

Kazimierz JODKOWSKI

### Aprioryzm kinematycznej teorii względności Edwarda Artura Milne'a

Априоризм кинематической теории относительности Э. А. Мильна

Apriorism of E. A. Milne's Kinematic Theory of Relativity

#### WSTĘP

Zadaniem niniejszego artykułu (jak i artykułu w ubiegłorocznym tomie „Annales”, którego jest on kontynuacją<sup>1</sup>) jest przedstawienie poglądów filozoficznych brytyjskiego uczonego, E. A. Milne'a, i ich wpływu na kinematyczną teorię względności.

Kosmolog angielski w pomysłowy sposób potrafił zrekonstruować poważną część fizyki teoretycznej, bazując na najprostszych założeniach. W pierwszej części artykułu przedstawione zostaną ważniejsze rezultaty jego pracy. Druga część poświęcona zostanie charakterystyce aprioryzmu cechującego metodę Milne'a.

#### KONSTRUKCJA KINEMATYCZNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI

Ogólna teoria względności okazała się dobrym narzędziem zarówno do wyjaśniania ruchów grawitacyjnych na małą skalę, jak też do rozpatrywania struktury całego Wszechświata. Mimo to najbardziej uderzające zjawisko we Wszechświecie, jakim jest oddalanie się galaktyk, wyraźnie różni się od zjawisk grawitacyjnych występujących w systemach planetarnych, układach gwiazd podwójnych itd. Stąd też Milne chciał sprawdzić, czy teoria Wszechświata może być zbudowana bez odwołania się

---

<sup>1</sup> Por. *Koncepcja przestrzeni i czasu w kosmologii E. A. Milne'a*, „Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska”, sect. I, vol. III/IV, 1978/1979, s. 101—126.

a *a priori* do jakiejś teorii grawitacji. Usiłował on najpierw zbudować teorię całego Wszechświata, a dopiero potem otrzymać małoskalowe ruchy grawitacyjne.<sup>2</sup>

Milne wprowadza na wstępie do rozważań zbiór poruszających się cząstek. Na każdej cząstce umieszcza hipotetycznego obserwatora. Wszyscy oni są wyposażeni tylko w zegary (i ewentualnie teodolity), gdyż zdaniem Milne'a doświadczenie temporalne jest dostateczną bazą dla konstruowania fizyki Wszechświata. Problem, jaki pojawia się na tym etapie, streszcza się w pytaniu, czy dwaj różni obserwatorzy mogą uzgodnić swoje zegary, tzn. dokonać tego, aby oba one szły zgodnie, identycznie. Z kolei Milne podaje sposób, w jaki ci obserwatorzy mogliby zsynchronizować swoje zegary.

Ponieważ wysyłanie sygnałów świetlnych i odczytywanie zegarów jest jedyną czynnością obserwacyjną, jakiej mogą dokonywać obserwatorzy umieszczeni na cząstkach, wolno powiedzieć, że dwaj obserwatorzy są równoważni wtedy, gdy całość obserwacji jednego obserwatora jest identyczna z całością obserwacji drugiego obserwatora, przy czym chodzi tu o obserwacje, jakich dokonuje jeden obserwator na drugim.<sup>3</sup>

Na podstawie swoich danych obserwacyjnych każdy obserwator wyznaczy współrzędne odległości i epoki odległego zdarzenia. Warto w tym miejscu przypomnieć, że doświadczenie temporalne jest dla Milne'a pewne tylko wtedy, gdy dotyczy zdarzeń zachodzących w pobliżu obserwatora, dlatego też odległość i epokę odległego zdarzenia należy zbudować wyłącznie z danych takiego doświadczenia.

Milne wykazuje, że obserwator *A* znajdujący się w ruchu względem *B* obserwuje przesunięcie Dopplera. Przez oszacowanie współczynnika tego przesunięcia obserwator *A* może wyznaczyć czas lokalny *B*.<sup>4</sup>

Opierając się wyłącznie na danych odczytanych z zegara i funkcjach je wiążących Milne wyprowadza wzory, które pokrywają się z formułami Lorentza z fizyki tradycyjnej. Obowiązują one dla ruchu jednostajnego odbywającego się wzdłuż jednej z osi (jednowymiarowe formuły Lorentza).<sup>5</sup>

Następnym etapem rozważań Milne'a jest konstrukcja tzw. jednowy-

<sup>2</sup> Por. G. C. McVittie: *Cosmological Theory*, London 1937, s. 70.

<sup>3</sup> Por. E. A. Milne: *Relativity, Gravitation and World-Structure*, Oxford 1935, s. 26—28; E. A. Milne, G. J. Whitrow: *On the Meaning of Uniform Time, and the Kinematic Equivalence of the Extra-Galactic Nebulae*, „Zeitschrift für Astrophysik”, 1938, Bd XV, s. 268—269; M. Johnson: *Time, Knowledge and the Nebulae*, London b.r.w. s. 85—86; McVittie: *Cosmological...*, s. 73.

<sup>4</sup> Por. Milne: *Relativity...*, s. 34—37.

<sup>5</sup> Por. *ibid.*, s. 40—42. Zob. inną metodę opartą również na danych doświadczenia temporalnego — *ibid.*, s. 45—47. Jednowymiarowe formuły Lorentza zostają potem uogólnione do trzech wymiarów (*ibid.*, s. 48—50).

miarowego systemu dyskretnych (nieciągłych) cząstek spełniającego zasadę kosmologiczną Einsteina. Gdy cząstki są parami równoważne, wtedy każdy opis całego systemu dokonany przez jednego obserwatora pokrywa się z każdym opisem innego obserwatora. System ten zawiera nieskończoną liczbę cząstek, których prędkości dążą z każdej strony (jest to system jednowymiarowy!) do c, im dalszą cząstkę rozpatrujemy.<sup>6</sup>

Milne nie ograniczył się do jednowymiarowego systemu kinematycznego. Chciał on przecież dać wgląd w zjawisko ekspandującego Wszechświata. Jego system miał być dobrą reprezentacją astronomicznego Wszechświata. Autor odrzucał rozpoczynanie rozważań od przyjęcia jednorodności Wszechświata, jak to się czyni w kosmologii relatywistycznej. Metoda taka, jego zdaniem, załamuje się, gdyż nie istnieje absolutna jednoczesność dla wszystkich obserwatorów. Dla jednego obserwatora — otoczenia dwu różnych punktów mogą mieć jednocześnie tę samą gęstość materii, ale już dla innego obserwatora gęstości wokół tych punktów będą równe w różnych epokach. Jeden z obserwatorów może obserwować system jako jednorodny, dla innego system ten może być niejednorodny.<sup>7</sup>

