comprehensible to everyone¹⁴.

O. Lahav (2001) aktywność astronomów obrazowo przedstawił w postaci trójwymiarowego układu współrzędnych, którego osiami są: obiekty, którymi się interesujemy (począwszy od planet, do Wszechświata), techniki badawcze (od instrumentów pomiarowych do analitycznych metod rachunkowych) oraz długości fal, na których operujemy (od fal radiowych do promieni gamma). Lahav już wówczas zauważył, że budowane coraz większe teleskopy, wielkie kolaboracje naukowe i zbiory danych prowadzą do zmian socjologicznych badań naukowych w dziedzinie astronomii. Postawił się w tym kontekście ważne pytania:

It also raises some questions about the changing sociology of doing research in astronomy: what will be the individual's contribution in a big collaboration (cf. particle physics experiments)? what skills should be acquired by the next generation of astronomers? Will the increase in projects and data sets be followed by more jobs for young astronomers? How would the community deal with public domain data (e.g. HDF)? and how to communicate the knowledge resulting from the surveys to the tax payer? While focusing on the technological aspects of the MW surveys, the human aspects should not be forgotten.

Zaproponowane style myślowe w kosmologii wydają się jedno-jednoznacznie odpowiadać temu, co w filozofii nazywamy arystotelesowską i platońską tradycją poznawczą. Młodzi ludzie, studiując na uniwersytecie, poszukują w nauce pewnych wartości: zrozumienia rzeczywistości, harmonii świata, prostoty etc. Przynajmniej tak jest w przypadku, gdy studiują fizykę teoretyczną, astronomię czy kosmologię. Dokonali już *a priori* pewnego wyboru, że będą żyć trochę inaczej niż pozostałe 90% rówieśników i oczekują realizacji pewnych swoich wyobrażeń. Bardzo często, jak np. w astronomii, są to pewne głębokie przeżycia harmonii świata i towarzyszące im odczucia natury estetycznej, które rodzą się z patrzenia w niebo przez lunety, przynależności do organizacji społecznej miłośników astronomii. W ten sposób młodzi adepci nauki odnajdują się w różnych tradycjach poznawczych: platońskiej, archimedejskiej czy też arystotelesowskiej¹⁵. W przypadku tradycji archimedejskiej staje się ona

¹⁴ Nauka zna wielu ludzi, którzy, podobnie jak Einstein, nie należeli do dobrych matematyków, a mimo to uzyskali wielkie osiągnięcia w swoich dziedzinach. Prof. Paczyński – wybitny polski astronom – i profesor Princeton zwykli mawiać, że osiągnęli tak wiele, ponieważ nie znali matematyki, a teoria Newtona im wielokrotnie wystarczała. Oczywiście w tej wypowiedzi jest wiele kokieterii, ale jest faktem, że fundamentalne idee fizyczne są proste.

¹⁵ W kosmologii współczesnej obserwuje się odejście od tradycyjnego poglądu, jakoby

nieadekwatna w kosmologii, gdzie specyfiką jest brak miejsca na eksperyment w laboratorium. Pozostaje więc wybór między platonizmem i arystotelizmem. W tym przypadku filozofia pełni funkcję inspirującą dla kosmologii i jest jej punktem wyjścia¹⁶.

Wydaje nam się, że dwa wyróżnione style myślowe będą zawsze obecne w kosmologii. Jedni będą się odwoływać do filozofii Platońskiej i widzieć to, co fundamentalne w strukturach matematycznych, symetriach oddziaływań etc., podczas gdy inni będą się zgadzać z arystotelesowskim punktem widzenia, akcentującym złożoność struktur fizycznych czy biologicznych.

