

Janusz Mączka

Logiczna baza fizyki

Początek matematycznej działalności A.N. Whiteheada wyznacza opublikowanie *A Treatise on Universal Algebra* w 1898 r. W dziele tym Whitehead podejmuje program uporządkowania podstaw matematyki z perspektywy algebraicznej.¹ Ściśle rzecz biorąc, program ten był jedynie krokiem w kierunku uniwersalizacji algebry. Sam Whitehead zrezygnował z napisania następnego tomu. Również druga próba – podjęta wspólnie z B. Russellem próba uporządkowania podstaw matematyki przy pomocy logiki, zawarta w *Principia Mathematica* – nie osiągnęła zamierzonego celu.² Obie prace pozwoliły jednak Whiteheadowi wypracować narzędzie badawcze, którym posłużył się w następnych dociekaniach. Już podczas redagowania *Principiów* Whitehead myślał o podstawach fizyki. W 1905 r. Whitehead wygłosił obszerny referat w Royal Society i opublikował go w 1906 r. na łamach *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* pod tytułem „On Mathematical Concepts of the Material World” (dalej *MCMW*).³ Whitehead przedstawił w tej pracy pięć *quasi*-aksjomatycznych systemów, które mogłyby charakteryzować ogólne własności świata. Whitehead nazwał je wprawdzie „pojęciami *materialnego świata*” (*concepts of the material world*), ale zgodnie z jego intencją «pojęcia» te należą do czystej logiki, a więc w zasadzie nie odnoszą się do rzeczywistego świata. Mimo to – jak sądzi Whitehead – mogą się one okazać się pożyteczne do badań w dziedzinie fizyki. Whitehead w *quasi*-aksjomatyczny sposób opisuje wzajemne relacje pomiędzy

¹ Bliższe omówienie problemów zawartych w Traktacie por. J. Mączka, „Matematyczne inspiracje filozofii Whiteheada”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, XIX (1996), s. 108–126.

² Rolę, jaką odegrał Whitehead przy pracy nad *Principiami* omawia artykuł J. Mączki zawarty w *Analecta Cracoviensia* 1997 (w druku).

³ A. N. Whitehead, „On Mathematical Concepts of the Material World”, *Philosophical Transaction of the Royal Society of London*, Series A, 205 (1906), s. 465–525.

czasem, przestrzenią oraz różnymi bytami istniejącymi w czasie i przestrzeni. Wiele idei zawartych w tej pracy, wejdzie do jego późniejszych poglądów filozoficznych.

Pojęcie *ogólnej przestrzeni*, czy też *ogólnej różnaitości*, które tak ważną rolę odgrywało w *Traktacie*, w tym artykule nie występuje. Whitehead wprowadza natomiast w *MCMW* pojęcie *relacji wieloczłonowej (polyadic relation)*, które ma umożliwić przedstawienie „pojęć świata materialnego”. Zmiana terminologii sygnalizuje przejście od algebraicznego do logicznego punktu widzenia. Whitehead już w *Traktacie* odwoływał się do logiki symbolicznej Boole’a, logika jednak nie miała tam jeszcze charakteru narzędzia badawczego, lecz spełniała wyłącznie funkcję unifikującą różne systemy. Natomiast w *MCMW* logika jest narzędziem, ale narzędziem sięgającym do fundamentów badanego zagadnienia.⁴

1. ZAGADNIENIE WSTĘPNE *MCMW*

We wstępie do *MCMW* Whitehead stwierdza, że „celem tej pracy jest zapoczątkowanie matematycznego badania różnych możliwych sposobów przedstawiania natury świata materialnego. W takim stopniu, w jakim jej wyniki zostały dokładnie opracowane w matematycznych szczegółach, dotyczy ona możliwych relacji pomiędzy przestrzenią a najbardziej podstawowymi bytami, które (w potocznym języku) stanowią tworzywo świata.”⁵

Punktem wyjścia *MCMW* jest analiza zbioru elementów wchodzących ze sobą w wieloczłonową relację *R*. W rozdziale pierwszym *MCMW* Whitehead definiuje terminy, którymi będzie się posługiwał w swojej pracy. We wstępie zauważa, że w pojęciach świata materialnego, oznaczanych przez niego liczbami III, IV i V, elementy tworzące pole realcji *R* „są «tworzywem» lub częścią tworzywa konstytuującego podlegający ruchowi świat materialny”.⁶ Whitehead poszukuje takiego schematu formalnego, pod który podpadałyby najogólniejsze własności tego świata. Odwołuje się przy tym do trzeciego rozdziału książki H. Poincaré’go *La science et l’hypothese*,⁷ w której autor ten pisze, że właściwe definicje geometryczne nadają się do wyrażenia jakichkolwiek relacji wielokrotnych. Poincaré, analizując różne geometrie, użył do ich klasyfikacji grupowej metody F. Kleina. Klein w wykładzie inauguracyjnym, wygłoszonym w Erlangen w 1872 r., zastosował pojęcie grupy i wiążącego się z nim pojęcia niezmiennika przekształcenia do klasyfikacji geometrii. Każda geometria, według Kleina, jest teorią niezmienników określonej grupy przekształceń. Zdaniem Poincaré’go, wybór geometrii do opisu konkretnej przestrzeni ma charakter konwencjonalny, powinniśmy zatem wybrać najdogodniejszą geometrię,

⁴ Ogólna charakterystyka *MCMW* por. C.H.Jr. Granville, „Whitehead’s Philosophical Response to the New Mathematics”, *Southern Journal of Philosophy*, 7 (1969) s. 343–344.

⁵ *MCMW*, s. 465.

⁶ *MCMW*, s. 465.