Zamiast przypisywania Wszechświatowi jakichś obserwowalnych własności Milne próbuje zbudować czysto matematycznie system, aby później porównać go z rzeczywistością. Przyjęta przez niego zasada kosmologiczna jest na tym etapie jedynie zasadą selekcji, wyodrębniającą spośród wszystkich matematycznie możliwych systemów tylko te, którymi należy się bliżej zająć. Spośród wszystkich systemów, w których każda cząstka jest równoważna oddzielnie każdej innej cząstce, zasada kosmologiczna wyodrębnia taką podklasę systemów, w których każda cząstka opisuje cały system, a nie tylko inną cząstkę, tak samo jak każda inna cząstka.<sup>8</sup>

W systemie cząstek spełniającym zasadę kosmologiczną Einsteina z samych własności kinematycznych, bez odwoływania się do dynamiki, wynika radialny względem dowolnego obserwatora charakter ruchu pozostałych cząstek oraz proporcjonalność prędkości do odległości radialnej (prawo Hubble'a).<sup>9</sup>

Systemem, który, według Milne'a, jest dobrym przybliżeniem astronomicznego Wszechświata, jest „hydrodynamiczny” albo tzw. prosty system kinematyczny, tj. zbiór równoważnych cząstek w ruchu, takich, że spełniona jest zasada kosmologiczna.<sup>10</sup>

Porównując swój prosty system kinematyczny z obserwowalnym

<sup>6</sup> Por. *ibid.*, s. 56—58.

<sup>7</sup> Por. *ibid.*, s. 64—67.

<sup>8</sup> Por. *ibid.*, s. 68.

<sup>9</sup> Por. *ibid.*, s. 73—75.

<sup>10</sup> Por. *ibid.*, s. 85—113.

Wszechświatem Milne twierdzi, że wszystkie własności tego modelu są spełnione, jeśli mgławice będą reprezentowane przez cząstki.<sup>11</sup> Przy bardziej ścisłych badaniach cząstki równoważne odpowiadają jądrům mgławic. Oprócz jąder mgławic Wszechświat zawiera jednak również i inne składniki. Milne starał się dlatego wzbogacić swój prosty system przez nałożenie na niego systemu statystycznego cząstek posiadających przyspieszenia.

Jak budował statystyczny system kinematyczny? Jeżeli do prostego systemu kinematycznego określonego przez dwa równania<sup>12</sup> zostanie wrzucona próbna cząstka swobodna (*free test particle*), to wykaże ona przyspieszenie. Dodając dalsze cząstki swobodne powoduje się to, że system przestaje spełniać zasadę kosmologiczną, a przyspieszenie cząstek statystycznych jest już innego typu. Dodawanie dalszych swobodnych cząstek może być jednak tak dobrane, że będą one rozłożone tak, że w końcu nowy system ponownie spełniać będzie zasadę kosmologiczną.

Milne wykazał również, że cząstki systemu statystycznego będące w ruchu koncentrują się wokół cząstek fundamentalnych. W pobliżu każdej cząstki fundamentalnej musi być względnie wysoka gęstość cząstek. Wniosek, że materia Wszechświata nie jest jednostajnie rozproszona, lecz gromadzi się w skupiska (*nuclear-agglomerations*), został wprowadzony bez odwoływania się do obserwacji. Istnienie podsystemów (mgławic) jest jednak obserwacyjnie potwierdzone.

Milne'owskie przedstawienie kondensacji wokół jąder galaktyk znacznie się różni od proponowanych we współczesnej mu kosmologii relatywistycznej, gdzie początek kondensacji przypisywało się grawitacyjnej niestabilności w pierwotnie jednorodnym rozkładzie. W kosmologii Milne'a obszary zagęszczenia nie ukształtowały się z początkowego bardziej „gładkiego” rozkładu, lecz istnieją od  $t=0$ , tj. od początku ekspansji Wszechświata, i są fragmentami odszczepionymi od początkowej przeddoświadczalnej osobliwości (*pre-experiental singularity*).

Rozważania czysto kinematyczne umożliwiają odkrycie wielu cech podsystemów. Wykazują one sferyczną symetrię dla obserwatora na jądrze. Istnieje oś obrotu, przy czym osie obrotów różnych mgławic są skierowane na chybił trafił. Każdy z podsystemów wykazuje pewną ekspansję na zewnątrz, jednak prawo tej ekspansji różni się całkowicie od prawa ekspansji całego Wszechświata (ekspansja jest bowiem przyspieszona). Z rozważań Milne'a wynikało również istnienie pewnych pojedynczych cząstek lub ich niewielkich zbiorów wewnątrz danego podsystemu, nie należących jednak do niego, lecz przybywających z zewnątrz. Wniosek ten

<sup>11</sup> Por. *ibid.*, s. 123.

<sup>12</sup> Równanie pierwsze określa rozkład cząstek, a drugie — ich ruch (por. *ibid.*, s. 169).

został później obserwacyjnie potwierdzony przez Larmora<sup>13</sup>. Trzeba tu dodać, że statystyczna metoda Milne'a nie pozwalała przewidywać tych cech dla pojedynczych mgławic. Dzięki niej można tylko opisywać średnią, przeciętną strukturę mgławicy. Okazuje się więc, że zarówno lokalna jednorodność w rozkładzie jąder galaktyk (prosty model kinematyczny), jak i niejednorodność rozkładu w pobliżu każdego indywidualnego jądra (statystyczny model kinematyczny) są konsekwencjami zasady kosmologicznej.

#### APRIORYZM METODY KOSMOLOGII E. A. MILNE'A

Przez „aprioryzm” rozumie się tu każdy kierunek epistemologiczny, który oprócz zdań analitycznych przyjmuje za naukowe także inne zdania nieempiryczne. Kierunek przeciwstawiający się empiryzmowi Ajdukiewicz proponował nazwać aprioryzmem, gdyż używanie terminu „racjonalizm” powinno zachować się na oznaczenie kierunku przeciwstawiającemu się irracjonalizmowi.<sup>14</sup>

Jest rzeczą niewątpliwą, że u Milne'a można zauważyć aprioryzm, i to dość wyraźny. Pewne cechy Wszechświata uważał on wręcz za niemożliwe do odkrycia przez czystą obserwację. Tak np. obserwacja nie może odpowiedzieć na pytanie, czy Wszechświat zawiera nieskończoną liczbę obiektów, a jest to bardzo ważne pytanie. Odpowiedź jest dopiero możliwa przy zastosowaniu pewnej domieszki rozumowania.<sup>15</sup> Inne cechy Wszechświata, są, przynajmniej, obserwowalne. Jednak celem, jaki sobie Milne postawił, nie było obserwacyjne odkrywanie zjawisk charakterystycznych dla Wszechświata, lecz dawanie wglądu w te zjawiska. Było to możliwe tylko w jakiejś szerszej teorii, w której zjawiska te wynikałyby w sposób konieczny, nieuchronnie z pewnych podstawowych i niepowątpiewalnych faktów i założeń.

