

KS. DARIUSZ DĄBEK

Lublin

HISTORYCZNO-FILOZOFICZNY KONTEKST KOSMOLOGII EDWARDA ARTHURA MILNE'A

Zbudowana na kanwie newtonowskiej teorii grawitacji kosmologia utrwałała znaną już od starożytności tezę o czasowej i przestrzennej nieskończoności Wszechświata. Przeświadczenie to w ścisły sposób łączyło się z filozofią leżącą u podstaw mechaniki klasycznej, a zwłaszcza z założeniem o absolutnym charakterze czasu i przestrzeni. W powszechnym bowiem przekonaniu trudno było pogodzić absolutność czasu i przestrzeni z ich skończonością i ograniczonością. Przestrzeń wyobrażano sobie jako niezmienną i nieskończoną scenę dla rozgrywających się zjawisk, a czas jako nieograniczone *continuum* na kształt linii prostej bez początku i bez końca. W newtonowskim obrazie świata przyjmowane od wieków założenie statyczności prowadziło do tezy o nieskończoności przestrzennej¹.

Ten obraz nieskończonego, jednorodnego i statycznego Wszechświata był tak mocno zakorzeniony w świadomości uczonych, że nie potrafiły go wzruszyć nawet oczywiste paradoksy – fotometryczny i grawitacyjny – wyrosłe z podstawowych jego założeń. Okazało się więc, że kosmologia oparta na fizyce newtonowskiej nie jest w stanie stworzyć spójnego modelu świata zgodnego z przyjętymi założeniami filozoficznymi. Ówczesne przekonanie o tym, że Wszechświat jest statyczny, jednorodny i euklidesowy oraz nieskończony w czasie i przestrzeni, okazało się silniejsze od paradoksalnych wniosków wyprowadzonych z tych właśnie przekonań².

¹ Por. M. H e l l e r, *Przemiany współczesnej kosmologii*, „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej”, seria C, 1975, z. 20, s. 107-140.

² Por. J. T u r e k, *Kosmologia Alberta Einsteina i jej filozoficzne uwarunkowania*, Lublin 1982, s. 15; A. G. P a c h o l c z y k, *Katastroficzny wszechświat*, Tarnów 1996, s. 58.

Realne nadzieje na poprawę sytuacji, w jakiej znalazła się kosmologia newtonowska, zrodziło ogłoszenie przez Alberta Einsteina nowej teorii grawitacji, zwanej ogólną teorią względności (OTW). Jej twórca był pierwszym, który podjął próbę zastosowania tej teorii do badania struktury całego Wszechświata, dając tym samym początek nowej dyscyplinie naukowej, zwanej kosmologią relatywistyczną³. W ciągu zaledwie piętnastu lat od momentu swych narodzin kosmologia ta odnotowała niezwykle rozwój. Opracowała własne metody badań, osiągnęła znaczące sukcesy w zbieraniu oraz interpretowaniu danych empirycznych, a przede wszystkim przełamała wielowiekowe schematy myślowe, wypracowując akceptowany już przez społeczność naukowców dynamiczny obraz Wszechświata. Pomimo istniejących nadal trudności i nie rozwiązanych problemów nowa, oparta na ogólnej teorii względności nauka rozpoczęła etap poszukiwań głębszych uzasadnień teoretycznych dla swoich tez. Niemniej jednak pojawiły się również teorie konkurencyjne wobec coraz bardziej utrwalającej się kosmologii relatywistycznej. Zdaniem M. Hellera tylko powszechnie szanowane teorie mogą mieć przywilej posiadania opozycji⁴. Jedną z pierwszych teorii alternatywnych wobec OTW i opartej na niej kosmologii relatywistycznej była zaproponowana przez Edwarda Arthura Milne'a⁵ tzw. kinematyczna teoria względności (KTW) wraz z nadbudowaną na niej kosmologią.

³ Zostało to dokonane w artykule *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*, „Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin”, 1(1917) 142-152. Moment ten uważany jest za narodziny kosmologii relatywistycznej. Por. M. H e l l e r, *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, Warszawa 1983, s. 16.

⁴ Por. H e l l e r, dz. cyt., s. 95.

⁵ Edward Arthur Milne (1896-1950) – angielski matematyk, astronom i filozof przyrody, jeden z czołowych pionierów teoretycznej astrofizyki i współczesnej kosmologii. W latach 1920-1924 był asystentem dyrektora Obserwatorium w Cambridge, prowadząc jednocześnie wykłady z astrofizyki. W 1924 r. objął stanowisko profesora matematyki stosowanej Uniwersytetu w Manchester, a w styczniu 1929 r. otrzymał nominację na pierwszego (Rouse Ball) profesora matematyki i członka Wadham College w Uniwersytecie Oksfordzkim. Jego naukową działalność można podzielić na trzy okresy: w pierwszym (1920-1929) koncentrował się na problemach dotyczących atmosfery gwiazd, w drugim (1929-1932) większość energii poświęcił teorii struktury gwiazd, a od 1932 r. zajął się własną kinematyczną teorią względności, którą uznał za pracę swego życia. Por. notatki biograficzne: W. H. M c C r e a, *Edward Arthur Milne 1896-1950*, „Obituary Notices of Fellows of the Royal Society of London”, 7(1951) 421-443; t e n ż e, [Edward Arthur Milne], „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 111(1951) 160-170; H. H. P l a s k e t t, [Edward Arthur Milne], tamże, s. 170-172; G. J. W h i t r o w, „Nature”, 166(1950) 715 n. Artykuły biograficzne o Milnie napisali także W. H. McCrea w *Dictionary of National Biography, 1941-1950* (ed. by L. G. Wickham

Funkcjonujące w metodologii odróżnienie wewnętrznej i zewnętrznej bazy teorii naukowej określa potrzebę dokonania analizy założeń ontologicznych i teoriopoznawczych. Powszechna praktyka uprawiania nauki pokazuje, że dla wiedzy naukowej takie założenia są nieodzowne. W procesie konstruowania teorii – zwłaszcza empirycznej – obok danych doświadczenia i zdań analitycznych szczególne znaczenie odgrywają idee filozoficzno-światopoglądowe⁶. Ponieważ radykalizm poglądów fizycznych Milne'a wynikał w znacznej mierze z przyjętej filozofii, stąd interesujące wydaje się prześledzenie najważniejszych tez filozoficznych tkwiących u podstaw kinematycznej teorii względności. Tezy te są przede wszystkim poglądami filozofującego przyrodnika i koncentrują się głównie wokół zagadnień z zakresu filozofii nauki.

Celem niniejszego artykułu jest więc przedstawienie historyczno-filozoficznego kontekstu kosmologii Milne'a. Realizacja tego zadania przebiegać będzie dwuetapowo. W części pierwszej podjęta zostanie próba ukazania bezpośredniego wpływu poglądów filozoficznych na kształt kinematycznej teorii względności. Nie będzie tu chodziło o zreferowanie całej filozofii Milne'a wraz z konsekwencjami światopoglądowymi, lecz o przedstawienie tych poglądów filozoficznych, które pozostają w ścisłych związkach z jego wiedzą przyrodniczą, a zwłaszcza z KTW. Ponieważ kosmologia Milne'a została nadbudowana na jego kinematycznej teorii względności, więc wszelkie założenia filozoficzne tkwiące u podstaw tej teorii odnoszą się również do jego kosmologii. W drugiej części artykułu zarysowana zostanie rola, jaką w powstaniu i rozwoju opracowanej przez niego kinematycznej teorii względności i kosmologii odegrała krytyka podstaw ogólnej teorii względności.