W kosmologii jest na szczęście miejsce na realizację obu stylów myślenia i nie jest tak, że tylko jedna droga jest słuszna. Dobrze to wyraził J. Barrow (Barrow 1991):

Our world is both simple and complicated in well defined ways. Until very recently, the study of complexity possessed by sequences of events was ignored in the rush to classify the behavior of the simplest natural phenomena in terms of universal laws. In the future, the balance may well be redressed. In redressing it, we will be faced with fascinating question: whether the observed laws of Nature are merely inevitable consequences of deeper rules (or compressions) governing the unfolding of information and abstract complexity, or whether the abstract symmetries followed so faithfully by the partial physicist will turn out to dictate rules which govern the generalization of complexity and information. In the Universe ultimately a computer or kaleidoscope? Or neither?

Uczony może też zmieniać swoje style myślowe i dobrze to ilustruje fragment zaczerpnięty z książki Lee Smolina (1997, s. 21), w której autor pisze:

Kiedy zacząłem studiować fizykę, wyobrażałem sobie, iż światem rządzą pewne piękne matematyczne prawa, które istnieją wiecznie, ponad krótką i marną egzystencją istot żywych, takich jak ja. Taki obraz wyniosłem z młodzieńczej lektury Einsteina. Później, gdy stałem się fizykiem, zrozumiałem, że bynajmniej nie byłem pierwszym, którego zwiodła ta wizja. Platonizm, czyli poszukiwanie czegoś wiecznego i abstrakcyjnego poza przemijającym i postrzegalnym zmysłami światem, kierował dociekaniem fizyków i matematyków od czasów starożytnych do współczesności. Któż mógłby nas winić, skoro z pewnością matematyczne piękno teorii względności

kosmologia nie posługiwała się eksperymentem rozumianym jako planowana obserwacja. Wielkie przedsięwzięcia obserwacyjne dedykowane do pomiaru anizotropii promieniowania reliktowego nazywa się eksperymentami, np. „WMAP experiment”, „Planck experiment”, „Boomerang experiment” etc.

¹⁶ Nie zgadzamy się z tezami, że filozofia musiałaby się wtedy ograniczyć wyłącznie do bycia komentarzem do aktualnego stanu nauk przyrodniczych.

i mechaniki kwantowej stanowi najbardziej przekonujące potwierdzenie tej wizji. A jednak rozbudowanie obu teorii w taki sposób, by przekształcić je w kompletny opis wszechświata, nastrecza ogromnych trudności. Gdy zdałem sobie z tego sprawę, zacząłem wątpić, czy rzeczywiście istotę świata da się uchwycić poprzez odkrycie doskonałego i wiecznego matematycznie prawa. Obecnie uważam, że istnieją dowody świadczące na rzecz alternatywnego poglądu. Zakłada on, iż znaczna część porządku i regularności, jakie dostrzegamy w świecie materialnym, mogła powstać dokładnie w taki sam sposób, jak formułowało się piękno przyrody ożywionej, to znaczy w procesie samoorganizacji, poprzez który świat ewoluował w czasie, osiągając w końcu niezwykle złożoną strukturę.

Obserwując zachowania uczonych, można zauważyć, że charakterystyczna jest zmiana stylu myślenia właśnie w takim kierunku, jak to miało miejsce u Smolina. Czasy dualizmów się kończą, bo świat jest i prosty, i skomplikowany. Widać to chociażby na przykładzie zjawiska chaosu, gdzie złożoność dynamiczna generuje piękne struktury fraktalne; jest trochę deterministyczny, trochę chaotyczny, bo jest *na krawędzi chaosu*. Jest po prostu złożony i prosty w tej złożoności. I brak w tym wszystkim jakiegś sprzeczności, bo „simple is complex”.

Podobnie, można powiedzieć, że oba systemy poglądów filozoficznych są uprawnione, bo coś innego znaczy prawdziwość twierdzenia matematycznego czy prawa, które sprawdzamy jak mapę z terenem, a co innego słuszność poglądu filozoficznego. Można poszukiwać złożoności przyrody w strukturach matematycznych, które ją modelują, ale równie dobrze można poszukiwać tego, co G. F. R. Ellis nazywa *true complexity*, czyli złożoności realnych procesów i zjawisk fizycznych. Zwróćmy uwagę na to, jak to rozróżnienie na złożoność matematyczną (realność Platowska) i złożoność fizyczną (realność Arystotelesowska) wikła nas w dyskusję nad ontologią modelowanego i rzeczywistego układu, a także przywołuje obecny w klasycznej epistemologii dyskurs nad wartością poznawczą predykatu „prawdziwy”.