Przedstawiona koncepcja Milne'a pokrywała się, bądź była pokrewna, z pewnymi koncepcjami Koła Wiedeńskiego i atomizmu logicznego Russella, inspirowanymi przez poglądy Wittgensteina, według którego, jak twierdzi Popper, „[...] każde zdanie sensowne musi być logicznie redukowalne do zdań elementarnych (lub atomowych), charakteryzowanych

<sup>13</sup> "Observatory", 1934, vol. LXII, s. 55 (por. Milne: *Relativity...*, s. 199—200).

<sup>14</sup> Por. K. Ajdukiewicz: *Logika i doświadczenie [w:] Język i poznanie*, t. 2, Warszawa 1965, s. 53.

<sup>15</sup> "It is important to realize that one of the most fundamental questions that can be asked about the totality of things cannot be answered by pure observation, but must be answered if at all by an admixture of reasoning. We cannot ever answer by observation the question whether the universe contains an infinite number of observable objects". (Milne: *Relativity...*, s. 121).

przez Wittgensteina jako opisy lub »obrazy rzeczywistości« [...]».<sup>16</sup> Dla członków Koła Wiedeńskiego zdania sprawozdawcze były absolutnie pewne i stanowiły podstawę systemu wiedzy empirycznej o rzeczywistości.<sup>17</sup>

Milne nie zamierzał sprowadzać twierdzeń naukowych do jakiegoś typu zdań podstawowych, elementarnych. Jego zamierzenia były wręcz przeciwne. Usiłował bowiem całą naukę, krok po kroku, wyprowadzić z pewnego typu niepowątpiewalnych zdań, a mianowicie ze zdań o doświadczeniu temporalnym każdego obserwatora. Była to więc pewna wersja atomizmu logicznego.<sup>18</sup> Charakterystyczną cechą rozważań Milne'a było ciągle posługiwanie się modelem.<sup>19</sup> Nie korzystał on z żadnych eksperymentalnych osiągnięć nauki. Dokonywał jedynie eksperymentów myślowych na swoim modelu rzeczywistości, czyli na zbiorze cząstek, z których każda była stowarzyszona z obserwatorem. Model ten miał charakter idealny (wyobrażeniowy, spekulatywny, myślowy), jeśli chodzi o sposób jego budowania, o środki, za pomocą których dokonywał modelowania.<sup>20</sup> Milne nie przypisał od razu określonej interpretacji cząstkom swego systemu. Początkowo mogły to być dowolne ciała poruszające się w określony sposób (z jednostajną prędkością względem siebie). Dopiero później utożsamiał cząstki z mgławicami (prosty system kinematyczny), a wreszcie z jądrami mgławic (statystyczny system kinematyczny). Model myślowy Milne'a składał się ze zmysłowo postrzegalnych elementów w pewien sposób podobnych do elementów modelowanego zjawiska; był to więc model ikoniczny (obrazowy).<sup>21</sup> Podobieństwo to nie ograniczało się tylko do podobieństwa stosunków przestrzennych elementów modelowa-

<sup>16</sup> K. R. Popper: *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa 1977, s. 36. Por. także L. Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus*, Warszawa 1970, s. 42 (teza 5).

<sup>17</sup> B. Wolniewicz odrzuca utożsamianie zdań elementarnych Wittgensteina ze zdaniami sprawozdawczymi (zdaniami protokolarnymi, konstatacjami, zdaniami bazowymi) Wiedeńczyków i tym samym podważa wyżej wymieniony pogląd przypisywany Wittgensteinowi przez Poppera. (Por. B. Wolniewicz: *Rzeczy i fakty. Wstęp do pierwszej filozofii Wittgensteina*, Warszawa 1968, s. 99—108).

<sup>18</sup> Sformułowania różnych wersji atomizmu logicznego por. Wolniewicz: *Rzeczy...*, s. 164—165.

<sup>19</sup> „[...] przez model w szerokim sensie rozumie się strukturę stworzoną teoretycznie lub praktycznie odtwarzającą tę lub inną część rzeczywistości w uproszczonej (schematycznej lub wyidealizowanej) i poglądowej formie”. (W. Sztoff: *Modelowanie i filozofia*, Warszawa 1971, s. 11).

„Przez model rozumie się taki dający się pomyśleć lub materialnie zrealizowany układ, który, odzwierciedlając lub odtwarzając przedmiot badania, zdolny jest zastępować go tak, że jego badanie dostarcza nam nowej informacji o tym przedmiocie”. (*Ibid.*, s. 21).

<sup>20</sup> Por. *ibid.*, s. 23.

<sup>21</sup> *Ibid.*, s. 29.

nego przedmiotu, lecz obejmowało również charakter ruchu i rozmaite inne cechy.

Na tak skonstruowanym modelu Milne przeprowadzał szereg eksperymentów myślowych. Struktura tych eksperymentów stanowiła jak gdyby odtworzenie w myśli (czy też w wyobraźni) struktury rzeczywistego eksperymentu. Od rzeczywistych eksperymentów różniło je konstruowanie wyidealizowanych warunków oddziałujących na system cząstek (obserwatorów). Oczywiście obserwatorzy w doświadczeniach myślowych Milne'a używali wyidealizowanych instrumentów, głównie zegarów i teodolitów, ale także i czasem lunet. Celem, do którego Milne dążył, był opis ruchów cząstek. Metoda, jaką stosował, musiała się obejść bez jakichkolwiek danych empirycznych, a także bez żadnych uprzednio przyjętych teorii naukowych, zwłaszcza bez teorii grawitacji (czy to Newtona, czy Einsteina). Sądził on, że fundamentalne potraktowanie zjawisk grawitacyjnych we Wszechświecie nie może pozostawić żadnego miejsca dla pierwiastków empirycznych.<sup>22</sup> Chociaż grawitacyjne opisy przy pomocy działania na odlegość albo przy pomocy skutków zmian przestrzeni, spowodowanych obecnością materii, są zupełnie poprawne, to jednak autor ten uważał, że zaciemniają one nieuchronność (*inevitability*) ruchów opisywanych przez niego.