⁷ H. Poincaré, *La science et l’hypothese*, Paris 1935, szczególnie ważne są strony 64–67.

a jest nią właśnie geometria Euklidesa. Whitehead podzielał ten pogląd i uważał, że dzięki odpowiedniemu wyborowi definicji, elementy, pomiędzy którymi zachodzi relacja R , zawsze mogą spełniać aksjomaty geometrii Euklidesa. Dlatego też w całej pracy Whitehead w zasadzie nie wychodzi poza geometrię Euklidesa.

Następnym problemem, który musi znaleźć rozwiązanie w tym schemacie, jest problem zmienności świata i łączący się z nim problem definicji prędkości, przyspieszenia oraz czasu. Whiteheadowi potrzebne jest więc abstrakcyjne pojęcie *czasu*. Rodzi się zatem pytanie, czy w ramach czysto formalnego schematu (a o taki właśnie chodzi Whiteheadowi) można umieszczać pojęcie *czasu*? Otóż jeżeli jednak czysto formalne schematy mają kiedyś znaleźć zastosowanie w fizyce, to pojęcie *czasu* musi być odpowiednio wypracowane. Stąd też schematy (pojęcia) proponowane przez Whiteheada mają charakter temporalny. Pierwszy raz pojawia się tu myśl o fundamentalności, choć czysto formalnej, uczasowienia, tak istotnej dla późniejszej filozofii procesu.

W tym miejscu można już zasygnalizować pewien brak, ujawniający się w analizach Whiteheada. Nie ma w nich jasnego rozróżnienia systemu logicznego i jego modelu, syntaktyki i semantyki. Rozróżnienie to zastępowane jest opisem, który jednak nie jest w stanie zastąpić precyzyjnych definicji. Rozróżnienie modeli semantycznych i badania syntaktycznego samego systemu logicznego w dużym stopniu zwiększyłyby przejrzystość pracy Whiteheada, ale do wprowadzenia tego rozróżnienia trzeba będzie poczekać na prace A. Tarskiego.⁸

W dalszej części *MCMW* Whitehead wyraża przekonanie, że pomimo logicznego charakteru tej pracy, ma ona również znaczenie filozoficzne, gdyż precyzuje abstrakcyjne pojęcia *świata materialnego*, a także może mieć pewne znaczenie dla fizyki, gdy trzeba będzie w nowy sposób sformułować prawa fizyczne. Wyraża on jednak wątpliwość, czy fizycy będą chcieli zrezygnować ze znanych im i utartych schematów myślenia na rzecz precyzyjniejszych metod.

2. PODSTAWOWE DEFINICJE *MCMW*

Określenia pojęć *świata materialnego*, które pojawią się w następnych częściach, wymagają wcześniejszego wprowadzenia szeregu definicji pomocniczych. Wszystkim definicjom Whitehead stara się nadać charakter czysto formalny, by zapewnić im możliwie dużą precyzję i spójność, chociaż – jak pokazuje głębsza analiza – posiadają one silne uwarunkowania filozoficzne. Whitehead czyni wprawdzie wiele zastrzeżeń, by uniknąć wyraźnego wprowadzania tez filozoficznych: fundamentalność postawionych problemów nie pozwoli mu jednak uniknąć filozoficznych odniesień.

Aby badać świat materialny, trzeba najpierw przynajmniej ogólnie rozstrzygnąć jak ten świat będzie się rozumieć. Whitehead rozpoczyna więc od definicji *świata*

⁸ Por. A. Tarski, *Pisma logiczno-filozoficzne*. Warszawa 1995, t. I.

materialnego – pierwszej definicji *MCMW*. Pisze mianowicie, że „świat materialny jest to zbiór relacji i elementów (*entities*), które pojawiają się jako elementy pól tych relacji”.⁹ W definicji tej nie mówi się czym są elementy tego świata i jakie relacje go konstytuują. Warto zwrócić uwagę na fakt, że w późniejszej filozofii procesu pojęcie *relacji* również odegra decydującą rolę. Jak wiadomo «budulcem» świata w tej filozofii są „aktualne zaistnienia” (*actual entity*). W filozofii procesu aktualne zaistnienia określa się, jako „ostateczne realne rzeczy, z których zrobiony jest świat”.¹⁰ Mają one strukturę zdarzeniowo-dynamiczną, tj. są pewną ciągle dziejącą się jednością, będącą rzeczywistym zespoleniem ujętych w świecie przedmiotów ponadczasowych oraz modalnych aspektów innych zaistnień.¹¹ Tym, co jest dla nas rzeczywiste, okazuje się ciąg przemijających zaistnień wchodzących w rozmaite relacje, czyli „świat aktualny”. Pojęcie *relacji* staje się więc konstytutywne dla określenia doświadczalnych «elementów» aktualnego świata. Można by powiedzieć, że cała «treść» aktualnego zaistnienia wyczerpuje się w tym, że wchodzi ono w relacje z innymi aktualnymi zaistnieniami. Widać zatem, że Whitehead w późniejszych pracach modyfikuje definicję świata materialnego zaproponowaną w *MCMW*, usuwając z niej elementy, pomiędzy którymi zachodzą relacje. Ponieważ w logice nie da się wprowadzić pojęcia *relacji* bez wcześniej określonych elementów, pomiędzy którymi relacja ma zachodzić, sformułowana definicja aktualnego zaistnienia świadczy o tym, że Whitehead (przynajmniej w wypadku tego pojęcia) odstąpił od sformułowań o charakterze czysto logicznym na rzecz ujęcia filozoficzno-intuicyjnego.