Obaj, Arystoteles i Platon, mieli rację, ale to Einstein lub ktoś inny ma rację, gdy mówi o grawitacji. W rzeczywistych procesach te symetrie są złamane.

W wieku XX platońska tradycja badawcza była dominująca w fizyce fundamentalnej. Triumf tej koncepcji przypada na lata 70., kiedy to pojawiała się koncepcja niezmienniczości gauge i symetrii oraz znalazła swoje zastosowanie w fizyce cząstek elementarnych. Sympatycy tego stylu myślenia zawsze będą odwoływać się do niezmiennych i odwiecznych praw – idei platońskiej i struktur matematycznych, niejako ufundowanych przez te prawa.

Dla nich świat jest matematyczną strukturą, a ewolucja będzie polegać na emergencji struktur. Struktury fizyczne są wtórne w stosunku do matematycznych.

Koniec XX wieku to wzrost zainteresowania koncepcją układów złożonych, układów samoorganizujących, w kontekście których arystotelesowska koncepcja kauzalności jest implikowana.

W naszej dyskusji nad stylami myślenia milcząco zaliczyliśmy astronomię do fizyki. Tak często się dzieje, że jest ona uprawiana w ramach fizyki na wydziałach astrofizyki, ale to jakby inny problem. Rzecz w tym, że rola odkryć i badań astronomicznych w kontekście badań Wszechświata jest nie do przecenienia. Z kolei na odkrycia astronomiczne mają ogromny wpływ nowe technologie. Harwit pokazał, że najważniejsze odkrycia w astronomii są wynikiem technicznych innowacji (1981). Te odkrycia oczywiście bezpośrednio przekładają się na rozwój kosmologii jako szeroko pojętej fizyki Wszechświata. Przykładami mogą tutaj być laureaci nagrody Nobla w 2006 roku (CMB, Mather, Smoot), w 2002 (kosmiczne promieniowanie X , R. Giacconi i neutrino kosmiczne, Davis, Koshiba), w 1993 (fale grawitacyjne, Hulse, Taylor).

Obecnie toczy się dyskusja zainicjowana przez White'a wokół „big science” jako reprezentowanej przez kolektyw „kultury fizycznej” i tego, czy ma ona pozytywny wpływ na kulturę astronomiczną (White 2007). Obie te kultury poznawcze charakteryzują się pewną odmiennością; w fizyce mamy do czynienia z eksperymentem, a w astronomii z obserwacją¹⁷. W fizyce mamy kilka wielkich problemów do rozwiązania, a w astronomii wielość różnych badań dotyczących wielu obiektów. Grupy badawcze fizyków są o wiele większe i tworzą struktury formalne. W fizyce jest kilka wielkich problemów, a w astronomii wiele szczegółowych, rozproszonych zagadnień. Kolektywy badawcze w astronomii są zwykle małe i doceniają głównie wartość obserwacji. Teoria leżąca u podstaw jest zwykle niezwykle prosta. Jest również charakterystyczne, że te kolektywy badawcze, bazując na obrazie i danych obserwacyjnych, dopuszczają bardzo szerokie spektrum hipotez teoretycznych i pozostają otwarte na nowe, często egzotyczne teorie.

W przypadku kosmologii, która posiada strukturę teorii efektywnej, pozostającej tak pod wpływem fizyki, jak i astronomii, mamy do czynienia z koegzystencją obu kultur poznawczych. Trudno tutaj wytyczać jakąś linię demarkacyjną, ponieważ następuje w naturalny sposób przenikanie obu podejść badawczych. We współczesnej kosmologii, kładącej nacisk na problemy obserwacyjne, angażowane są duże międzynarodowe grupy badawcze, jak na przykład *Galaxy Redshift Surveys*, czy też eksperymenty kosmiczne dotyczące badań anizotropii promieniowania relikтового¹⁸.