Milne nie korzystał z ogólnej teorii względności, nie odwoływał się do newtonowskiej teorii grawitacji lub do einsteinowskich równań pola. Niepotrzebna mu była dynamika: takie pojęcia jak siła, masa, energia, pęd nie odgrywały żadnej roli.<sup>23</sup> Ze szczególnej teorii względności również nie korzystał, chociaż w swych analizach używał formuł identycznych z formułami Lorentza i formułą dodawania prędkości Einsteina. Wzory te jednak wyprowadził on na nowo.

Metoda jego była wyłącznie kinematyczna. Stwierdzała zachowanie się cząstek. Ponieważ teoria grawitacji również miała za zadanie opisanie ruchów ciał, więc metoda kinematyczna Milne'a jest równoważna pod względem celu metodzie teorii grawitacji. Zamiarem jego było wypracowanie takiej metody, aby była ona równoważna zakresowo metodzie ogólnej teorii względności. Zamiaru tego nie zdołał jednak zrealizować. Jego metoda opisuje jedynie ruchy tzw. cząstek równoważnych, a nie opisuje w pełni ruchu dodatkowego zbioru swobodnych cząstek wpuszczonych do systemu cząstek równoważnych.

Metoda kinematyczna Milne'a nigdy nie dostarczała alternatywnych opisów ruchów. Zawsze zachodziły tylko jedyne dozwolone ruchy, dozwolone przez szereg logicznych ograniczeń, jakie nałożył on na te ruchy.

<sup>22</sup> Por. Milne: *Relativity...*, s. 65.

<sup>23</sup> „[...] no constraints are necessary, so that the original constraints, if any, may be removed” (*ibid.*, s. 96).

Ograniczenia te nigdy nie dopuszczały do żadnych „rozwidleń” możliwości. Najpoważniejszym z tych ograniczeń była zasada względności (*principle of relativity*) w nowym sformułowaniu. Zazwyczaj formułuje się ją następująco: prawa przyrody są niezmiennicze w kształcie względem każdej dowolnej transformacji współrzędnych. Było to niezmiernie surowe wymaganie, stwierdzał Milne, narzucające ostre ograniczenia dotyczące formy praw przyrody. Milne’owi wystarczała zasada względności w bardzo słabej formie, prawie niezależnej od obserwacyjnej weryfikacji. Mimo iż narzuca ona dużo mniej ograniczeń niż dawna, wiedzie do opisów ruchów tych samych, pozornie nią nie objętych.

W sformułowaniu Milne’a zasada względności nie dotyczy transformacji współrzędnych ale transformacji od obserwatora do równoważnego obserwatora. Transformacje samych współrzędnych są przecież tylko translacjami języka. Obserwator może podawać współrzędne zjawisk w nieskończenie różny sposób, gdyż są to arbitralne konstrukty. Transformacja współrzędnych dokonana przez jednostkowego obserwatora, tj. nowa kombinacja danych obserwacyjnych, nie prowadzi do nowego faktu o zjawiskach; daje tylko nowy opis dawnego zjawiska z dawnego punktu widzenia. Tylko wtedy otrzymywany jest nowy fakt dotyczący zjawisk, gdy zostanie zmieniony punkt widzenia, gdy zmieni się obserwatora. Gdy dwaj różni obserwatorzy będą podawali współrzędne danego zjawiska według tych samych uzgodnionych reguł, wtedy oba te opisy można porównywać. Kiedy te reguły będą takie same i gdy ich punkty widzenia będą podobne, to można się spodziewać pewnych podobieństw w ich opisach. W szczególnym przypadku, gdy wewnętrzna struktura opisywanego systemu cząstek jest identyczna z obu punktów widzenia, wtedy opis tego systemu z obu punktów widzenia musi być identyczny. Obserwatorzy używający tych samych reguł opisu są obserwatorami równoważnymi, gdy ich wzajemne opisy (dokonane według tych reguł) są identyczne. Jeśli nauka ma być czymś więcej niż chaosem niepowiązanych opinii poszczególnych obserwatorów, to muszą oni swoje jednostkowe doświadczenia przedstawiać według tych samych reguł. Reguły te są oczywiście dowolnie przyjęte przez obserwatorów. Jedynym wymaganiem jest to, aby były one identyczne, co dokonuje się przez umowę, uzgodnienie.

Stałość prędkości światła okazuje się właśnie być jedną z takich uzgodnionych reguł, a nie prawem empirycznym. Była już mowa o tym, że każdy obserwator przyjmuje dowolną wartość na prędkość światła. Jeśli obserwatorzy chcą porównywać swoje opisy, muszą przyjąć tą samą, stałą wartość  $c$ . Stałość prędkości światła okazuje się więc być konsekwencją równoważności obserwatorów.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> *Ibid.*, s. 19, 38—40, 59.



Zasada względności obowiązująca dla dwu obserwatorów przekształca się w tzw. zasadę kosmologiczną Einsteina (to właśnie Milne wprowadził tę nazwę po raz pierwszy<sup>25</sup>), gdy rozpatruje się zbiór równoważnych obserwatorów. System cząstek spełniający zasadę kosmologiczną to taki, w którym jego opis dokonany przez jednego równoważnego obserwatora (umieszczonego na cząstce fundamentalnej) przy pomocy pomiarów czasowych jest identyczny z opisem tegoż systemu przez drugiego dowolnego obserwatora równoważnego przy pomocy jego pomiarów czasowych. Równoważność obu tych obserwatorów implikuje, że uprzednio uzgodnili oni reguły opisu.