I. FILOZOFICZNY KONTEKST KINEMATYCZNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI

W liście do S. Chandrasekhara z 1943 r. Milne napisał, że zastosowany przez niego w kinematycznej teorii względności styl argumentacji jest całkowicie odmienny od używanego przez fizykę matematyczną. Wyraził również

Legg, E. T. Williams, [Oxford 1967], s. 594 n.) oraz G. J. Whitrow w *Dictionary of Scientific Biography* (vol. IX, New York 1980, s. 404-406).

⁶ Por. S. K a m i ń s k i, *Nauka i metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*. Lublin 1992, s. 216; S. M a z i e r s k i, *Elementy kosmologii filozoficznej i przyrodniczej*, Poznań 1972, s. 77.

nadzieję, że z chwilą zaakceptowania go zostanie przez wszystkich uznany za rewolucyjny⁷. Całkowicie zgodne z tą tezą wydaje się stwierdzenie A. J. Hardera⁸, iż prace Milne'a (kinematyczna teoria względności wraz z kosmologią i astrofizyką) spełniają wszystkie kryteria „potencjalnego paradygmatu” T. Kuhna, „silnej alternatywy dla zaakceptowanych poglądów” P. Feyerabenda czy też godnego uwagi i rozwoju „programu badawczego” I. Lakatos. Harder podkreśla również, że myśl zawarta w pracach Milne'a była tak radykalna, iż to, co zrobił, było zarówno w swej istocie, jak i metodach całkowicie rewolucyjne. Za takie też zostałyby uznane, gdyby jego teoria odniosła zwycięstwo⁹. Chodzi tu nie tylko o przyjmowaną postawę badawczą wobec istniejącej rzeczywistości, ale również o głoszone poglądy na przestrzeń i czas.

1. APRIORYZM

Milne nie uważał się ani za matematyka, ani za przyrodnika w takim sensie, w jakim terminy te są powszechnie rozumiane. Określał siebie raczej jako „filozofującego przyrodnika”. W punkcie wyjścia swoich rozważań przyjął to, co uznał za zasady przyrodniczej filozofii prowadzące go do problemów fizycznych, które wydawały się godne rozwiązania i zajęcia określonego wobec nich stanowiska. Istotę tego podejścia najpełniej wyjaśnił w swoim inauguracyjnym wykładzie w Oksfordzie zatytułowanym *The Aims of Mathematical Physics*¹⁰. Różniło go to od innych przyrodników, którzy koncentrowali się na obserwacji i tłumaczeniu poszczególnych zjawisk. On natomiast wolał je traktować raczej jako ilustrację ogólnych twierdzeń fizyki matematycznej niż jako rozwiązania szczegółowych zagadnień. Wyzwaniem dla niego nie było znalezienie odpowiedzi na postawioną konkretną kwestię, ale zbudowanie teorii prowadzącej w naturalny sposób do wyjaśnienia pewnej klasy problemów, do której ten rozważany mógłby zostać zaliczony. Głównym

⁷ Por. S. C h a n d r a s e k h a r, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, tł. P. Amsterdamski, Warszawa 1999, s. 131.

⁸ Assistant Professor, Department of Philosophy, Iowa State University.

⁹ Por. A. J. H a r d e r, *E. A. Milne. Scientific Revolutions and the Growth of Knowledge*, „Annals of Science”, 31(1974) 351-363.

¹⁰ E. A. M i l n e, *The Aims of Mathematical Physics*, [Streszczenie wykładu, zdeponowane w Royal Astronomical Society w Londynie], Oxford 1929, s. 3-28.

zadaniem teoretycznej astrofizyki nie powinno być, według niego, poszukiwanie wyjaśnień, lecz bezpośrednia aplikacja „filozoficznych” zasad, mogąca prowadzić do odkrycia przyrodniczych praw o statusie wyższym od dotychczas znanego¹¹.

Na pierwszych stronach swojej drugiej monografii – *Kinematic Relativity* Milne napisał: „Nie chcemy p r z y j m o w a ć praw przyrody ani w formie założenia, ani jako rzecz naturalną i oczywistą, ani zapożyczać ich z doświadczenia. Z zawartości wyidealizowanego Wszechświata chcemy wnioskować, jakie byłyby prawa w takim Wszechświecie”¹². Idee te w sposób wyraźny zrywają z tradycyjną fizyką, której typowym elementem jest empiryczne prawo przyrody. Bez względu na to, w jaki sposób prawo to zostało uzyskane (przez indukcyjną analizę danych obserwacyjnych, jak prawa Keplera, czy też przez intuicję, jak prawa ruchu Newtona lub prawo grawitacji Einsteina), jest ono w gruncie rzeczy ustaleniem faktu o świecie. Z ustalenia tego mogą być wydedukowane wnioski i dalsze konsekwencje, które mają również status faktów, dopóki nie zostaną obalone przez obserwację¹³.

McCrea jest przekonany, że Milne nie był zainteresowany badaniami, które na każdym etapie swoich poszukiwań wykorzystują szczegółowe dane fizyczne. Zdecydowanie wolał sytuacje badawcze, w których dałoby się określić niezbędne warunki fizyczne, a cała reszta pracy mogłaby polegać jedynie na matematycznej dedukcji¹⁴. Była to więc zupełna nowość metodologiczna w uprawianiu nauk przyrodniczych. Zamiast ekstrapolacji indukcyjnych uogólnień naszej lokalnej fizyki na cały Wszechświat Milne podjął próbę wyprowadzenia tych praw z przyjętych bardzo ogólnych założeń dotyczących struktury Wszechświata. Jest to tzw. aksjomatyczno-dedukcyjna metoda uprawiania nauki, w tym głównie fizyki i kosmologii. Polega ona na tym, że przyjmuje się *a priori* bardzo ogólne założenia dotyczące Wszechświata jako całości. Pełnią one rolę aksjomatów, z których na drodze dedukcyjnej wyprowadza się twierdzenia (prawa) i konstruuje teorie przyrodnicze. Spośród nich zwyciężają te teorie, które są zgodne z większą liczbą obserwacji i lepiej przewidyują nowe zjawiska¹⁵. Rozwijanie takiego właśnie sposobu uprawiania fizyki

¹¹ M c C r e a, *Edward Arthur Milne 1896-1950*, s. 421-443.

¹² E. A. M i l n e, *Kinematic Relativity*, Oxford 1948, s. 4.

¹³ Por. tamże, s. 9.

¹⁴ M c C r e a, *Edward Arthur Milne 1896-1950*, s. 421-443.

¹⁵ Osobliwy charakter przedmiotu kosmologii (Wszechświat jako pojedynczy obiekt) eliminuje możliwość wykorzystania stosowanej powszechnie w naukach przyrodniczych metody

zaowocowało powstaniem kinematycznej teorii względności, której opracowaniu Milne poświęcił ostatnich piętnaście lat swego życia.