¹⁷ Zagadnienie to wymaga bardzo szczegółowej analizy, jeśli kosmologię potraktujemy jako dyscyplinę astronomiczną. W kosmologii jest miejsce na eksperyment, jak WMAP, Lisa etc.

¹⁸ Osiągnięcia współczesnej kosmologii są udziałem nie tyle pojedynczych uczonych, co rezultatem bardzo wielu grup badawczych, inżynierów projektujących pomiary. W ten sposób manifestuje się społeczny charakter badań współczesnej kosmologii.

Prace naukowe posiadają wielu autorów, jak to miało miejsce w fizyce cząstek elementarnych. Kontynuowany jest projekt Obserwatorium Wirtualnego (Public Release). Społeczność kosmologów staje się coraz bardziej globalna poprzez mechanizmy dla efektywnej komunikowalności.

Za głównego współczesnego reprezentanta faktualnego stylu myślenia należy uznać P. J. E. Peeblesa, który w pracy zatytułowanej *The Emergence of Physical Cosmology* bada kontekst jej odkrycia, co nazywa „origins of the standard picture” (1991). Przez fizyczną kosmologię rozumie naukę obserwacyjną (albo eksperymentalną), w której określone modele fizyczne są używane do interpretacji oraz przewidywania wyników pomiarów. Peebles dyskutuje relatywistyczne modele Friedmana-Lemâitre’a, ponieważ w jego opinii nie istnieje żadna poważna alternatywa dla tego modelu. Rozważa także fizykę wyłącznie w skali *redshiftów*, które są ważne dla procesu pierwotnej nukleosyntezy i rozpowszechnienia pierwiastków lekkich z tego powodu, że epoki wcześniejsze i ich opis nie generują żadnych nowych wyników obserwacyjnych. Poglądy Peeblesa można streścić w następujący sposób: kosmologia fizyczna to „hot Big Bang cosmology”, którą traktujemy jako standardowy model Wszechświata. Sposób uprawiania takiej kosmologii w ścisłym kontakcie z danymi obserwacyjnymi zademonstrował Peebles w swojej monografii, która do dziś jest kanonem w kosmologii (1991).

Pojęcie emergencji, użyte przez Peeblesa w tytule pracy (1991b), jest rozumiane potocznie i oznacza powstawanie kosmologii fizycznej na gruncie modelu geometrycznego Wszechświata otrzymanego z Einsteinowskich równań pola aplikowanych do Wszechświata, którego obraz sobie upraszczamy, np. stosując zasadę kosmologiczną. Peebles zauważa moment emergencji kosmologii fizycznej, który opisuje w następujący sposób (s. 17):

[...] although there is healthy amount of confusion over the possible resolution of outstanding problems such as the origin of galaxies and the large scale structure of galaxy distribution, the nature of amount of the dark matter, and the parameters of the cosmological model, one can see distinct sings of progress.

Stymulatorem emergencji kosmologii fizycznej były nowe możliwości obserwacyjne. Dzięki nowym technologiom stały się możliwe obserwacje galaktyk na *redshiftach* rzędu jedności, co pozwoliło na estymację parametrów kosmologicznych. Peebles zauważa ten fakt, pisząc:

The key point is that the advances in ability to observe galaxies at high redshifts might be expected to stimulate a new cycle of application of the classical cosmological tests, as I think we already are seeing happen, because the increase in redshift causes a qualitative change in the effects one looks for (s. 25).

W szkole Landau'a młoda generacja dokonywała rewolucyjnych zmian w klimacie rodzącej się mechaniki kwantowej. Często praktyczna działalność naukowców porównywana jest do działania żywego organizmu, którego celem jest przetrwanie w określonym środowisku. M. López-Corredoira nazywa, w kontekście kosmologii, ten mechanizm efektem kuli śniegowej (2008, s. 5):

The snowball effect is to a certain extent present in the social dynamics of Cosmology. It is a feedback ball: the more successful the standard theory is, the more money and scientists are dedicated to work on it, and therefore the higher the number of observations that can be explained ad hoc, and that lead the theory to be considered more successful.