Spośród wielu relacji, które mogą zachodzić między elementami świata materialnego, Whitehead stara się wyodrębnić i bliżej określić te relacje, które należy uznać za fundamentalne. Przy tym zgodnie z drugą definicją „fundamentalnymi relacjami świata materialnego są te relacje tworzące świat, które nie są zdefiniowane przy pomocy innych elementów, lecz są prostymi uszczegółowieniami dokonanymi za pomocą hipotez, wskazujących jakie warunki mają spełniać te relacje”.¹²

Trzecia definicja precyzuje, jak należy rozumieć hipotezy, o których mówi się w definicji relacji fundamentalnych. Whitehead uważa, że hipotezy co do założeń, które mają być spełniane przez relacje fundamentalne, należy uznać za aksjomaty systemu świata materialnego.

Mając określone aksjomaty, Whitehead może już podać logiczną definicję pojęcia *świata materialnego*. Czwarta definicji *MCMW* głosi, że przez pojęcie *świata materialnego* będzie rozumiało się kompletny zbiór aksjomatów wraz z właściwymi definicjami i wynikającymi z nich twierdzeniami.¹³

⁹ *MCMW*, s. 466.

¹⁰ A. N. Whitehead, *Nauka i świat nowożytny*, Kraków 1987, s. 27.

¹¹ Por. J. Życiński, *Teizm i filozofia analityczna*. Kraków 1988, t. II, s. 85–86.

¹² *MCMW*, s. 466.

¹³ Por. *MCMW*, s. 466.

Pierwsze trzy definicje precyzują więc pojęcie relacji. W dalszej części *MCMW* Whitehead powróci do tego problemu, definiując jeszcze różne typy relacji. Przedtem zajmuje się jednak elementami tworzącymi pola relacji fundamentalnych. Piąta definicja brzmi: „Zupełne klasy elementów pól relacji fundamentalnych to klasy istnień ostatecznych (*ultimate existents*)”.¹⁴ Whitehead podkreśla, że techniczny termin „istnienia ostateczne” został wybrany bez przesądzenia z góry, czy posłuży on kiedyś do filozoficznego rozwiązania kwestii relacji istniejących w świecie materialnym.

Istnienia ostateczne (obiekty świata materialnego) muszą – zdaniem Whiteheada – zawierać odniesienie do idei czasu. Nic dziwnego, że Whitehead wprowadza tę ideę. Uważa – za Russellem – że czas jest złożony z chwil (*instants*), chwile zaś należy rozumieć jako jeden z elementów istnień ostatecznych, które charakteryzują każde pojęcie.¹⁵

Poza elementami czasowymi, które są istnieniami ostatecznymi, Whitehead definiuje również te istnienia ostateczne, które nie mają charakteru czasowego. W kolejnej definicji nazywa je „realnościami obiektywnymi” (*objective reals*).¹⁶

Na podstawie przytoczonych definicji można dokonać pewnej ogólnej rekonstrukcji wyłaniającej się struktury. Świat składa się ze zbioru elementów, pomiędzy którymi zachodzą relacje; niektóre z tych relacji są fundamentalne. Te elementy, które są powiązane relacjami fundamentalnymi, to istnienia ostateczne. Wśród istnień ostatecznych są elementy czasowe i elementy, które nie mają charakteru czasowego – realności obiektywne. Whitehead włącza w ten sposób czas w relacyjnie scharakteryzowany świat materialny. Dla pełnego obrazu całej struktury potrzebna jest jeszcze analiza przestrzeni.

Zanim jednak Whitehead ją przeprowadzi, poczyni pewne zastrzeżenia, których w dalszym ciągu – jak zobaczymy – sam nie będzie uwzględniał. Otóż chcąc nadać definiowanym pojęciom możliwie obiektywny charakter, Whitehead stara się z nich wyłączyć postrzegający umysł. Twierdzi więc, że relacja materialnego świata do postrzegającego umysłu nie jest częścią świata przez niego definiowanego. Wyłączenie umysłu postrzegającego ma spełnić jeszcze jedną rolę: poprzez wyłączenie go będzie można uniknąć filozoficznego problemu relacji rozważanych pojęć do tego, co istniejące.¹⁷

Wróćmy do analizy przestrzeni. W tradycyjnie rozumianej geometrii prostymi elementami przestrzeni są punkty, a sama geometria stanowi studium relacji, które zachodzą między tymi punktami (punkty są elementami pól tych relacji). Z kolei materię, nawet gdy jest ona ciągła, można rozumieć jako złożoną z cząstek (*particles*).

¹⁴ *MCMW*, s. 467.

¹⁵ Tamże, s. 467.

¹⁶ Por. *MCMW*, s. 467.

¹⁷ *MCMW*, s. 467.

Mając punkt i cząstkę, możemy wprowadzić relację wiążącą te elementy. Whitehead mówi, że jest to relacja „zajmowania miejsca”, czyli znajdowania się przez cząstkę w danym punkcie. Nie jest to jednak relacja dwuczłonowa, lecz trójczłonowa (triadyczna), czyli zachodzi ona między cząstką materialną, punktem przestrzennym i momentem czasowym. Tak określona relacja wystarczy do scharakteryzowania tzw. klasycznego pojęcia świata materialnego. Klasa istnień ostatecznych tak pojętego świata składa się właśnie z trzech rozłącznych podklas elementów: cząstek materialnych, punktów przestrzennych i momentów czasowych. Z logicznego punktu widzenia charakterystyka ta jest poprawna. Rzeczywiście jest tak, że jeśli coś jest cząstką, to tym samym nie jest ani momentem (chwilą), ani punktem. Jedynym czynnikiem wiążącym te elementy może być pewna relacja. Problem struktury świata u Whiteheada sprowadza się więc do problemu relacji. Co więcej, uważa on, że klasyczne pojęcie *świata materialnego* jest podstawą dla trzech nauk: dynamiki, charakteryzującej cząstkę materialną, geometrii, analizującej punkty w przestrzeni oraz chronologii, zajmującej się teorią czasu.