Jednak zasada kosmologiczna, o której mówi Milne, nie jest, jak by się można spodziewać, prawem Wszechświata. Nie twierdzi on, że Wszechświat spełnia zasadę kosmologiczną. Konstruuąc swoje systemy kinematyczne Milne nie jest fizykiem, jest czystym matematykiem. Rozważania, jakie przeprowadzał, są absolutnie prawdziwe. Nie czuł się on odpowiedzialny za kierunek badań, który był oczywisty i nieuchronny, jeśli założy się początkowe idee. Każdy matematyk przyjmujący te idee musi dojść do tych samych rezultatów. Absolutna prawdziwość twierdzeń, do których Milne dochodził, nie polegała na tym, że sprawdzają się one w rzeczywistości. Byłyby one prawdziwe nawet, gdyby nie było takiej rzeczywistości, o jakiej mówią; byłyby one prawdziwe tak, jak prawdziwe są twierdzenia różnych geometrii (warto tu przypomnieć, że przedmiot geometrii, przestrzeń, nie istnieje według Milne'a). Zasada kosmologiczna jest dla Milne'a jedynie zasadą selekcji. Nie chciał się on zajmować ruchami cząstek we wszelkich możliwych ich systemach. Ograniczał się tylko do pewnego typu systemów. Zasada kosmologiczna wyodrębniała więc pewną podklasę systemów cząstek, którymi miał się zajmować.<sup>26</sup>

Zasada kosmologiczna była głównym logicznym ograniczeniem przyczyniającym się do usuwania wszelkich alternatyw pojawiających się przy próbach opisu ruchów cząstek. Innym takim ograniczeniem bezwzględnie stosowanym było unikanie konstruowania tzw. mieszanych współrzędnych (*mixed coordinates*), czyli współrzędnych skonstruowanych w oparciu o obserwacje dokonane w części przez aparaturę innego obserwatora. Jako przykład mieszanej współrzędnej Milne podawał czas

<sup>25</sup> Cytuje on powiedzenie Einsteina „Alle Stellen des Universums sind gleichwertig” („Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin”, 1931, s. 235; por. Milne: *Relativity...*, s. 24 oraz „Zeitschrift für Astrophysik”, 1933, Bd VI, s. 3—4). W cytowanym fragmencie Einstein nie był zainteresowany dokładnie tym samym, co Milne, gdyż dodał „im speziellen soll also die örtliche gemittelte Dichte der Sternmaterie überall gleich sein”.

<sup>26</sup> Co do charakterystyki zasady kosmologicznej por. Milne: *Relativity...*, s. 20, 60, 125—126, oraz E. A. Milne: *Kinematic Relativity*, Oxford 1948, s. 5.

kosmiczny używany w kosmologii relatywistycznej, identyczny dla wszystkich fundamentalnych obserwatorów.

Z tych niewielu założeń Milne potrafił budować systemy kinematyczne o dużej ilości cech. Porównując je z astronomicznym Wszechświatem otrzymywał zadziwiająco zgodność.

Można wątpić w to, czy rzeczywiście to, co robił Milne, było sprawą czystej matematyki nie skazanej empirią aż do momentu, gdy gotowe systemy (modele Wszechświata) porównywał z rzeczywistością. Wątpliwe jest, czy prawdziwość jego systemów miała ten sam charakter, co prawdziwość tej geometrii. Postępowanie jego bowiem nie było wolne, jak by tego chciał, od wszelkich empirycznych pierwiastków. W swoich eksperymentach myślowych wyraźnie opierał się na doświadczeniu potocznym. Tylko z doświadczenia potocznego brało się jego przekonanie o niezawodności doświadczenia temporalnego, tak istotne przecież w jego koncepcji.

Zdaniem Milne'a, cechy obu systemów kinematycznych są cechami nieuchronnymi, mają charakter konieczny. Jak należy rozumieć konieczność kosmologii Milne'a? Można, jak się wydaje, wyróżnić dwie możliwe odpowiedzi na to pytanie: 1° cechy systemów kinematycznych wynikają koniecznie z ogólnych, podstawowych postulatów; 2° nie tylko cechy, ale i postulaty mają charakter koniecznościowy. Która z tych odpowiedzi jest zgodna z intencjami Milne'a?

Wydaje się, że autor ten opowiedziałby się tylko za pierwszą odpowiedzią. Uważał on za konieczne sprawdzić wszystkie empiryczne konsekwencje wypływające z systemu. Uzasadnienie procedury opartej na zasadzie kosmologicznej musi ostatecznie zależeć od tego, czy daje ona wgląd w obserwowane cechy Wszechświata i czy przewiduje istnienie innych obserwowalnych cech. Milne nie uważał więc, że wie bez sprawdzenia, czy jego modele są prawdziwe empirycznie. Wprost przeciwnie, twierdził, że jeśli okazałoby się, że przewidywania wynikające z modelu nie są spełnione, wtedy należy zaczynać od innych zasad. Jest to wyraźne opowiedzenie się za testowaniem.<sup>27</sup>

Sama konstrukcja modelu ma jednak następować bez wprowadzania żadnych empirycznych faktów. Sprawdzanie modelu powinno nastąpić już po jego zbudowaniu. Była to więc pewna forma aprioryzmu. Nie był to jednak aprioryzm, według którego zdania syntetyczne *a priori* mają charakter koniecznościowy. System Milne'a nie miał takiego charakteru. To jednak, że przedstawiał do testowania już gotowe modele, świadczy, że miały one pewien aprioryczny rys. Aprioryzm kinematycznej teorii względności można by nazwać aprioryzmem metodologicznym lub metodycznym. To metoda zabraniała korzystać z danych empirii. Nie było jed-

<sup>27</sup> Milne: *Relativity...*, s. 171.

nak pewności, że sama metoda wiedzie do poprawnych wyników. Ostatecznym sprawdzianem apriorycznych rozumowań miało być właśnie doświadczenie.<sup>28</sup> Milne widocznie uważał, że tylko wtedy mamy wgląd w zjawiska Wszechświata, jeśli wynikają one z podstawowych i prostych przesłanek.<sup>29</sup>

Metodologia Milne'a może przypominać antyindukcjonizm Poppera. Występuje między nimi jednak wyraźna różnica. Podobieństwo polega na empirycznym testowaniu gotowych już teorii. Jednak, zdaniem Milne'a, ważny jest przede wszystkim (używając późniejszych określeń H. Reinchenbacha) kontekst odkrycia. Poprawna metoda powinna dać w wyniku tylko jedno rozwiązanie problemu, i to przed testowaniem. Testowanie u Milne'a ma więc charakter stawiania kropki nad i, u Poppera zaś jest zasadniczym momentem postępowania naukowego.