Sukces modelu standardowego oznacza więcej pieniędzy na badania i wzrost liczby uczonych dedykowanych do tej pracy. Wobec tego więcej danych obserwacyjnych, które są wyjaśniane przez hipotezy *ad hoc* (ciemna energia), co jest traktowane z kolei jako powodzenie teorii.

ZAKOŃCZENIE

W pracy przedstawiliśmy socjologiczne uwarunkowania współczesnej kosmologii i doceniliśmy w tym kontekście aktualność myśli Flecka. Szczegółowo zbadaliśmy, jak wprowadzone przez niego pojęcie stylu myślowego funkcjonuje we współczesnej kosmologii. Pokazaliśmy, że zasadniczo można wyróżnić dwa style myślowe. Pierwszy, koncentrujący się na fizyce procesów zachodzących we Wszechświecie, który za Kraghiem nazwaliśmy faktualnym, oraz drugi – teoretyczno-geometryczny styl myślowy. Ten ostatni charakteryzuje badania, które są skoncentrowane na studiowaniu geometrii czasoprzestrzeni i własności rozwiązań równań Einsteina.

Za prekursora pierwszego wyróżnionego stylu myślowego uważamy Georga Gamowa, natomiast za prekursora drugiego stylu myślowego Engelberta Schückinga. Współcześnie istnieje w kosmologii coś, co określa się mianem kosmologii matematycznej, ale ta problematyka nie pokrywa się z geometryczno-matematycznym stylem myślenia. Ten jest preferowany przez kolektyw badawczy teorii grawitacji. To środowisko naukowe posiada swoje organizacyjne struktury i towarzystwa, i można tam odnaleźć członków kosmologicznego kolektywu badawczego. Współcześnie za reprezentanta tego stylu można uważać Rogera Penrose'a. Natomiast, jeśli idzie o fizyczny styl myślowy, wskazujemy na przykład P. J. E. Peeblesa.

Wyróżnione style myślowe przynależą różnym kolektywom badawczym, odpowiednio ściśle fizycznemu kolektywowi badawczemu oraz kolektywowi teorii grawitacji.

Różne style myślowe są uwarunkowane socjologicznie przez wybory estetyczne, a nawet preferencje i zdolności. Podkreślamy, że style myślowe nawzajem się nie wykluczają, chociaż ze sobą rywalizują. Możliwa jest również zmiana stylu myślowego, np. z wiekiem uczonego, na co podajemy przykłady.

W pracy pokazujemy również aktualność rekonstrukcji socjologicznej kosmologii współczesnej, co może posiadać szczególne znaczenie w okresach kryzysu w nauce.

Pojęcie stylu myślowego jest również interesujące w kontekście rekonstrukcji przemian historycznych, które przeszła kosmologia w swej drodze rozwojowej od statycznego do dynamicznego obrazu świata¹⁹. J. Turek w swej pracy habilitacyjnej argumentował, że ta zmiana nie jest rewolucją w sensie Kuhna (1995). Można jednak pokazać, że jest to zmiana stylu myślowego w sensie Flecka²⁰. To wskazuje na ważność Fleckowskiego pojęcia „stylu” dla rekonstrukcji socjologicznej sposobu zdobywania wiedzy w kosmologii.

Członkowie kolektywów badawczych w procesie komunikacji posługują się publikacjami naukowymi. Nie jest też inaczej w przypadku kosmologii. Współcześnie istnieje kilka ważnych czasopism naukowych, w których publikowane są wyniki badań kosmologicznych. Czasopisma te posiadają swój profil i preferencje, o czym wie każdy uczony, wysyłający prace do edytora. Wymieńmy podstawowe czasopisma naukowe w dziedzinie kosmologii: „Astrophysical Journal” (American Institute of Physics), „Astronomical Journal”, „Monthly Notices of Astronomical Society”, „Physical Review D.”, „Journal of Cosmology and Astroparticle Physics”, „General Relativity & Cosmology”, „Classical and Quantum Gravity”²¹.