Klasyczne pojęcie *świata materialnego* już na poziomie konstrukcyjnym jest podobne do niewiele późniejszego pojęcia *czasoprzestrzeni*. W 1909 r. H. Minkowski dokonał formalnego zabiegu unifikacji czasu i przestrzeni i tym samym zgeometryzował program zapoczątkowany przez A. Einsteina. U Minkowskiego współrzędne przestrzenne i czasowe unifikują się w pojęciu zdarzenia. U Whiteheada brak jest jeszcze tego pojęcia. Uważa on, że tym, co powinno unifikować czas, przestrzeń i materię, jest triadyczna relacja. Wprawdzie Whitehead chce przezwyciężyć pojawiające się trudności stosując „swoiste opisy”, ale prowadzą one do coraz bardziej skomplikowanych konstrukcji matematyczno-logicznych. Zasadniczy problem, któremu Whitehead musi stawić czoło, polega na tym, że do opisu oddzielnie traktowanych pojęć czasu i przestrzeni stosuje on język abstrakcyjny. Język ten stosunkowo łatwo poddać regułom logicznym, ale trudno oczekiwać, by dzięki temu tylko, że jest poprawny logicznie, spełniał on warunek korespondencji z opisywaną rzeczywistością fizyczną. Mówiąc krótko, formalny opis czasu i przestrzeni nie wytrzyma konkurencji z geometrycznym opisem *czasoprzestrzennym*, dającym się łatwiej konfrontować z empirią. Wydaje się, że zaciąży to ujemnie również na późniejszych pracach Whiteheada.

Przeciwieństwem klasycznego pojęcia *świata materialnego* jest pojęcie *świata* zaproponowane przez G. W. F. Leibniza.¹⁸ Istotna różnica pomiędzy tymi pojęciami uwidacznia się, zdaniem Whiteheada, już w punkcie wyjścia i polega na tym, że Leibnizowska koncepcja świata opiera się na relacyjnej koncepcji przestrzeni. Leibnizowskie ujęcie sugeruje modyfikację realnych obiektywności: z triadycznej

¹⁸ Z myślą Leibniza zaznajomił się Whitehead dzięki książce L. Couturata *La Logique de Leibniz, d'après des documents inédits*, Paris 1901 r. Wspomina o tym w „Autobiographical Notes”, *Science and Philosophy*, New York 1948, s. 16.

struktury eliminuje rozróżnienie na punkt i cząstkę. Koncepcja Leibniza – jak utrzymuje Whitehead – choć pojęciowo bardzo abstrakcyjna, nigdy dotychczas nie została odpowiednio sformalizowana.

Whitehead powołuje się tu na Russella, który – zdaniem Whiteheada – dokonał wnikliwej krytyki propozycji Lebniza.¹⁹ W *MCMW* Whitehead nie zajmuje jednak żadnego stanowiska wobec propozycji Lebniza. Celem jest tylko znalezienie takich pojęć *świata*, które nie są niezgodne z percepcją zmysłową.

W kolejnej definicji Whitehead wskazuje, jakie pojęcia *świata materialnego* będzie nazywać „monistycznymi”, a jakie „dualistycznymi”. Dualistyczne są takie pojęcia, które wprowadzają rozróżnienie na cząstkę i punkt; monistyczne są takie, które nie wprowadzają takiego rozróżnienia. Na gruncie takich definicji, klasyczne pojęcie *świata materialnego* jest dualistyczne, natomiast propozycja Leibnizowska jest monistyczna. Whitehead stosuje brzytwę Ockhama i opowiada się za pojęciem monistycznym. W przytoczonym w dalszej części pracy III i V pojęciu *świata materialnego* Whitehead powróci do Leibnizowskiego monizmu. Obiektywnymi realnościami będą wtedy albo punkty, albo cząstki. Zmiana pola relacji musi wpłynąć na zmianę samej relacji. Zdaniem Whiteheada, pojęcie III i V prowadzi jednak do problemów z czasem.

Whitehead uważa, że problemy te można usunąć przez bliższe określenie relacji czasowej w obrębie tzw. czystej chronologii. Relacja czasowa jest podobna do relacji porządkującej ciąg ujemnych i dodatnich liczb rzeczywistych.

Ósma definicja *MCMW* wskazuje konwencję, polegającą na oznaczaniu klasy chwil literą *T*. Whitehead wprowadza następnie termin „relacja esencjalna”; relację tę oznacza przez *R*. Każde pojęcie *świata materialnego* implikuje pewne własności geometryczne i relacja *R* charakteryzuje te własności. A zatem wszystkie własności geometryczne danego pojęcia *świata materialnego*, będą definiowane za pomocą jednej wielocłonowej relacji esencjalnej. Pole tej relacji składa się (w zależności od rozważanego pojęcia *świata materialnego*) z rozmaitych elementów.

Oprócz relacji esencjalnych Whitehead wyróżnia również relacje zewnętrzne. W pojęciach *świata materialnego* I, II i IV wystąpi nieskończona liczba tych relacji. Chodzi o relacje określające położenie cząstek. Natomiast w pojęciach III, IV i V triadyczna relacja zewnętrzna będzie określać kinetyczny „układ odniesienia” służący do pomiaru prędkości.