Od fizyki Milne żądał możliwości jej zaksjomatyzowania. Uważał, że odkrycie tego, co jest konieczne dla wyszczególnienia dziedziny badanej kwestii – pewne elementarne akty percepcji – wystarczy do dedukcyjnego zbudowania wiedzy fizycznej. Prawa fizyki są twierdzeniami bardziej podstawowego systemu wiedzy, jakim jest geometria. Uważał, iż patrząc z perspektywy wieków na osiągnięcia starożytnych, dzisiaj wiemy, że ich sukces był nieunikniony. Nic więc dziwnego, że w podobny sposób odkryliśmy, iż Wszechświat rozszerza się, a grawitacja jest funkcją odwrotnie proporcjonalną do kwadratu odległości. Według niego ten, kto dokładnie uchwyci, jakie elementy konstytuują ruch, dostrzeże, że nie może być inaczej. Podkreślał, że dla takiego ruchu, jaki znamy, nawet Bóg nie potrafiłby obmyślić innych praw¹⁶.

Cały proces dedukcji, zmierzający do wyeliminowania z nauki faktów pierwotnych i elementów nieracjonalnych, nie powinien, według niego, sprowadzać się do wyznaczenia formalnych ram dla opisu relacji empirycznych. Konstruowanie teorii (nauki) powinno polegać na zbudowaniu *a priori* świata pojęć, do których zostaną następnie przyrównane informacje uzyskane na drodze doświadczeń¹⁷.

indukcyjnych uogólnień. W badaniach ujmowanego globalnie kosmosu nie da się ustalić wspólnych własności i uogólnionych zależności ani dokonać odróżnienia cech istotnych od przypadkowych. Wyklucza to możliwość przejścia od danych obserwacyjnych do uogólnień. Kosmologia zmuszona jest więc do korzystania bądź z metody ekstrapolacji, bądź z metody aksjomatyczno-dedukcyjnej. Pierwsza z nich polega na tym, że prawidłowości zaobserwowane w naszych ziemskich warunkach rozciągamy na cały Wszechświat. Por. M a z i e r s k i, dz. cyt., s. 83 n.

¹⁶ „God Himself is limited by reason in the divine act of creation. God cannot do the impossible” (E. A. M i l n e, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, Oxford 1952, s. 33). Por. t e n ż e, *On the Origin of Laws of Nature*, „Nature”, 139(1937) 997-999; H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

¹⁷ J. Merleau-Ponty (*Cosmologie du XX^e siècle*, Paris 1965, s. 173) zauważa, że taka definicja nauki wykazuje dużo podobieństw z definicją Kartezjusza. Według niego teoria Milne'a jest ściśle związana z metafizyką, bez której straciłaby rację bytu. Skoro rozum ludzki ma możliwość i obowiązek budowania *a priori* świata pojęć, a czyniąc to nie ryzykuje popadnięcia w prostą grę symboli, lecz wręcz przeciwnie, umacnia się jego przekonanie o możliwości osiągnięcia prawdziwego w g l ą d u, oznacza to, że ten sam Stwórca przekazał Wszechświatu Swoje prawa, a rozum człowieka wyposażył w zdolność poznania. Odnalezienie przez fizykę tego wcześniej ustalonego w świecie racjonalnego porządku jest warunkiem koniecznym i wystarczającym do tego, by stała się ona doskonale dedukcyjna, a jednocześnie pozostała ściśle związana z przedmiotem swoich badań.

Wydaje się, że Milne w znacznej mierze kierował się przekonaniem filozoficznymi, gdy mówił, że fizyka została ustanowiona „czysto dedukcyjnie”, albo *a priori*, albo że prawa fizyki były jedynie zasugerowane przez doświadczenie, a właściwie zostały znalezione jako rezultat zabiegów logicznych¹⁸. Jego bardziej uważne i systematyczne wypowiedzi pokazują, że nie brał tego dosłownie, choć takie przenośnie powodowały, iż niektórzy skłonni byli uwierzyć, że próbował on prezentować jakiś rodzaj epistemologicznej magii¹⁹.

McCrea twierdzi, że wpływ filozofii na sposób podejścia Milne'a do zagadnień fizycznych był znacznie większy od wpływu dokonanych odkryć na jego postawę filozoficzną. W liście z 1942 r. Milne napisał, że „filozofia jest szczytem naukowych wysiłków, a nauka, która nie tworzy własnej filozofii dotyczącej ostatecznej natury rzeczywistości, pozostaje mało znacząca”. Można stąd wnioskować, że filozofia stanowiła dla niego czynnik decydujący o „znaczeniu” jego pracy²⁰.

2. POSTULAT WGLĄDU W ZJAWISKA

W swojej monografii poświęconej kinematycznej teorii względności Milne już w pierwszym zdaniu wyznaje, iż powodem podjętych przez niego dociekań była próba pełnego wglądu w zjawisko rozszerzającego się Wszechświata²¹. Prowadzone przez V. M. Sliphera i E. Hubble'a badania ucieczki pozagalaktycznych mgławic, tworzące podstawy nowego, dynamicznego obrazu świata, zainspirowały go do poszukiwań zrozumienia natury tej ekspansji. Wiązały się z tym pytania dotyczące pochodzenia tego zjawiska, jego tempa rozwoju i prawdopodobnej przyszłości, a także związku ekspansji ze średnią gęstością materii we Wszechświecie, ewolucji poszczególnych galaktyk i ewolucji Wszechświata jako całości. Pytania te legły więc bezpośrednio u podstaw zainteresowań Milne'a problemami kosmologicznymi.

¹⁸ E. A. M i l n e, *Kinematic Relativity: A Reply to Professor W. Wilson*, „Philosophical Magazine and Journal of Science”, 36(1945), vol. 7, s. 134-143; t e n ż e, *Remarks on the Philosophical Status of Physics*, „Philosophy”, 16(1941) 1-16; t e n ż e, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, s. 70.

¹⁹ Por. H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

²⁰ M c C r e a, *Edward Arthur Milne 1896-1950*, s. 421-443.

²¹ „The investigations here to be described originated in an attempt to gain insight into the phenomenon of the expanding universe” (E. A. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, Oxford 1935, s. 1).

Dodatkowym motywem skłaniającym go do podjęcia próby zrozumienia ekspansji Wszechświata, była wypowiedź J. H. Jeansa, że „nie wiemy i prawdopodobnie nigdy nie będziemy wiedzieli, dlaczego przestrzeń rozszerza się”²². Ten naukowy pesymizm tak bardzo pobudził Milne’a, iż postanowił on podjąć najpierw próbę zrozumienia ekspansji Wszechświata, a następnie zbudowania takiego systemu kosmologicznego, który mógłby to pojęcie w przystępny dla każdego sposób wytłumaczyć. Zaowocowało to tym, że – jak sam stwierdza – dzięki bardzo elementarnym rozważaniom można było zobaczyć, w jaki sposób Wszechświat stał się systemem rozszerzającym się i dlaczego względne prędkości jego obiektów są proporcjonalne do ich wzajemnych odległości.

W swojej kinematycznej teorii względności Milne przyjął założenie, że przyroda nie jest aż tak skomplikowana i niejasna, by trzeba było stosować do jej opisu terminy, których przeciętny człowiek nie jest w stanie pojąć. Postawił sobie w związku z tym za cel zgłębienie rzeczywistej natury zjawisk poprzez uzyskanie w nie „wglądu” (*insight into phenomena*). Choć termin ten („wgląd w zjawiska”) występuje w jego pracach wielokrotnie, to jednak trudno go jednoznacznie określić. W żadnym bowiem miejscu nie jest dokładnie sprecyzowany i tylko z kontekstu można domyślać się jego treści. Wydaje się, że Milne rozumiał ten termin jako postulat zgodności wyobrażeniowej interpretacji teorii z tzw. zdrowym rozsądkiem. Sam jednak zaliczył go do pojęć nieokreślonych, a więc takich, które z zasady eliminował ze swego systemu. Niewątpliwie był on zwolennikiem precyzji w formułowaniu myśli i jak największej jasności w opisywaniu zjawisk²³.