Z podjętej w pracy dyskusji studium przypadku stylów myślenia w kosmologii wnioskujemy, że to pojęcie jest używane, ale jego rozumienie odbiega od Fleckowskiego. Podkreślaliśmy, że istnieją preferencje wyboru stylu uwarunkowane zapatrywaniami, a także predyspozycjami filozoficznymi, estetycznymi czy też psychologicznymi. Elementy nacisku kolektywu badawczego można odnaleźć na poziomie bardziej fundamentalnym. Kosmologia jest fizyką Wszechświata i będą istnieć w ramach grup uczonych pewne normy, których ich członkowie winni przestrzegać²². W przekazywaniu stylu istotną rolę odgrywa edukowanie przyszłych uczonych, którym przekazywane są nie tylko „fakty naukowe”, np.

¹⁹ Ponieważ ekspandujący Wszechświat jest z konieczności zakrzywioną czasoprzestrzenią.

²⁰ M. Szydłowski, P. Tambor, *Ważność pojęcia stylu myślowego Flecka dla rekonstrukcji przejścia od statyczności do dynamicznego obrazu Wszechświata* – praca w przygotowaniu.

²¹ Każdy z kosmologów wie, że geometryczno-matematyczny styl myślowy jest faworyzowany przez dwa ostatnie czasopisma i w swej pracy badawczej decyduje się na taki, a nie inny wybór czasopisma. Natomiast edytorzy czy też recenzenci pozostałych periodyków będą zwracać szczególną uwagę na fizyczny układ odniesienia dla problematyki podejmowanej w artykule naukowym.

²² Jedną z takich zasad streszcza się w powiedzeniu „shut up and calculate”.

z dziedziny fizyki, nie tylko cały arsenał metod i schematów pojęciowych, ale, jak wskazuje E. F. Redish, cała złożona kultura poznawcza: *a mode of thinking and cultural code of behavior of a community of practicing scientist*. Dalej Redish szczegółowo wymienia składniki tego nabytego w drodze kształcenia kontekstu poznawczego, w którym pozostaje badacz: *epistemologia* (co nam pozwala uznać, że coś wiemy); *ontologia* (jak dokonujemy kategoryzacji obiektów świata i konstruowania pojęć); *dyskurs naukowy* (jak nowa wiedza staje się intersubiektywnie komunikowalna w ramach wspólnoty naukowej). Naszym zdaniem trudno o lepsze współczesne wyrażenie tego, czym jest styl myślowy.

Nasze szczególne podziękowania, za istotną dla pracy dyskusję dotyczącą filozofii nauki Ludwika Flecka i niektórych aspektów kosmologii jako nauki uwarunkowanej socjologicznie, kierujemy do prof. Wojciecha Sadego i dr hab. Krzysztofa Maślanki.

BIBLIOGRAFIA

- Arnold, Vladimir I. (2000), „O nauczaniu matematyki”, *Postępy Fizyki* 51, s. 140–145.
- Barrow, John (1991), *Platonic relationship in the Universe*, [<http://space.newscientist.com/article>].
- Barnes, Barry (1981), “On the conventional character of knowledge and cognition”, *Philosophy of the Social Sciences*, 11, s. 303–333.
- Bloor, David (1976), *Knowledge and Social Imagery*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Bloor, David (1983), *Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge*, Houndmills: Macmillan Educations.
- Brujackij, I., Smirnow L. (1973), *Naukowa Dumka*, Kijew.
- Day, Richard H. (2008), “The technology evolving culture: character and consequence”, *Journal of Evolutionary Economics* 18, s. 313–322.
- Dominiak, Ł. M. (2006), *Strategie interdyscyplinowości w perspektywie naukoznawczej*, w: *Granice interdyscyplinarne w humanistyce*, J. Kowalewski, W. Piasek, i M. Śliwa (red.), *Colloquia Humaniorum*, Olsztyn, s. 47–59.
- Don Price, K. (1965), *Scientific Estate, Cambridge, Massachusetts*, Cambridge Massachusetts: The Belknap Press.
- Ekers, R. D. (2010), *Big and Small*, [arXiv:1004.4279].
- Ellis, George (2000), “Before the Beginning: Emerging Questions and Uncertainties”, *Astrophys & Space Science*, s. 269–270, 693–706.
- Fleck, Ludwik (1986), *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu myślowym i kolektywne myślowym*, Lublin: Wydawnictwo Lubelskie.