Z problemem aprioryzmu kosmologii Milne'a wiąże się niewątpliwie bezpośrednio zagadnienie charakteru podejścia w tej kosmologii. Współcześnie uważa się chyba powszechnie, że istnieją dwa możliwe podejścia w konstruowaniu teorii Wszechświata: podejście „ekstrapolujące” i podejście „dedukcyjne”.<sup>30</sup> Mówi się też, że kosmologia stosuje przede wszystkim metodę ekstrapolacji i metodę aksjomatyczno-dedukcyjną.<sup>31</sup> W kosmologii pierwszego rodzaju przyjmuje się za ważną fizykę ziemską i jej ważność ekstrapoluje się na cały Wszechświat. Zakłada się więc, że prawa fizyki obowiązują wszędzie i zawsze, czyli zakłada się zasadę Maxwella. Zasada ta mówi, że zjawiska przyrody przebiegają niezależnie od ich czasoprzestrzennego umiejscowienia. „W wersji nomologicznej zasada Maxwella stwierdza niezależność wszelkich prawidłowości od miejsca

<sup>28</sup> M. Johnson uważa jednak, że zamiarem Milne'a było zastąpienie empirycznych praw bezwładności i grawitacji prawami samej logiki, mającymi zupełnie odmienny status niż empiryczne uogólnienia nauki. (Por. M. Johnson: *Time, Knowledge...*, s. 106). System Milne'a miał, w zamiarze swego twórcy, mieć charakter aprioryczny nie tylko co do metody. Milne w przedmowie do książki Johnsona pisze, że nie zgadza się ze wszystkimi szczegółami tej książki, jest jednak w zgodzie ogólnie z interpretacjami Johnsona w niej rozwijanymi (*ibid.*, s. 14). Jakkolwiek zinterpretuje się koncepcję Milne'a, to jednak faktem pozostanie, że przynajmniej pewne ruchy, które przypisywano wpływowi grawitacji i mogą być wprowadzone „przy biurku”, podobnie zresztą jak szczególna teoria względności, efekt Dopplera, prawo Hubble'a itp.

<sup>29</sup> "An essential phenomenon like gravitation can only be said to be understood when it has been shown to follow inevitably, without arbitrary assumptions or arbitrary constants, from the compability of the observations which the different particle-observer occurring in it can make on one another" (Milne: *Relativity...*, s. 97).

<sup>30</sup> H. Bondi: *Kosmologia*, Warszawa 1965, s. 11—17.

<sup>31</sup> S. Mazierski: *Charakterystyka i kierunki rozwoju kosmologii przyrodniczej*, „Roczniki Filozoficzne”, 1970, t. XVIII, z. 3, s. 17.

i czasu ich występowania, czyli ich czasoprzestrzenną uniwersalność. Oznacza to, że prawidłowości są niezmiennie ze względu na czas oraz miejsce, czyli występują zawsze wówczas, gdy pojawiają się odpowiednie warunki, opisującym zaś je prawom przysługuje niezmienniczość względem przekształceń polegających na przesunięciu przestrzennym lub czasowym początku układu odniesienia [...]”.<sup>32</sup> Jest to niewątpliwie niezwykle silne założenie. Każdy konkretny sposób ekstrapolacji określonego działu fizyki ziemskiej musi być, przynajmniej w zasadzie, potwierdzalny lub falsyfikowalny, jeśli ma prowadzić do systemu kosmologicznego, zadowalającego pod względem metodologicznym. Sprawdza się w ten sposób nie tylko sam system kosmologiczny, ale i metodę ekstrapolacji.

W kosmologii drugiego rodzaju, tj. stosującej metodę dedukcyjną, wychodzi się od przypisania pewnych ogólnych własności tak przestrzeni jak i czasowi, czyli zakłada się pewne własności Wszechświata. Z założeń tych (oraz z innych — mniej podstawowych) dedukuje się następnie cały system.

Podział teorii kosmologicznych na ekstrapolacyjne i dedukcyjne jest trochę wyidealizowany. W gruncie rzeczy bowiem każda jest po części ekstrapolująca i po części dedukcyjna. Tak zwane kosmologie ekstrapolujące bowiem choćby przez sam fakt stosowania ekstrapolacji fizyki ziemskiej na cały Wszechświat zakładają coś o owym Wszechświecie (wszystkie w praktyce zakładają słuszność tzw. zasady kosmologicznej); oraz w sposób dedukcyjny wyprowadza się na ich gruncie tak istotne przecież obserwabla. Z kolei znowu kosmologie dedukcyjne nie mogą się obejść bez uzupełnienia podstawowych założeń mniej podstawowymi wziętymi (przez ekstrapolację właśnie) z fizyki ziemskiej.

Jak stąd wynika, powinno mówić się jedynie o kosmologiach z przewagą jednej lub drugiej metody, bo wszystkie są typu pośredniego. Pamiętając o powyższej uwadze można kosmologię relatywistyczną i newtonowską (neonewtonowską) uważać za ekstrapolacyjne, natomiast teorię stanu stacjonarnego za dedukcyjną<sup>33</sup>, choć już podejście F. Hoyle’a należałoby uznać za ekstrapolacyjne.<sup>34</sup>

Do dedukcyjnego typu zalicza się zazwyczaj również kinematyczną teorię względności E. A. Milne’a. Na pierwszy rzut oka zaklasyfikowanie to wydaje się w pełni uzasadnione choćby dlatego, że konstruując swój system Milne starał się nie korzystać z żadnych danych empirycznych, nie miał więc co ekstrapolować. Sprawa okazuje się jednak nieco bardziej skomplikowana. Przede wszystkim uderza enigmatyczność wyżej wymienionych sformułowań postawy dedukcyjnej w kosmologii.

<sup>32</sup> J. Such: *O uniwersalności praw nauki*, Warszawa 1972, s. 255.

<sup>33</sup> Por. Bondi: *Kosmologia*, s. 183.

<sup>34</sup> *Ibid.*, s. 198—199.

Kinematyczna teoria względności wydaje się nie mieć ekstrapolacyjnego charakteru. Nie korzysta przecież z żadnych dotychczas wypracowanych teorii naukowych. Czy to, że nie jest kosmologią ekstrapolacyjną, znaczy, że jest kosmologią dedukcyjną? Czy podział teorii kosmologicznych na ekstrapolacyjne i dedukcyjne jest podziałem dychotomicznym? Milne przypisuje pewne własności czasowi, ale czy można powiedzieć, że dedukuje on z nich cały system? Jeśli „dedukować” znaczy „przeprowadzać wyłącznie myślowe operacje”, to odpowiedź będzie pozytywna. Wydaje się jednak, że słowo „dedukować” ma nieco inne znaczenie. Pamiętając o tym, że Milne przeprowadza eksperymenty myślowe, których struktura jest identyczna z eksperymentami mogącymi być (przynajmniej w zasadzie) przeprowadzonymi realnie, można by raczej stwierdzić, że metodą Milne'a była właśnie ekstrapolacja, gdyż uogólniał wyniki poszczególnych eksperymentów myślowych. Jeśli twierdzi się, że konstruuje teorię kosmologiczną i przeprowadzający empiryczne eksperymenty analogiczne do przeprowadzanych w myśli przez Milne'a nie posługuje się metodą dedukcyjną, to nie można tej metody przypisywać i Milne'owi.