3. POSTULAT PROSTOTY – ZASADA KOSMOLOGICZNA

W uzyskaniu wglądu w zjawiska bardzo ważną rolę odgrywał u Milne’a postulat prostoty przyjmowanych założeń, używanych pojęć i dokonywanych obliczeń. Procedura badawcza winna być jasna i zrozumiała, posługiwać się możliwie najprostszymi środkami i nie prowadzić do paradoksów. Przystępując do rozważań nad naturą ekspansji Wszechświata, Milne postawił sobie

²² Tamże, s. 3. Por. G. J. W h i t r o w, E. A. *Milne and Cosmology*, „Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society”, 37(1996) 365-367.

²³ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 3; H e l l e r, art. cyt., s. 107-140.

pytanie, co stałoby się z chmurą przypadkowo poruszających się cząstek, przy założeniu braku jakichkolwiek oddziaływań. Wewnątrz sfery o dowolnie wybranym promieniu nastąpi posortowanie prędkości. Cząstki poruszające się w kierunku zewnętrznej granicy chmury będą opuszczały jej powierzchnię, przy czym szybsze wyprzedzą wolniejsze. Cząstki poruszające się w kierunku centrum, ewentualnie przekraczając je, zajmą miejsca cząstek poprzedniej klasy. Tak więc cały system po odpowiednio długim czasie stanie się automatycznie „systemem rozszerzającym się”. Utożsamienie cząstek z galaktykami (a ściślej z ich jądrami) daje w tym wypadku odpowiedni obraz Wszechświata. Każdy obserwator związany z jakąkolwiek cząstką systemu może traktować siebie jako centrum Wszechświata, gdyż widziany przez niego obraz jest identyczny z tym, jaki ma dowolny inny obserwator²⁴. Takie wyjaśnienie ekspansji Wszechświata wydało się Milne'owi znacznie prostsze od tego, jakie w swoim najprostszym modelu, tzw. modelu Einsteina-de Sittera, proponowała kosmologia relatywistyczna²⁵.

Prostota wyjaśnienia ekspansji Wszechświata za pomocą roju swobodnie rozbiegających się, nie oddziałujących grawitacyjnie cząstek opiera się, jak widać, na zdroworozsądkowej intuicji. Korzyści takiego ujęcia są oczywiste: nie trzeba odwoływać się do zakrzywienia przestrzeni, zbędna jest niestacyczna metryka i niepotrzebny czas kosmiczny. Wystarczające jest przyjęcie niektórych zasad STW i przekształcenie założenia relatywistyki (wszystkie układy odniesienia powinny być równoprawne w opisywaniu przyrody) na twierdzenie, iż wszyscy obserwatorzy powinni widzieć identyczną strukturę świata. To założenie, przyjęte już przez Einsteina przy konstruowaniu statycznego modelu Wszechświata, Milne nazwał po raz pierwszy einsteinowską zasadą kosmologiczną²⁶. W późniejszym, bardziej precyzyjnym sformułowaniu przyjęła ona nazwę zwykłej zasady kosmologicznej lub uogólnionej zasady Kopernika²⁷.

OTW zakłada równoważność praw przyrody dla wszystkich obserwatorów, niezależnie od ich położenia i stanu ruchu. Milne zaproponował natomiast,

²⁴ E. A. Milne, *World Structure and the Expansion of the Universe*, „Nature”, 130(1932) 9 n.

²⁵ Por. H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

²⁶ Ogłoszenie tej zasady przypisywane jest Milne'owi, choć on sam uważał, że już Einstein w swojej teorii taką zasadę sformułował. Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 68; H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

²⁷ Por. K. R u d n i c k i, *The Cosmological Principles*, Kraków 1995, s. 47-66.

by oprócz praw przyrody również przebieg zachodzących w niej zjawisk był identyczny dla wszystkich obserwatorów, z zastrzeżeniem jednak, że ich przestrzenne układy odniesienia i skale czasowe są podobnie zorientowane w stosunku do zjawisk będących przedmiotem obserwacji. Świat rozumiany jako „całość strumienia zdarzeń” powinien więc wyglądać identycznie dla każdego obserwatora bez względu na jego położenie. W innym sformułowaniu tej zasady Milne podkreślił, że jest ona spełniona przez jakikolwiek układ równoważnych obserwatorów stowarzyszonych z cząstkami systemu, którzy mogą dostarczyć identycznych opisów tego systemu jako całości²⁸. Założenie takie prowadzi do wniosku, że wszyscy obserwatorzy w tym systemie dojdą do takiej samej funkcjonalnej zależności prędkości odległych cząstek od ich wektora położenia i od czasu²⁹. Milne’owska zasada kosmologiczna jest więc pewnym rozszerzeniem zasady jednorodności przyrody. Istota tego rozszerzenia polega na tym, że niezależność praw przyrody od położenia i czasu zastąpiona została niezależnością struktury Wszechświata (wraz z kompletną historią ruchów) od punktu obserwacji³⁰.

W KTW nie można zdefiniować zasady kosmologicznej żądaniem, by obraz świata uzyskany przez wszystkich obserwatorów był identyczny niezależnie od ich położenia i ruchu. Spowodowane jest to tym, że wygląd Wszechświata – pomimo tych samych praw przyrody – może być inny dla inaczej poruszających się obserwatorów. Milne musiał więc wybrać taki zbiór „obserwatorów fundamentalnych”, który w każdym punkcie ma tylko jednego obserwatora. Zasadę kosmologiczną w jego teorii odnosić więc należy wyłącznie do takiego zbioru obserwatorów³¹.

Wobec powyższego Milne przyjął założenie, że w jego wyidealizowanym systemie fundamentalnymi punktami odniesienia są jądra oddalających się

²⁸ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 24; t e n ż e, *World-structure and the Expansion of the Universe*. „Zeitschrift für Astrophysik”, 6(1933) 1-95; N o r t h J. D., *The Measure of the Universe: A History of Modern Cosmology*, Oxford 1965, s. 157.

²⁹ J. North uważa, że stwierdzenie takie jest ścisłą formą przyjmowanej przez Robertsona i Walkera zasady kowariancji. Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 73, 174; N o r t h, dz. cyt., s. 157.

³⁰ Por. N o r t h, dz. cyt., s. 158.

³¹ H. Bondi (*Kosmologia*, tł. E. i A. Białas, Warszawa 1965, s. 162 n.) zauważa, że wprowadzony w taki sposób zbiór obserwatorów fundamentalnych jest pod wieloma względami podobny do wiązki geodetyk Weyla, za pomocą której zasada kosmologiczna została wprowadzona do kosmologii relatywistycznej.

mgławic i że opisy tego systemu, a konsekwentnie również praw przyrody, są takie same niezależnie od wyboru tych punktów. Zauważył przy tym, że taka procedura wychodzenia od Wszechświata w pewnym sensie jednorodnego jest w rzeczywistości stosowana przez wszystkich kosmologów. Podkreślił również, że postulat jednorodności rozkładu jąder mgławic – obserwator w każdym jądrze ma taki sam obraz rozkładu poruszającej się materii we Wszechświecie – nie jest założeniem empirycznym, lecz ma charakter definicji, określenia typu systemu zaproponowanego do rozważenia. Na potwierdzenie swej tezy przywołał przykłady planimetrii, która nie może obejść się bez określenia płaszczyzny, oraz geometrii sferycznej, która musi wprowadzić i zdefiniować sferę. Analogicznie nie można spodziewać się ustalenia twierdzeń w dynamice bez zdefiniowania układu odniesienia. Można oczywiście wybrać różne układy, ale szczególnie godny uwagi jest – według niego – układ galaktyk mający cechę jednorodności³².