- Fleck, Ludwik (2006), „Zagadnienie teorii poznawania”, w: *Psychosocjologia poznania naukowego*, Z. Cackowski i S. Symotiuk (red.), Lublin: Wydawnictwo UMCS, s. 232–264.
- Fleck, Ludwik (2007), „Kryzys w naukach przyrodniczych”, w: *Style myślowe i fakty, Artykuły i świadectwa*, Z. C. Werner, S. i F. Schmaltz (red.), Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN, s. 185–191.
- Fleck, Ludwik (2007b), Spory i dyskusje. Fleck – Bilikiewicz, w: *Style myślowe i fakty, Artykuły i świadectwa*, s. 282–286.
- Frenkel, V (1994), „George Gamov: World Line 1904–1993”, *Soviet Physics Uspekhi* 37, s. 770–771.
- Geertz, C. (2000), *Available Light. Antropological Reflections on Philosophical Topics*, Princeton: Princeton University Press.
- Hacking, Ian (1992), „Style for Historians and Philosophers”, *Studies in the History and Philosophy of Science* 23, s. 1–20.
- Hajduk, Zygmunt (1995), *Temporalność nauki, Kontrowersyjne zagadnienia dynamiki nauki*, Lublin: RW KUL.
- Harvey, Alex (ed.) (1998), *On Einstein's Path: Essays in Honor of Engelbert Schucking*, Springer, New York.
- Harwit, Martin (1981), *Cosmic Discovery: The Search, Scope, and Heritage of Astronomy*, New York: Basic Books.
- Jałowicki, Bohdan (1997), „Pięć kręgów porozumiewania się uczonych”, w: *Porozumiewanie się i współpraca uczonych*, J. Goćkowski i M. Sikora (red.), Kraków: Secesja, s. 231–248.
- Knorr-Cetina, Karin (1981), *The Manufacture of Knowledge*, Oxford: Pergamon Press.
- Kojevnikov, Alexei (2003), „Lew Landau: fizyk – rewolucjonista”, *Postępy Fizyki* 54, 25, s. 206–212.
- Kragh, Helge (2000), *Gamow's Game: The Road to the Hot Big Bang*, Centaurus 38.
- Kragh, Helge (2002), *A History of physics in The Twentieth Century*, Princeton: Princeton University Press.
- Kragh, Helge (2005), „George Gamow and the ‘Factual Approach’ to Relativistic Cosmology”, w: *The Universe of General Relativity*, Boston: Birkhauser.
- Kragh, Helge (2007), *Conceptions of Cosmos, From Myths to the Accelerating Universe, A History of Cosmology*, Oxford: Oxford University Press.
- Kuhn, Thomas S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press 1962.
- Lahav, Ori (1996), *Summary Talk: Multi-Wavelength Sky Surveys* (IAU179).
- Lahav, Ori (2001), *Large Surveys in Cosmology: The Changing Sociology*.
- Latour, Bruno (1983), „Give me a laboratory and I will raise the world”, w: *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, K. Knorr-Cetina i M. Mulkay (red.), London: Sage Publications, s. 141–170.
- Latour, Bruno (1987), *Science in Action*, Open University Press, Milton Keynes.