Dla każdego pojęcia *świata materialnego* relacje czasowa, esencjalna i zewnętrzna są relacjami fundamentalnymi. Zanim podamy charakterystykę poszczególnych pojęć

¹⁹ Chodzi tu o dzieło B. Russella, *A Critical Exposition of the Philosophy of Leibniz*, Londyn 1900. Na Sympozjum zorganizowanym na Uniwersytecie Harvarda z okazji jego siedemdziesiątych urodzin Whitehead przyznał, że czas, jaki poświęcił logice i nauczaniu matematyki, nie pozwolił mu na przeczytanie wielu dzieł filozoficznych. Nigdy nie przeczytał np. ani jednej strony Hegla. Por. A. Parmentier, *La Philosophie de Whitehead et le Problème de Dieu*, Paris 1968, s. 23, przypis 5.

świata materialnego, zatrzymamy się jeszcze krótko przy pojęciu *geometrii*. Klasyczna koncepcja świata materialnego określa geometrię na gruncie dualistycznych relacji esencjalnych. W konsekwencji, pojęcia *świata materialnego* I i II, opracowane na podstawie klasycznych postulatów, w większym stopniu odróżniają fizykę od geometrii niż ma to miejsce w innych pojęciach. Ogólnie Whitehead stwierdza, że „twierdzeniem geometrycznym jest każde twierdzenie, które odnosi się do (1) relacji esencjalnej, (2) dokładnie jednej chwili czasu oraz (3) jest prawdziwe dla każdej chwili”.²⁰

Konstrukcja każdego pojęcia świata materialnego przechodzi przez cztery etapy logiczne. Pierwszy etap to definiowanie tych elementów, które można zdefiniować za pomocą pojęć relacji fundamentalnych. Definicje te są logicznie niezależne od aksjomatów dotyczących fundamentalnych relacji, chociaż mogą być przez te aksjomaty motywowane. Drugi etap polega na dedukcji tych własności elementów, które wypływają nie z aksjomatów, lecz z przyjętych definicji. W trzecim etapie wyróżnia się tę grupę aksjomatów, które definiują świat materialny. Na czwartym etapie przy pomocy dedukcji wyprowadza się twierdzenia z przyjętych aksjomatów.²¹ Whitehead uważa, że z psychologicznego punktu widzenia można naruszyć ten porządek: lepiej jest np. rozpocząć od etapu drugiego i czwartego, ponieważ wykazują one większy związek z percepcją zmysłową. Jednakże w *MCMW* Whitehead więcej uwagi poświęca etapowi pierwszemu i trzeciemu; etap drugi i czwarty spełniają raczej funkcję wyjaśniającą.

Przytoczone wyżej definicje oraz wyjaśnienia mają charakter przygotowawczy. Tok rozważań, który prowadzi do skonstruowania określonego pojęcia *świata materialnego* jest następujący. Zaczyna się on od wyróżnienia relacji esencjalnej (R), ważnej dla danego pojęcia, a zachodzącej pomiędzy określoną liczbą elementów. Następnie podaje się definicje elementów, tworzących pole tej relacji, oraz definicję samej relacji R . W poszczególnych wypadkach modyfikacji może ulegać albo definicja elementów, albo definicja relacji R . Teraz przeprowadza się rozumowania dedukcyjne, których wynikiem będzie zbiór zdań opisujący świat materialny. Whitehead z naciskiem podkreśla, że wyniki jego analiz nie zależą od żadnej przyjmowanej *a priori* doktryny filozoficznej. W szczególności antynomie odkryte w podstawach logiki nie mają żadnego znaczenia dla tych wyników, gdyż są one niezależne od teorii klas. Whitehead zaznacza również, że żadne z rozważań zawartych w *MCMW* nie zależy od przyjętej symboliki logicznej. Symbolikę tę należy jedynie traktować jako formę wypowiedzi, dzięki której możliwe staje się wprowadzenie skrótów i zwiększenie stopnia precyzji wywodów.

²⁰ *MCMW*, s. 469. Warto tu zrobić pewną uwagę, która nie będzie mieć konsekwencji dla dalszych rozważań, a jest jedynie ukazaniem pewnej logicznej niekonsekwencji Whiteheada. Widzieliśmy, że przy definiowaniu relacji esencjalnej odwoływał się on do własności geometrycznych, które są przez tę relację określane. Teraz natomiast uważa, że za geometryczne należy uznać takie twierdzenie, które zawiera relacje esencjalne.

²¹ Por. *MCMW*, s. 469–470.

3. POJĘCIE ŚWIATA MATERIALNEGO

3.1 Pierwsze pojęcie świata materialnego

Każde z proponowanych pojęć *świata materialnego* ma swoją szczególną charakterystykę (por. tabelę załączoną na końcu rozdziału). Uchwycenie tej specyfiki wymaga jednak pewnych przygotowań. Charakterystyka pierwszego pojęcia *świata materialnego* została poprzedzona zdefiniowaniem pojęcia punktowego jako takiego pojęcia *świata materialnego*, w którym klasa obiektywnych realności składa się z punktów lub cząstek. Punktowym pojęciem *świata materialnego* jest I pojęcie klasyczne,²² a także pojęcie II i III.