Problemem natomiast jest pytanie, czy możemy spodziewać się, że realny Wszechświat może być reprezentowany przez system spełniający zasadę kosmologiczną. Milne uważa, iż jest to kwestia metafizyczna³³. Wszechświat łamiący tę zasadę stwarzałby – według niego – poważne trudności dotyczące na przykład sposobu istnienia absolutnego spoczynku. Twierdził, że Wszechświat musi być zgodny z zasadą kosmologiczną, ponieważ niemożliwe jest, aby akt stworzenia przyniósł jakikolwiek inny efekt końcowy³⁴. Nie wierzył w związku z tym, że Wszechświat mógłby zawierać skończoną liczbę cząstek. Ponieważ systemy wyróżnione przez zasadę kosmologiczną zawierają zawsze nieskończoną liczbę obserwowalnych cząstek, był to dla niego wystarczający argument za przyjęciem tezy, iż właśnie takie systemy są najbliższe rzeczywistości³⁵.

³² Por. M i l n e. *Kinematic Relativity*, s. 5; W h i t r o w, E. A. *Milne and Cosmology*, s. 365-367.

³³ „Whether the universe may be *expected* to be representable by a system satisfying the cosmological principle is a metaphysical question” (M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-Structure*, s. 69).

³⁴ „The universe must satisfy the cosmological principle, because it would be impossible for an act of creation to be possible which would result in anything else” (tamże).

³⁵ Por. tamże.

4. PRZESTRZEN

W związku z przyjętym postulatem używania terminów zdroworozsądkowych Milne postanowił w swoich rozważaniach posługiwać się wyłącznie pojęciem statycznej przestrzeni euklidesowej, stosowanej przez fizykę nierelatywistyczną. Zrozumienie i przyjęcie jednej z głównych idei OTW, a mianowicie tezy o ścisłej współzależności materii i przestrzeni, sprawiało mu ogromne trudności. Einstein nawiązał do poglądów Leibniza i Macha, traktujących przestrzeń jako zespół relacji między ciałami. Nie był to dla niego obiekt istniejący samoistnie, niezależnie od materii. Odrzucił w ten sposób newtonowskie pojęcie przestrzeni absolutnej. Według niego rozkład mas wpływa nie tyle na przestrzeń (jak chciał tego Mach), ile na czasoprzestrzeń. Zachodzi również zależność odwrotna: ruch materii określony jest jednoznacznie przez geometryczną strukturę czasoprzestrzeni³⁶. Do jej opisu przydatna okazała się geometria Riemanna.

Milne wybrał znacznie prostszą geometrię Euklidesa. Wydaje się, że w dużej mierze na taki, a nie inny jego wybór wpłynęły poglądy Poincarégo, który był gorącym zwolennikiem tezy o względności geometrii. Według niego nie należy pytać o to, która z geometrii jest prawdziwa, gdyż pytanie takie jest bezsensowne. Każda z nich jest prawdziwa, jeśli jest wewnętrznie niesprzeczna. Natomiast wybór którejkolwiek podyktowany winien być wyłącznie względami pragmatyczno-estetycznymi. Ponieważ płaska geometria Euklidesa jest najłatwiejsza w stosowaniu, właśnie ona powinna być preferowana. Według Poincarégo pojęcie przestrzeni geometrycznej nie ma żadnego odpowiednika w realnej rzeczywistości, lecz jest jedynie wygodnym narzędziem w opisywaniu zachodzących zjawisk. Nie istnieje więc powód, by przestrzeń traktować jako samodzielny byt istniejący niezależnie od fizycznych związków między ciałami³⁷.

Będąc zwolennikiem takich poglądów, Milne przejął filozofię leżącą u podstaw mechaniki klasycznej, która przestrzeń traktowała jako niezmienną

³⁶ O tym, iż zależność ta nie jest absolutna (tzn., że OTW nie spełnia zasady Macha), Einstein przekonał się bardzo szybko. Otrzymane przez de Sittera rozwiązanie równań pola dawało model Wszechświata bez materii, lecz z wyraźnie określoną strukturą geometryczną. Por. N o r t h, dz. cyt., s. 87-92.

³⁷ Por. K. J o d k o w s k i, *Wspólnoty uczonych, paradygmaty i rewolucje naukowe*. Lublin 1990, s. 244 n.

i nieskończoną scenę dla rozgrywających się zjawisk. Według niego przestrzeń nie ma żadnej struktury, jest bezkształtnym pojemnikiem, w którym została umieszczona materia. Nie można obserwować przestrzeni, lecz jedynie znajdujące się w niej materialne obiekty i zachodzące zjawiska³⁸. W związku z tym wybór geometrii jest zupełnie dowolny i zależy wyłącznie od użyteczności. Uważał, że zmieniając geometrię, zmieniamy jedynie sposób opisywania tych samych zjawisk. Prawa przyrody i geometria są komplementarne: zmiana geometrii modyfikuje prawa i odwrotnie. Można zatem próbować upraszczać prawa przyrody, komplikując geometrię, albo upraszczać geometrię kosztem komplikowania praw przyrody³⁹. Zawsze jednak jest możliwe, by obserwator przeprowadzający eksperymenty wybrał płaską statyczną przestrzeń Euklidesa. Milne twierdził, że takie podejście jest znacznie prostsze od einsteinowskiego, w którym przejście od teorii do obserwacji wymaga zwykle bardzo skomplikowanych obliczeń⁴⁰.

J. Merleau-Ponty zauważa, że konfrontowanie geometrii z „przestrzenią fizyczną”, choć całkowicie pozbawione sensu, uwidacznia jednak idealizm Milne'a, który uważał, iż nie ma „przestrzeni fizycznej”, istnieje tylko przestrzeń abstrakcyjna wybrana przez filozofa jako struktura, w której można opisywać zjawiska. Ogólnie rzecz ujmując, twierdzenia w geometrii odnoszą się do form lub idei platońskich. Na ich gruncie możliwe jest zrozumienie znaczenia obserwacji w geometrii. Obserwacja nie może decydować o prawdziwości twierdzeń, ale „można dzięki niej zbadać, czy poszczególny konkretny przypadek trójkąta w przyrodzie odpowiada w jakimś sensie abstrakcyjnemu obiektowi, którym jest płaski trójkąt zdefiniowany przez pewien układ aksjomatów”⁴¹.

³⁸ Por. Milne, *World Structure and the Expansion of the Universe*, s. 9 n.; Merleau-Ponty, dz. cyt., s. 135; J. Turek, *Wszystkie światy dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, Lublin 1995, s. 169; Heller, dz. cyt., s. 96.

³⁹ Milne, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 14.

⁴⁰ Por. K. Jodkowski, *Koncepcja przestrzeni i czasu w kosmologii Edwarda Artura Milne'a*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, Sec. I. 1978/79, vol. 3/4, s. 102-127.

⁴¹ Milne, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, s. 27. Por. Merleau-Ponty, dz. cyt., s. 172.