Jak widać, trudności z zaklasyfikowaniem kosmologii Milne'a wynikają z pewnej wieloznaczności terminu „dedukcja”. Przy pewnym jego znaczeniu system Milne'a jest systemem dedukcyjnym, przy innym zaś nie. W pracach M. Kokoszyńskiej i K. Ajdukiewicza znaleźć można najbardziej reprezentatywne rozumienie terminu „dedukcja”.

Według M. Kokoszyńskiej dedukcję można rozumieć jako 1<sup>o</sup> sposób wnioskowania i jako 2<sup>o</sup> metodę uzasadniania. W pierwszym przypadku poszczególne kroki wyposażone są w maksimum oczywistości.<sup>35</sup> Oczywistość ta powinna wynikać z semantycznej, a nie syntaktycznej charakterystyki języka, gdyż dotyczy powiązań między przedmiotami. Autorka tak na ten temat pisze: „Dedukcyjny sposób wnioskowania w języku *J* [...] można by wobec tego zdefiniować jako ten sposób wnioskowania, którego każdy krok dokonuje się według jakiejś dyrektywy wnioskowania bezpośrednio analitycznej w języku *J*”.<sup>36</sup> W tym znaczeniu sposób wnioskowania Milne'a nie był dedukcyjny, gdyż zdania kosmologii Milne'a nie były prawdziwe na mocy jedynie reguł języka; do weryfikacji niezbędne było doświadczenie.

Natomiast „dedukcja” jako „metoda uzasadniania” jest rozumiana dwojako: a) zdanie uzasadniane otrzymuje gwarancję prawdziwości tylko

<sup>35</sup> Por. M. Kokoszyńska: *O dedukcji [w:] Logiczna teoria nauki*, Warszawa 1966, s. 158.

<sup>36</sup> *Ibid.*, s. 158. Bezpośrednio analityczna dyrektywa wnioskowania to taka dyrektywa, której niezawodność jest konsekwencją semantycznej charakterystyki danego języka. (Por. *ibid.*, s. 155).

w tym stopniu, w jakim zagwarantowana jest prawdziwość zdań, z których zostało wywnioskowane według dyrektyw analitycznych (może być więc mniej lub bardziej prawdopodobne); b) zdanie uzasadniane otrzymuje specyficzną pewność, staje się zdaniem analitycznym nawet wówczas, gdy poprzednio było syntetyczne.<sup>37</sup>

Nie wydaje się słuszne, aby Milne stosował tę ostatnią metodę uzasadniania swych twierdzeń. Nie uważał on ich bowiem za analityczne, doświadczenie było niezbędne. A czy postępowanie jego jest zgodne z pierwszym określeniem dedukcji rozumianej jako metoda uzasadniania? Wielokrotnie Milne wywnioskowuje twierdzenia swej kosmologii z innych zdań, nie przypisując ani jednym, ani drugim pewności. Jeśli jednak udzielimy odpowiedzi pozytywnej na powyższe pytanie, to wyłoni się problem praw przyrody. Przyjmuje się zazwyczaj, że prawa mogą być tylko zdaniami ściśle ogólnymi.<sup>38</sup> Od czasów J. S. Milla nie przyznaje się charakteru prawa naukowego zdaniom numerycznie ogólnym.<sup>39</sup> Tymczasem przy tak rozumianej metodzie uzasadniania, o jakiej mówi M. Kokoszyńska, nie można w kosmologii Milne'a wywnioskować zdań ściśle ogólnych. Ze skończonego zbioru zdań jednostkowych (a od takich Milne zaczyna, przeprowadzając eksperymenty myślowe) nie można wywnioskować równie prawdopodobnego zdania ściśle ogólnego (co najwyżej będzie to tylko zdanie numerycznie ogólne). Stąd wniosek, że jeśli w kinematycznej teorii względności istnieją prawa, to nie mogą one być uzasadnione dedukcyjnie (w wyżej wymienionym sensie tego słowa). Kosmologia Milne'a charakteryzowałaby się tylko częściowym podejściem dedukcyjnym, bo tak istotne jej elementy jak prawa nie są dedukcyjnie wyprowadzalne.

Natomiast K. Ajdukiewicz nieco inaczej niż M. Kokoszyńska określa wnioskowanie dedukcyjne i system dedukcyjny. Wyróżnia on dedukcję aktualną i dedukcję potencjalną.<sup>40</sup> Dedukcja aktualna czyli zwykle wnioskowanie dedukcyjne polega na tym, że osoba przeprowadzająca to wnioskowanie uznaje zdanie motywujące (przesłankę) i zdanie motywowane (wniosek), przy czym uznanie przesłanki jest motywem uznania wniosku. W przytoczonym przypadku wniosek uznaje się z tym samym stopniem pewności co i przesłanki. W kosmologii Milne'a tego typu rozumowanie nie występuje, gdyż powstrzymuje się on od uznania zdań swego systemu przed jego empiryczną weryfikacją.

<sup>37</sup> *Ibid.*, s. 158—159.

<sup>38</sup> Por. J. Such: *O uniwersalności...*, s. 61—65; oraz S. Mazierski: *Zagadnienie kryteriów uznawania twierdzeń ogólnych za prawa przyrodnicze*, „Roczniki Filozoficzne”, 1973, t. XXI, z. 3, s. 24—25.

<sup>39</sup> Por. J. Such: *Johna Stuarta Milla koncepcja uniwersalności oraz niezawodności praw [w:] Pojęcie prawa nauki w XIX wieku*, Warszawa 1967, s. 29—32.

<sup>40</sup> Por. K. Ajdukiewicz: *Systemy aksjomatyczne z metodologicznego punktu widzenia [w:] Logiczna...*, s. 194—195.

Dedukcja potencjalna w rozumieniu Ajdukiewicza jest taką procedurą myślową, w której nie uznaje się ani przesłanki, ani wniosku, lecz tylko wyraża się skłonność uznania wniosku, gdyby uznana była przesłanka. Wydawałoby się, że właśnie taka była procedura Milne'a podczas konstruowania kinematycznej teorii względności. Uznanie zarówno przesłanek jak i wniosków odkładałby on do czasu empirycznej weryfikacji teorii.