- Lekka-Kowalik, Agnieszka (2008), *Odkrywanie aksjologicznego wymiaru nauki*, Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Leydesdorff, Loet (2001), *The Challenge of Scientrometrics. The Development Measurement, and Self-Organization of Scientific Communication*, Universal Publishers/uPublish.com.
- Lopez-Corredoira, Martin (2008), *Sociology of Modern Cosmology*, [arXiv:0812.0537v1].
- Mill, John (1859), *On Liberty*, London: W. Parker and Son.
- Nalimow, W. W. i Mulczenko, Z. M. (1971), *Naukometria*, Warszawa: WNT.
- Niiniluoto, Ilkka (1991), "Realism, relativism, and constructivism", *Synthese* 89, s. 135–162.
- Oldershaw, R. L. (1988), "Before the Beginning: Emerging Questions and Uncertainties", *American Journal of Physics* 56, s. 1075.
- Otte, M. (1998), "Limits of constructivism: Kant, Piaget and Peirce", *Science & Education* 7, s. 425–450.
- Peebles, P. J. E. (1991), *Principles of Physical Cosmology*, Princeton.
- Peebles, P. J. E. (1991e), "The Emergence of Physical Cosmology", w: *Physical Cosmology*, Blanchard, A., Celnikier, L., Lachièze-Rey, M., Trân Thanh Vân, J. (red.), Editions Frontières, s. 17–30.
- Peirce, Charles S. (1868), "Some consequences of four incapacities", *Journal of Speculative Philosophy* 2, s. 140–157.
- Popper, Karl R. (1963), *Conjectures and Refutations*, London: Routledge and Kegan Paul.
- Popper, Karl R. (1972), *Objective Knowledge*, Oxford: Oxford University Press.
- Sady, Wojciech (2010), „Kuhn kontra Fleck a Maxwellowska rewolucja w nauce”, *Przegląd Filozoficzny – Nowa Seria* nr 2.
- Sak, J. (2006), „„Style myślowe’ jako kategoria socjologii wiedzy”, w: *Teoretyczne podstawy socjologii wiedzy*, P. Bytniewski i M. Chałuński (red.), vol. 1, Lublin: Wydawnictwo UMCS, s. 169–181.
- Smolin, Lee (1997), *Życie Wszechświata. Nowe spojrzenie na kosmologię*, London: Amber.
- Tegmark, Mark (2007), *Shut up and calculate* [arXiv:0709.4024].
- Toulmin, S. E. (1970), "Does the distinction between normal and revolutionary science hold water?", w: *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. Lakatos i A. Musgrave (red.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Turek, Józef (1995), *Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, Lublin: RW KUL.
- Waszkiewicz, J. (1997), „Szybkobieżna metodologia”, w: *Porozumiewanie się i współpraca uczonych*, J. Goćkowski i M. Sikora (red.), Kraków: Secesja, s. 287–302.
- White, S. D. M. (2007), "Fundamentalist physics: why Dark Energy is bad for Astronomy", *Reports on Progress in Physics* 70, s. 883–898.

- Wiegand, A. i Buchert, T. (2010), *Multi-scale cosmology and structure-emerging Dark Energy: a plausibility analysis* [arXiv:1002.3912].
- Wiltshire, D. L. (2009), “From time to timescape – Einstein’s unfinished revolution”, *International Journal of Modern Physics D*18, s. 2121–2134.
- Wójcicki, Ryszard (2003), *Wykłady z logiki z elementami teorii wiedzy*, Warszawa: WN Scholar.

SUMMARY

In this paper we try to distinguish ‘the styles of scientific thinking’ in the specific sense of L. Fleck’s philosophy of science as applied to the modern cosmology. We investigate two distinct styles: the factual and the theoretical (or geometric) one. The ‘factual style of thinking’ in cosmology means focusing on the empirical observations and physical properties and processes; ‘theoretical (or geometric) style of thinking’ deals with mathematical (geometrical) structures as the foundations of scientific research and discovery. We have pointed out the importance of taking into consideration the impact sociological factors on the scientific research. The role of the Fleck collective is illustrated on the example of Landau school of Theoretical Physics.