5. CZAS

O ile pojęcie przestrzeni fizycznej nie miało dla Milne'a żadnego znaczenia⁴², o tyle czas był dla niego czymś niepodważalnym. W przeciwieństwie do relacji przestrzennych, na których trudno byłoby się oprzeć ze względu na nieokreśloność pojęcia sztywnej linijki pomiarowej, świadomość upływu czasu⁴³ mogła stanowić bazę dla skonstruowania całej fizyki.

Autor KTW za podstawę swojej metody przyjął w związku z tym dwa najbliższe doświadczeniu, bardzo elementarne czynniki:

- a) doświadczenie uporządkowanych czasowo wydarzeń, będące „niepodważalnym składnikiem naszej świadomości” (każdy jest w stanie określić, które wydarzenie lokalne było czasowo wcześniejsze, a które późniejsze)⁴⁴,
- b) elementarny sposób porozumiewania się z obserwatorem wyposażonym w zegar, polegający na wysyłaniu i odbieraniu sygnałów świetlnych⁴⁵.

Opierając się na tych dwu czynnikach, można zmierzyć każdą odległość i skonstruować wszystkie relacje czasowe⁴⁶. Skoro za pomocą rozszerzającej się chmury fundamentalnych cząstek określony został układ odniesienia, wyłania się – według Milne'a – możliwość użycia tej samej rozszerzającej się chmury cząstek do ustalenia skal czasowych. Można, co prawda, *a priori* wybrać jakiegokolwiek dynamiczne zjawisko i na jego podstawie zdefiniować skalę czasu. Nie istnieje jednak naturalna, „jednolita” skala czasowa, gdyż nie potrafimy powiedzieć, co rozumiemy przez słowo „jednolity” w stosunku do czasu. Nie potrafimy upływającej minuty ustawić obok minuty późniejszej. Czasami mówi się, że jednolita skala czasu definiowana jest przez jakiegokolwiek zjawisko periodyczne. Według Milne'a jest to jednak sposób dość arbitralny, gdyż nie potrafi dać odpowiedzi na pytanie, czy dwa następujące po sobie okresy są „równe”. Poza tym wprowadzanie do rozważań nowego dynamicznego zjawiska definiującego skalę czasu byłoby brakiem ekonomii myśle-

⁴² „The phrase «physical space» has no meaning” (M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 10).

⁴³ Świadomość ta, według Merleau-Ponty'ego (dz. cyt., s. 138), odpowiada whiteheadowskiemu pojęciu „przemijanie natury”.

⁴⁴ M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 3.

⁴⁵ Zegar był dla Milne'a jedynie narzędziem służącym do zapisu czasowej kolejności wydarzeń. Nie potrzebował on żadnej odmiany unifikacji czasu.

⁴⁶ Oczywiście przy założeniu stałej prędkości światła. Por. H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

nia. skoro system, który dostarczył układu odniesienia, może być użyty również do zdefiniowania skali czasowej⁴⁷.

Każde cyklicznie zachodzące w przyrodzie zjawisko wyznacza swój własny sposób liczenia czasu. Może więc być wykorzystane do określenia różnych skal czasowych. Milne nie podał jednak żadnego kryterium wyboru pomiędzy tymi skalami, gdyż uważał to za konwencję. Spośród wielu teoretycznie możliwych wybrał dwie, które wspólnie z McCrea uznał za szczególnie atrakcyjne. Obydwe były konsyistentne, ale dawały inny obraz Wszechświata⁴⁸. W czasie t (zwanym czasem atomowym) płaski Wszechświat rozszerza się od osobliwości początkowej, a obserwator, zgodnie z prawem Hubble'a, rejestruje przesunięcie ku czerwieni w widmach uciekających galaktyk. Natomiast w czasie τ (czas dynamiczny) Wszechświat o ujemnej krzywiznie jest układem statycznym, lecz obserwator również rejestruje przesunięcie ku czerwieni, ale tym razem spowodowane różnicą rytmów obydwu zegarów⁴⁹.

Milne w sposób bardzo wyraźny, wręcz ontologiczny, odróżniał pojęcie przestrzeni od pojęcia czasu. Doświadczenie upływu czasu było dla niego rzeczywistością daną bezpośrednio naszemu poznaniu⁵⁰, podczas gdy przestrzeń stanowiła konstrukt naszego umysłu⁵¹. Obydwa pojęcia powinny więc spełniać zasadniczo odmienne funkcje w fizyczno-matematycznym opisie Wszechświata.

⁴⁷ Por. M i l n e, *Kinematic Relativity*, s. 5 n.

⁴⁸ W tym czasie Milne nie był osamotniony w swoich poglądach. Whitrow opublikował kilka artykułów o dwóch skalach czasowych, pokazując w nich, że zastosowane przez Milne'a pojęcia są mniej dwuznaczne i potrzebują mniej założeń niż inne koncepcje. Por. G. J. W h i t r o w, *Kinematical Relativity*, „Proceedings of the London Mathematical Society”, seria 2, 41(1936) 418-432, 529-543; H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

⁴⁹ Por. E. A. M i l n e, *On the Nature of Universal Gravitation*, „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 104(1944) 120-136; B o n d i, dz. cyt., s. 165-168; H e l l e r, art. cyt., s. 98-101; T u r e k, *Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, s. 172 n.

⁵⁰ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 14-16.

⁵¹ Pomimo konstrukcyjnego charakteru pojęcia przestrzeni Milne (*Kinematic Relativity*, s. 9) uznał fakt istnienia trzech wymiarów za dany empirycznie: „[...] I assume empirically that the number of spatial dimensions is t h r e e”.

II. MILNE'A KRYTYKA PODSTAW OTW

We wspomnianym liście do S. Chandrasekhara Milne napisał: „Prawo grawitacji Einsteina nie jest w żadnej mierze nieuchronnym wnioskiem, jaki wynika z zastosowania do opisu zjawisk metryki Riemanna. Nigdy nie byłem przekonany o jego konieczności [...] Ogólna teoria względności przypomina ogród, w którym kwiaty i chwasty zostały zupełnie pomieszane. Bezżyteczne chwasty są ścinane razem z kwiatami i oddzielane dopiero później! [...] W naszym ogrodzie hodujemy tylko kwiaty”⁵².

Podjęta przez Milne'a krytyka podstaw ogólnej teorii względności swymi korzeniami tkwiła w przyjętych przez niego założeniach filozoficznych. Szczególnie owocny w tym względzie okazał się postulat prostoty, który pośrednio bądź bezpośrednio doprowadził do:

- a) odrzucenia przestrzeni zakrzywionej, a wybrania euklidesowej,
- b) krytyki bezsensownego, według Milne'a, pojęcia „rozszerzającej się przestrzeni”,
- c) braku akceptacji założenia ścisłej współzależności przestrzeni i materii,
- d) przyjęcia własnej koncepcji czasu i przestrzeni, a tym samym odrzucenia czasoprzestrzeni,
- e) odrzucenia całej OTW ze względu na zbyt skomplikowany aparat matematyczny.

Nie poprzestając na krytyce teorii Einsteina, Milne podjął zadanie skonstruowania własnej, opozycyjnej względem OTW, teorii względności. Omówione wyżej założenia filozoficzne stały się więc fundamentem nowej, oryginalnej teorii przyrodniczej, która w zamyśle autora miała być wskazaniem lepszego sposobu budowania gmachu wiedzy fizycznej i skuteczniejszą drogą prowadzącą do zrozumienia otaczającego świata.