Pierwsze pojęcie *świata materialnego*, czyli pojęcie klasyczne, jest pojęciem dualistycznym, a klasa obiektywnych realności obejmuje punkty przestrzenne i cząstki materialne. Pole relacji esencjalnej (definiującej geometrię) zawiera tylko punkty przestrzenne. Whitehead uważa, że jest możliwa taka modyfikacja relacji esencjalnej, by można było otrzymać geometrię nieeuklidesową, ale w dalszym ciągu nie rozważa tej możliwości. Jeśli chodzi o aksjomatykę, to Whitehead idzie tropem pracy O. Veblena z 1904 r.²³ dokonując jednak pewnych modyfikacji zawartych tam propozycji. Whitehead (odpowiednio modyfikując symbolikę, by lepiej ukazać jej rolę) pomija przy tym zagadnienie niezależności aksjomatów, któremu Veblen poświęca wiele uwagi. Nie będąc skrępowany warunkiem niezależności, Whitehead upraszcza niektóre definicje i aksjomaty. Ostatecznie relacja esencjalna jest określona jako relacja trójczłonowa. Można ją zapisać w postaci $R(abc)$; co należy czytać: „Punkty a , b , c pozostają w liniowym porządku”.²⁴ Po zbadaniu formalnych własności relacji esencjalnej oraz po sformułowaniu aksjomatów, Whitehead przechodzi do scharakteryzowania relacji zewnętrznych.

Klasyczne pojęcie *świata materialnego* nie obejmuje niezmienności w czasie, gdyż dotyczy ono tylko przestrzeni. Trudno jest jednak wyobrazić sobie świat bez zmienności. Wprowadzenie zmienności do klasycznego pojęcia *świata materialnego* – zdaniem Whiteheada – burzy jego porządek. Ponieważ chwile nie są elementami pola relacji esencjalnej, relacja czasowa i relacja esencjalna nie pozostają ze sobą w żadnym związku. Zaiśniała trudność można jednak rozwiązać w ten sposób, że w klasie obiektywności realnych, wyróżni się poza klasą punktów także klasę cząstek, rozumianych jako elementy pola relacji zewnętrznych.²⁵ Każda taka relacja zewnętrzna jest relacją trójczłonową, zachodzącą między cząstką, punktem prze-

²² Por. *MCMW*, s. 475.

²³ O. Veblen, „A System of Axioms for Geometry”, *Transaction of American Mathematics Society*, 15 (1904).

²⁴ Por. *MCMW*, s. 476.

²⁵ W analizie zewnętrznych relacji w klasycznym pojęciu świata materialnego Whitehead powołuje się na Russella. Por. B. Russell, *Principles of Mathematics*, cz. I, par. 440.

strzennym i chwilą. Z założenia, że każda cząstka wchodzi w jedną tylko relację zewnętrzną, otrzymujemy prosty wniosek, że żadna cząstka w tym samym czasie nie może zajmować dwóch różnych miejsc. Whitehead tę własność materii wiąże z jej nieprzenikliwością. Można więc powiedzieć, że klasyczne pojęcie *świata* jest nie tylko dualistyczne, ale i dopuszcza tak wiele zewnętrznych relacji, jak wiele jest elementów klasy cząstek.²⁶

3.2 Drugie pojęcie *świata materialnego*

Drugie pojęcie *świata materialnego* jest monistycznym wariantem pojęcia klasycznego. Pojęcie to zostało zasugerowane przez Russella w *Principles of Mathematics*.²⁷ W klasycznym pojęciu *świata* cząstki występują jako argumenty relacji trójczłonowej. Jeśli teraz usuniemy cząstki i przekształcimy relacje zewnętrzne w dwuczłonowe relacje pomiędzy punktami przestrzennymi i chwilami, to okaże się, że klasyczne pojęcie nie uległo istotnej zmianie. Wprowadzenie cząstki w pierwszym pojęciu Whitehead uważał za zabieg, który miał podsunąć naszym zmysłom element poznawczy. Warto zwrócić uwagę, że w drugim pojęciu *świata materialnego* dwuczłonowa relacja zachodząca pomiędzy punktem i chwilą jest bliskim analogonem punkto-chwili (zdarzenia) z teorii względności.²⁸

3.3 Trzecie pojęcie *świata materialnego*

Trzecie pojęcie *świata materialnego* jest również monistycznym wariantem pojęcia klasycznego. Whitehead uważa, że otrzymuje się je poprzez odrzucenie tradycyjnego poglądu o statyczności punktu. Ten abstrakcyjny zabieg znany jest w geometrii jako konstrukcja krzywej w przestrzeni. Stosowali go już Grecy, ale nie interesowali się oni realnym odniesieniem krzywej. Whitehead zaś chciałby, żeby właśnie pojęcie *świata materialnego* z poruszającym się punktem mogło w razie potrzeby odnosić się do realnej rzeczywistości.

Trzecie pojęcie *świata materialnego* można otrzymać w jeszcze inny sposób. Zamiast punktów można rozważać cząstki. Whitehead odwołuje się tu do idei poruszającego się i wypełniającego całą przestrzeń eteru. Każdą cząstkę eteru można by mianowicie traktować jako element klasy obiektywnych realności. Z perspektywy późniejszej fizyki widać, z jaką trudnością boryka się Whitehead. W geometrii znany jest zabieg transformacji układu współrzędnych. Transformacja ta może być rozumiana pasywnie, gdy punkt jest statyczny, a zmienia się układ współrzędnych, oraz aktywnie, gdy nieruchomy jest układ współrzędnych, a zmienia się położenie punktu. Geometryczne rozróżnienie: punkt w ruchu – układ w spoczynku, punkt w spoczynku

²⁶ Por. *MCMW*, s. 465–480.

²⁷ Por. B. Russell, *Principles...*, cz. I, par. 441.

²⁸ Por. *MCMW*, s. 480.

– układ w ruchu, nie znalazło w fizyce zastosowania. Wiązało się to konsekwencjami fizykalnego pojęcia *względności ruchu*. Whitehead, kierując się racjami ontologiczno-logicznymi, starał się jednak to rozróżnienie zachować.