To, czy stosowaną przez niego procedurę można nazwać dedukcją potencjalną, zależy jeszcze od tego, czy przechodzenie od przesłanek do wniosków było u niego przechodzeniem od racji do następstw. W przeciwnym bowiem wypadku wnioskowanie Milne'a należałoby nazwać wnioskowaniem redukcyjnym. Ponieważ Milne zaczynał rozważania od najprostszych jednostkowych stwierdzeń, a kończył na ogólnych prawach, jego system wydaje się być systemem redukcyjnym.

Obok rozpatrzenia sprawy, czy system Milne'a jest systemem dedukcyjnym czy redukcyjnym, należy zbadać, dla jego pełnej charakterystyki, czy jest on systemem asertywnym czy neutralnym. Według Ajdukiewicza system jest asertywny dla danej osoby, jeśli osoba ta uznaje zarówno aksjomaty, jak i wydedukowane z nich twierdzenia. System zaś jest neutralny, jeżeli osoba ta nie uznaje ani zdań należących do systemu, ani ich negacji.<sup>41</sup> Czy kinematyczna teoria względności jest systemem asertywno-redukcyjnym?

Oto jak Ajdukiewicz przedstawia strukturę metodologiczną systemu elektrodynamiki, który jest systemem asertywno-redukcyjnym: „[...] konkretne eksperymenty dostarczają przesłanek; od tych przesłanek dochodzimy przez indukcję do ogólnych praw empirycznych; od tych praw dochodzimy do teoretycznych zasad, które nie są bynajmniej ich następstwami — przeciwnie, są to racje tych praw. Postępując dalej w ten sposób, dochodzimy drogą redukcji do uznania pewnych zasad podstawowych, z których wszystkie podrzędne zasady teoretyczne wynikają — tak że owe podstawowe zasady stanowią aksjomaty systemu, a podrzędne zasady teoretyczne i prawa empiryczne są jego twierdzeniami”.<sup>42</sup>

Wyraźnie widać, że określenie powyższe można stosować i do kinematycznej teorii względności, gdyby nie to, że w przypadku Milne'a punktem wyjścia nie były „konkretne eksperymenty”, jak je nazywa Ajdukiewicz, lecz eksperymenty myślowe. Dlatego właśnie Milne nie uznawał twierdzeń swego systemu, zanim nie porównał ich z obserwowanymi własnościami Wszechświata. Można więc powiedzieć, że podczas konstruowania swego systemu stosował podejście neutralno-redukcyjne albo że do

<sup>41</sup> *Ibid.*, s. 195.

<sup>42</sup> *Ibid.*, s. 197.

czasu weryfikacji jego system był systemem neutralno-redukcyjnym. Na uwagę zasługuje fakt, że Ajdukiewicz wyróżniając systemy asertywno-dedukcyjne, asertywno-redukcyjne i neutralno-dedukcyjne (matematyka) nie wyróżnił systemu neutralno-redukcyjnego. Wydaje się jednak, że ta ostatnia nazwa najbardziej odpowiada charakterystyce kinematycznej teorii względności.

Pozostaje jeszcze do rozpatrzenia problem, czy stosowanie przez Milne'a zasady kosmologicznej nie przemawia przynajmniej częściowo za redukcyjnym charakterem jego teorii. Wiadomo już, że na etapie konstruowania teorii Milne używał zasady kosmologicznej jedynie jako zasady selekcji wyróżniającej, jakie modele (systemy) należy badać. Przy takim ujęciu zasada kosmologiczna niczego o Wszechświecie nie stwierdzała, była jedynie regułą metodologiczną. Gdy jednak skonstruowane już modele uznał on za dobrą reprezentację rzeczywistości, to można powiedzieć, że zasada ta stwierdza (lub zakłada) coś o rozkładzie materii we Wszechświecie. Okazuje się jednak, że tak rozumiana zasada kosmologiczna jest dla Milne'a zasadą ekstrapolacji.

W ujęciu twórcy kinematycznej teorii względności zasada kosmologiczna ma ścisły związek z tzw. zasadą „próbki” (*sample principle*). Ta ostatnia zasada bazuje na założeniu, że obserwowana aktualnie część Wszechświata jest dobrą próbką, tzn. że wybrana na chybił-trafił inna, nieobserwowana część Wszechświata będzie miała podobną charakterystykę, co obserwowana. Opis lokalnych próbek dostępnych lokalnej obserwacji powinien być identyczny. Natomiast zasada kosmologiczna stwierdza, że opis całego Wszechświata jest taki sam niezależnie od tego, gdzie został dokonany (opisów mogą dokonywać jedynie obserwatorzy fundamentalni). Zdaniem Milne'a, zasada próbki jest zasadą kosmologiczną zastosowaną lokalnie, a zasada kosmologiczna jest granicą stosowania zasady próbki nieskończoną ilość razy. Okazuje się więc, że w przypadku zasady kosmologicznej dedukcja i ekstrapolacja nie są rozłączne. Metoda dedukcyjna jest tu sprzężona z ekstrapolacyjną, gdyż warunkiem zasady kosmologicznej jest zasada próbki.

Tak rozumianą zasadę kosmologiczną można stosować empirycznie przez ekstrapolowanie obserwowanej charakterystyki danego fragmentu Wszechświata na inny fragment. Jest to, według Milne'a, poprawna metoda, ale bardzo uciążliwa. Dlatego wolał on do pewnego momentu rozpatrywać abstrakcyjne modele cząstek spełniających zasadę kosmologiczną i dopiero wtedy porównywać ich własności z doświadczeniem.<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Por. Milne: *Relativity...*, s. 123—126.



## РЕЗЮМЕ

Настоящая статья посвящена философским взглядам Э. А. Мильна и их влиянию на кинематическую теорию относительности. Базируясь на простейших предпосылках, английский космолог довольно своеобразным способом сумел реконструировать значительную часть теоретической физики. Конструкция его теории носила индукционный и кумулятивный характер. Несмотря на это, её отличал своего рода априоризм. Он вытекал из метода, которым пользовался Мильн. А именно — он накапливал информацию, собранную исключительно путем мыслительного эксперимента. Эмпирическая верификация наступала лишь после полного построения теории.

## SUMMARY

The aim of the present article is to present the philosophical views of E. A. Milne and their influence upon the kinematic theory of relativity. This English cosmologist managed to reconstruct, in a very ingenious way, the major part of theoretical physics, on the basis of the simplest assumptions. The construction of his theory had inductive and cumulative character, although a kind of apriorism was its main feature. It resulted from the method which Milne applied, namely, he cumulated information collected exclusively during thought experiments. Empirical verification occurred after the complete constructing of the theory.