Znając doskonale ówczesny stan rozwoju kosmologii, Milne stwierdził, że wielu kosmologów przebadano skonstruowane na podstawie OTW różne możliwe modele Wszechświata: z przestrzenią o krzywiznie dodatniej, ujemnej i zerowej, ekspandujące, oscylujące i kontrahujące oraz z dodatnią, ujemną lub zerową stałą kosmologiczną. Nikt jednak nie podał jakiegokolwiek kryterium wyboru modelu, który zgadzałby się z obserwowanym Wszechświatem⁵³. Usprawiedliwiając niejako podjęcie własnych badań tego problemu,

⁵² Por. Chandrasekhar, dz. cyt., s. 132.

⁵³ Por. Milne, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 2; Merleau-Ponty, dz. cyt., s. 135.

podkreślał, iż nie wynikało to absolutnie z jego wrogiego nastawienia do istniejących już teorii ani tym bardziej do OTW. Oceniał je bardzo wysoko pod względem matematycznym, lecz kwestia zrozumienia ich fizycznej interpretacji stanowiła dla niego ogromny problem.

Za jedno z najtrudniejszych pojęć uważał „rozszerzającą się przestrzeń”. Na potwierdzenie tego przytoczył przykład trudności z uchwyceniem istoty ekspansji Wszechświata: ktoś mógłby rozumieć ją jako ekspansję samych galaktyk, a ktoś inny jako ekspansję przestrzeni między galaktykami. Pojęcie rozszerzającej się przestrzeni nie ma – według niego – żadnego sensu⁵⁴, ponieważ przestrzeń nie ma jakiegokolwiek struktury. Jest raczej „pustką”, w której została umieszczona materia. Nie może się w związku z tym ani rozszerzać, ani kurczyć⁵⁵. Twierdził, że jedynie dzięki sukcesom OTW uczeni zaczęli utrzymywać, iż przestrzeń jest naprawdę zakrzywiona z powodu obecności materii. Jego zdaniem metoda zastosowana przez Einsteina jest odpowiednia dla jednych zjawisk, a niedogodna dla innych (np. optycznych). Nie był przeciwny używaniu pojęcia zakrzywionej przestrzeni do pewnych szczególnych celów, gdyż uważał, że geometria riemannowska jest bardzo dobrym narzędziem matematycznym. Skoro do opisu Wszechświata można użyć każdej geometrii, więc i stosowanie geometrii Riemanna jest bez zarzutu. Nie mógł natomiast zaakceptować tego, że Wszechświat zajmuje skończoną, zakrzywioną przestrzeń jednorodnie wypełnioną materią, gdyż nie był w stanie przyjąć płynących z takiego opisu konsekwencji (zwłaszcza ciągłej kreacji materii w czasie)⁵⁶. Uważał, że w każdym przypadku proponowane wyjaśnienia operujące pojęciem zakrzywionej przestrzeni w którymś momencie się załamują⁵⁷.

Podobny problem pojawiał się z einsteinowskim założeniem ścisłego związku materii z przestrzenią. Milne był w stanie zaakceptować pojęcie grawitacji jako czynnika zakrzywiającego tę przestrzeń (*gravitation as a warping of space*), ale podkreślał, że nie wyjaśnia ono ani natury, ani pochodzenia grawitacji. Do opisanie przestrzeni można wybrać dowolną geometrię, również nieeuklidesową, ale rodzą się wówczas pytania: dlaczego obecność

⁵⁴ „To speak of the space itself as in a state of expansion is meaningless, for no meaning can be given to «expanding space» or «expanding emptiness»” (M i l n e. *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 110).

⁵⁵ Por. T u r e k, *Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, s. 169.

⁵⁶ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 119 n.

⁵⁷ Por. tamże, s. 63; J o d k o w s k i, art. cyt., s. 102-127.

materii ma wpływać na przestrzeń, dlaczego przestrzeń jest tak, a nie inaczej odkształcona, dlaczego pole grawitacyjne należy łączyć jakoś z tym odkształceniem? Pytania te pozostają – według niego – bez jakichkolwiek wyjaśnień⁵⁸.

Zdecydowane rozróżnienie pomiędzy naturą czasu i przestrzeni doprowadziło Milne'a do odrzucenia relatywistycznego pojęcia czasoprzestrzeni. Posługiwanie się tym pojęciem prowadzi – według niego – do opisu łączącego w ramach jednej geometrii niejednolite elementy: miary czasu, które są nam dane w poznaniu bezpośrednim, i miary przestrzeni, które są konstruowane⁵⁹. Uważał, że właśnie w tym tkwi źródło wszelkich paradoksów relatywistycznych⁶⁰.

Przyjmując postulat używania przede wszystkim pojęć zdroworozsądkowych, Milne uważał, iż zjawiska zachodzące w przyrodzie mają naturę na tyle dostępną naszemu intelektowi, że nie potrzeba odwoływać się do pojęć „nieokreślonych” (*indefinable concepts*) lub takich, które potrafi zrozumieć jedynie wykształcony matematyk⁶¹. Była to wyraźna aluzja pod adresem OTW, którą krytykował za zbyt skomplikowany, trudny do zrozumienia aparat matematyczny⁶². Jego zdaniem kinematyczna teoria względności jest dużo prostsza od teorii Einsteina⁶³, ponieważ używa matematyki elementarnej i teorii grup⁶⁴ a nie rachunku tensorowego. Wspólnie z McCrea opublikował artykuł, w którym uzasadnia, że dla wyjaśnienia zjawisk wystarczy teoria Newtona, bez konieczności odwoływania się do niezwykle skomplikowanej teorii grawitacji⁶⁵.

⁵⁸ Por. Milne, *Relativity, Gravitation and world-Structure*, s. 2. 120; Heller, dz. cyt., s. 96.

⁵⁹ Por. Milne, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 14-16.

⁶⁰ Merleau-Ponty (dz. cyt., s. 137) twierdzi, że choć w punkcie tym Milne zbliża się do stanowiska Bergsona, to jednak jego koncepcja czasu jest jednak w rzeczywistości odmienna od tej, jaką znajdujemy w *Duree et Simultaneite*.

⁶¹ Por. Milne, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 3.

⁶² „It is in fact almost always true that the complicated mathematical machinery of general relativity obscures by its very power the inner nature of phenomena it attempts to explore. [...] far more insight is gained by elementary considerations” (tamże, s. 77 w przypisie).

⁶³ Por. Milne, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 10.

⁶⁴ Por. M. Johnson, *Time, Knowledge and the Nebulae, an Introduction to the Meanings of Time in Physics, Astronomy and Philosophy, and the Relativities... of Milne E. A. With a Foreword by E. A. Milne*, London 1945, s. 88 n.

⁶⁵ E. A. Milne, W. H. McCrea, *Newtonian Universes and the Curvature of Space*, „Quarterly Journal of Mathematics”, 5(1934) 73-80. Por. Harder, art. cyt., s. 351-363.