Whitehead określa: Relacja esencjalna na gruncie trzeciego pojęcia *świata* jest czteroczłonowa $R(a,b,c,t)$: trzy punkty a , b i c pozostają w liniowym porządku w danej chwili czasu t . Ponieważ punkty poruszają się, w innej chwili mogą wystąpić w innym porządku. W każdej chwili relacja esencjalna wyznacza pewną geometrię i jest to geometria euklidesowa, przy czym w różnych chwilach porządek punktów może wygenerować inne stosunki geometryczne. Warto zwrócić uwagę na fakt, że Whitehead nie nakłada na ruch punktów żadnych warunków związanych z ciągłością. W Whiteheadowskich pojęciach *świata materialnego* nie zakłada się żadnej topologii (choć Whitehead robi niekiedy luźne uwagi na temat ciągłości).

Brak ten częściowo uzupełnia relacja zewnętrzna wprowadzona w trzecim ujęciu. Wprowadzenie jej zagwarantuje możliwości porównywania prostych i płaszczyzn w danej chwili z podobnymi liniami i płaszczyznami w innej chwili. Pojawia się bowiem pytanie, kiedy możemy powiedzieć, że punkt zajmuje to samo miejsce w różnych chwilach? Aby odpowiedzieć na to pytanie, Whitehead określa czwórczłonową relację zewnętrzną $S(u,v,w,t)$: trzy proste u , v i w przecinają się pod kątami prostymi w chwili t . Proste te odgrywają rolę układu odniesienia w różnych chwilach, co pozwala identyfikować obiekty geometryczne w przestrzeni w różnym czasie. Zdaniem Whiteheada, wielką zaletą trzeciego pojęcia *świata materialnego* jest to, że wymaga ono tylko jednej relacji zewnętrznej. Dzięki temu – jak sądzi – może być wyjaśnione przez pojęcie ruchu. Whitehead, powołując się na dziewiętnastowieczne powiedzenie, że „ruch jest istotą materii”, uważa, iż trzecie pojęcie *świata* jest formalnym rozwinięciem tego powiedzenia. Podstawą odróżnienia jednego punktu od drugiego mogą być tylko różnice w ich ruchu.

Na zakończenie Whitehead podaje dwa możliwe warianty trzeciego pojęcia, oznaczając je jako IIIa i IIIb. Kryterium rozróżnienia stanowi tożsamość cząstek realnej obiektywności. Pojęcie IIIa pozostaje w zgodzie teorią wirów Kelvina.²⁹ Cząstka jest tu tożsama ze sobą i podlegając ruchowi zmienia swoje położenie, ale nie zmienia swej identyczności. W pojęciu IIIb nie zmienia się objętość, natomiast

²⁹ Teorię wirów przedstawił Kelvin w 1867 r. Związana była ona z wyjaśnieniem atomistycznej struktury materii. Według niej poszczególne atomy (cząstki) można traktować jako układ komórek o wirującej zawartości. Por. P. Duhem, *Ewolucja mechaniki*, Warszawa 1904, s. 127. W 1861 r. J. C. Maxwell, stosując różne modele mechaniczne, zaproponował jako wyjaśnienie zjawisk elektromagnetycznych model teorii wirów w eterze. Wiry eteru są oddzielone od siebie kulistymi cząstkami wirującymi wokół swej osi (jak kulki w łożyskach). Wirom molekularnym poświęcona jest w szczególności cz. I pracy Maxwella z lat 1861–62, *O fizycznych liniach sił*.

możliwa jest zmiana porządku cząstek wewnątrz danej objętości. Jeśli przyjmiemy ciągłość ruchu cząstki jako całości, to za pomocą tej ciągłości można zdefiniować identyczność cząstki w danej chwili.³⁰

3.4 Czwarte pojęcie *świata materialnego*

Dotychczas rozważane pojęcia *świata materialnego* opierały się na typowo punktowym, klasycznym pojęciu *świata*. Następne pojęcia *świata materialnego* odchodzą od punktowości, zastępując ją linearnością. Realności obiektywne – przynajmniej te, w skład których wchodzi czas – mają teraz własności, dzięki którym możemy je przedstawić jako linie proste, rozważane w całej ich rozciągłości i traktować jako pojedyncze elementy. Whitehead nazywa je linearnymi realnościami obiektywnymi. Z punktu widzenia fizyki linearne realności obiektywne można uważać za linie sił, które są fundamentalne dla określenia struktury świata. Geometria staje się wówczas nauką analizującą zbiory liniowe i ich własności.³¹ Ta charakterystyka musi jednak stawić czoła pewnej trudności. Linie sił mogą posiadać końce, natomiast liniowe obiekty rzeczywiste nie posiadają końców: są nieskończone. Te nieskończone linie proste odgrywają rolę «punktów». Wszystkie rozważane obiekty linearne są Leibnizowskie, tj. nie są «wypełnione» materią.

Obiekty linearne występują w czwartym (IV) i piątym (V) pojęciu *świata materialnego*. Pojęcie czwarte ma dwa warianty: IVa i IVb.

Pojęcie IVa jest dualistyczne, gdyż na jego gruncie poza linearnymi realnościami obiektywnymi, wyróżnia się klasę cząstek. Każda cząstka związana jest w każdej chwili z pewnym «punktem», tj. z pewną klasą linearnych realności obiektywnych.

Pojęcie IVb jest monistycznym wariantem pojęcia IVa. Triadyczną relację zewnętrzną zachodzącą między chwilami, cząstkami i punktami, występującą w pojęciu IVa zastępujemy tutaj diadyczną relacją zewnętrzną, zachodzącą między punktami i chwilami.