Także pod względem wymaganej aparatury pomiarowej KTW jest – według Milne'a – znacznie prostsza od OTW, gdyż wymaga jedynie zegarów i teodolitów. Był to wynik jego postulatu, by liczbę urządzeń pomiarowych zredukować do minimum⁶⁶. Założył, że całą jego teorię względności da się wyprowadzić jedynie z pomiarów czasu i kątów przestrzennych. Doświadczenia czasowe, odgrywające fundamentalną rolę w jego koncepcji, miały być tak pewne i nieobalalne, że powinny wystarczyć do zbudowania fizyki tłumaczącej ekspansję Wszechświata⁶⁷. Einsteinowska idealnie sztywna linijka jest tak samo nieprzydarna, jak zegar, mierzący zunifikowany czas. Wprowadzanie dalszych pojęć pochodzących z doświadczenia w sytuacji, gdy koncepcja chmury rozszerzających się cząstek wraz z ideą sygnalizacji świetlnej jest wystarczająca, byłoby odejściem od ockhamowskiej zasady, iż „nie należy mnożyć bytów bez potrzeby”. Analiza procesu percepcji połączonej z indywidualną świadomością u p ł y w u c z a s u wystarcza w połączeniu z rozseparowaną chmurą cząstek do otrzymania pomiarów długości i odległości⁶⁸. Zastosowany przez niego punkt wyjścia (doświadczenie temporalne) był więc mocno zredukowany w stosunku do ogólnej teorii względności Einsteina.

Milne niejednokrotnie odrzucał alternatywne rozwiązania różnych problemów, gdy prowadziły one do nieakceptowalnych konsekwencji lub do sprzeczności. Tak np. odrzucał koncepcję Wszechświata-wyspy (skończonej liczby galaktyk w nieskończonej przestrzeni), gdyż taki Wszechświat uważał za „niezrozumiały” – nie wiadomo, dlaczego część przestrzeni miałaby być wypełniona materią, a reszta nie⁶⁹. Poza tym dla skończonej liczby obserwowalnych obiektów można obliczyć ich średnią prędkość i posłużyć się nią w zdefiniowaniu pojęcia „spoczynek”, a to z kolei jest również „niezrozumiałe”⁷⁰. Założenie, iż Wszechświat posiada skończoną liczbę świecących obiektów w nieskończonej przestrzeni, prowadzi – według niego – również do konsekwencji nie do przyjęcia. Konsekwencji tych unika kosmologia relatywistyczna, posługując się pojęciem zakrzywionej przestrzeni zamkniętej.

⁶⁶ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 23-25; J o d k o w s k i, art. cyt., s. 102-127.

⁶⁷ Por. M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 14 n.

⁶⁸ Por. t e n ż e, *Kinematic Relativity*, s. 6.

⁶⁹ „[...] it is not intelligible universe, for by the nature of things the question why one part of this void should be populated by matter and the rest be empty is for ever incapable of answer” (t e n ż e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 116).

⁷⁰ „[...] the meaning of this selection of a preferential frame by the material objects in a featureless space is for ever unintelligible” (tamże, s. 117).

Jego zdaniem kosmologia relatywistyczna unikając jednych sprzeczności, wpada w inne, przyjmując np. ciągłą kreację materii w czasie⁷¹. Milne wykazał, że we Wszechświecie Einsteina-de Sittera ze wzrostem czasu do nieskończoności następuje nieskończony wzrost masy⁷².

Tak zwany prosty kinematyczny model Wszechświata miał spełniać wszystkie wymagania, jakie Milne stawiał właściwemu wyjaśnieniu ekspansji. Oceniając swój model napisał, że chociaż system ten przejawia dziwne właściwości, to jednak nie wprowadza żadnych paradoksów. Wszystkie jego właściwości są racjonalnie wyjaśnione, a rachunki mają niezwykle prosty charakter. System dzięki temu może być łatwo zilustrowany przez wykres czy diagram⁷³. Powyższą charakterystykę swego modelu Milne przedstawił w opozycji do modeli ogólnej teorii względności⁷⁴.

Osiągnięcia Einsteina były dla Milne'a przykładem, jak należy rozwijać wiedzę fizyczną. Cenił go zwłaszcza za to, że zmusił on fizyków do porzucenia pewnych bezkrytycznych intuicji, usuwając dzięki temu niektóre niedefiniowalne i niekonieczne terminy, jak np. pojęcie równoczesności. Uważał jednak, że mimo wielkich zasług w tej dziedzinie Einstein pozostawił jeszcze sporo podobnych pojęć w relatywistyce i kosmologii: sztywną miarę długości, wiek Wszechświata, fizyczną przestrzeń, krzywiznę przestrzeni, ciepłą śmierć Wszechświata i wiele innych⁷⁵. Stwierdził również, że choć formalizmy w obu teoriach są takie same, to jednak różnią się one filozoficznie, gdyż OTW jest filozoficznie niezadowolająca⁷⁶. O ile mogą istnieć różne opinie

⁷¹ Por. tamże, s. 117 n.

⁷² Por. tamże, s. 324 n.; J o d k o w s k i, art. cyt., s. 102-127.

⁷³ „Strange though the properties of the system may appear, they involve no mystifying paradoxes. They are all rationally explicable, and the calculations relating them are throughout of the simplest character. They are all capable of being described in terms of the measures of customary physics, and the system can readily be illustrated a diagram. It is completely free from self-contradiction” (M i l n e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 111). Por. także: „The system we have described is free from all internal contradictions and free from unacceptable paradoxical consequences. It is easily pictured and represented in diagram” (tamże, s. 128).

⁷⁴ Por. J o d k o w s k i, art. cyt., s. 102-127.

⁷⁵ Por. E. A. M i l n e, *Some Points in the Philosophy of Physics: Time, Evolution and Creation*, „Philosophy”, 9(1934) 19-38; t e n ż e, *Relativity, Gravitation and World-structure*, s. 10; t e n ż e, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, s. 27; 286; t e n ż e, *The Fundamental Concepts of Natural Philosophy*, „Proceedings of the Royal Society of Edinburgh”, 62(1943) 10-24; H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.

⁷⁶ M i l n e, *The Fundamental Concepts of Natural Philosophy*, s. 10-24; t e n ż e, *Address to the Royal Astronomical Society on the award of the Gold Medal to Professor Otto*

na temat identyczności formalizmów, to nie ma wątpliwości co do tego, że zastosowane metody były całkowicie różne. Milne był przekonany, że prawdziwa wartość jego kinematycznej teorii względności leży w płaszczyźnie metodologicznej, gdyż wywodzi się z całkowicie nowego sposobu uprawiania fizyki⁷⁷.

HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL CONTEXT OF EDWARD ARTHUR MILNE'S COSMOLOGY

S u m m a r y

This is a two-part paper. The first part describes the direct influence of five philosophical assumptions adopted by Milne, which shaped up his Kinematic Relativity and cosmology theories. The first three of his assumptions were of epistemological nature: deductive method of constructing a scientific theory; gaining „insight into phenomena”, and a simplicity postulate (cosmological principle). The two latter ones were of ontological nature: they related to problems of time and space.

The second part of this paper deals with Milne's own critical judgment of the basis of general relativity, which was deeply rooted in his philosophical assumptions. Especially heavy criticism fell on the simplicity postulate, which directly or indirectly led to the following: 1) rejection of curved space and choosing Euclid's version, 2) criticism of a nonsensical, according to Milne, notion of „expanding space”, 3) non-acceptance of close correlation between space and matter, 4) adoption of his own idea of time and space and, as a result, rejection of notion of space-time, 5) rejection of General Relativity because of too complex mathematical equations.

Milne did not stop at criticising Einstein's theory, but also undertook the task of constructing his own theory, totally opposed to the General Relativity. It so happened therefore, that his philosophical assumptions became foundations of a new, original natural theory, which should have – according to the view of its author – indicated a better way to build a physical knowledge and a more efficient way to understand the Universe.

Summarized by Dariusz Dąbek

Struve, „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”, 104(1944) 112-120.

⁷⁷ Por. H a r d e r, art. cyt., s. 351-363.