Porównując pojęcia IVa i IVb z pojęciami I i II, Whitehead stwierdza, że jedyna różnica między tymi pojęciami polega na zamianie «obektu» punktowego na «obekt» linearny. Co więcej, w obu parach (I i II, IVa i IVb) występuje ta sama trudność – nieskończona liczba relacji zewnętrznych. Dopiero pojęcie V jest pojęciem linearnym, mającym podobnie jak pojęcie III, jedną zewnętrzną relację.

³⁰ Por. *MCMW*, s. 480–482.

³¹ Fizyczna charakterystyka linearnych realności obiektywnych do pewnego stopnia przypomina dzisiejszą teorię strun. Whiteheadowska idea, zawarta w czwartym pojęciu *świata materialnego*, może stanowić przykład rodzenia się problemów powstających na styku geometryczno-fizycznego opisu świata.

W pojęciu IV do określenia ruchu wymagana jest czteroczłonowa relacja zewnętrzna (podobnie jak w pojęciu III). Trzy przecinające się linie proste prostopadle tworzą „układ odniesienia w danej chwili (w innej chwili «osie kinetyczne» mogą być zupełnie inne)”.³²

Relacja esencjalna dla pojęć IV i V jest analogiczna. Jest to mianowicie relacja pięcioczłonowa $R(a, b, c, d, t)$: „ a przecina b, c i d w porządku bcd w chwili t ”.³³ Przy pojęciu IV polem tej relacji są klasy chwil i liniowe obiekty realne, a przy pojęciu V polem są zupełne klasy istnień ostatecznych.

Powstaje pytanie, co na gruncie pojęcia IV należy rozumieć przez materię. Poszczególne «punkty» mogą bowiem nie zachowywać tożsamości od chwili do chwili. Materię należy raczej utożsamić z pewnymi elementami objętości. «Punkty» w danej objętości mogą się zmieniać od chwili do chwili, ale sama objętość zachowuje tożsamość.

3.5 Piąte pojęcie *świata materialnego*

Pojęciu temu Whitehead poświęcił stosunkowo najwięcej miejsca w *MCMW*. Piąte pojęcie *świata materialnego* jest linearne i monistyczne. Whitehead wykorzystuje w nim uprzednio opracowane formalnie pojęcia interpunktu i wymiaru.³⁴ Punkty są rozumiane jako klasy rzeczywistości obiektywnych; ulegają one dezintegracji od chwili do chwili (tak samo jest w wypadku pojęcia IV). Cząstki mogą mieć skomplikowane struktury, a zatem nadają się do reprezentowania cząstek fizycznych. Pojęcie V jest Leibnizowskie i wymaga jednej relacji zewnętrznej, podobnie jak pojęcie III. Relacja esencjalna jest pięcioczłonowa $R(a, b, c, d, t)$ (została ona omówiona w paragrafie 3.4). Geometria trójwymiarowa jest w tym pojęciu wyróżniona. Whitehead odwołując się do uprzednio opracowanej teorii wymiaru dowodzi, że w geometria nie może być tu mniej niż trójwymiarowa. Punkty w nieskończoności, nazwane przez Whiteheada „kogradientnymi”, mają te same własności co inne punkty; odgrywają one ważną rolę w technicznej definicji porządku. Na gruncie tego pojęcia Whitehead chce mieć możliwość mierzenia prędkości i przyspieszenia. Odpowiednio określona relacja zewnętrzna daje taką możliwość: co więcej – okazuje się, że jest ona podobnie określona jak w pojęciach III i IV.

Czym jest cząstka (materia) w piątym pojęciu *świata materialnego*? Ponieważ punkty ulegają dezintegracji od chwili do chwili, powstaje ta sama trudność co w pojęciu IV, ale zarazem pojawia się możliwość uchylenia tej trudności bez odwoływania się do tożsamości elementów objętości. Bogata struktura wewnętrzna

³² *MCMW*, s. 491.

³³ *MCMW*, s. 484.

³⁴ Por. *MCMW*, s. 484–488, 507.

POJĘCIA ŚWIATA MATERIALNEGO

	I	II	III	IVa	IVb	V
	klasyczne	klasyczne	Leibnizowskie	klasyczne	Leibnizowskie	Leibnizowskie
	dualistyczne	monistyczne	monistyczne	dualistyczne	monistyczne	monistyczne
	punktowe	punktowe	punktowe	linearne	linearne	linearne
realności obiektywne	punkty i cząstki	punkty	punkty lub cząstki	linie, cząstki	linie, cząstki	linie, cząstki
pole relacji esencjalnej	punkty	punkty	klasyczne punktowe obiekty	klasy chwil	liniowe obiekty	zupełnie klasy ostatecznych istnień
relacja esencjalna (definiująca geometrię)	trójczłonowa: pomiędzy punktami	podobnie jak w I	czteroczłonowa pomiędzy punktami (3) i chwilą	pięciodzłonowa pomiędzy liniami (4) i chwilą	pięciodzłonowa pomiędzy: liniami (4) i chwilą	
relacja zewnętrzna	wiele relacji trójczło- nowych: punkt, cząstka, chwilą, w zależności od elementów klasy cząstek	wiele relacji niezmienny w czasie	jedna relacja czteroczłonowa; trzy proste przecinają się pod kątemi prostymi w chwili t	wiele relacji trójczłonowych dla IVa, diadyczna dla IVb, dla określenia ruchu cztero- członowa	jedna relacja cztero- członowa podobnie jak w pojęciu III	
zmiennosc	punkt niezmienny w czasie	punkt niezmienny w czasie	punkt w ruchu IIIa tożsamość cząstki	deintegracje punktów od chwili do chwili		

sugeruje Whiteheadowi utożsamienie jednych punktów z elektronami ujemnymi, a innych – z dodatnimi.³⁵ Cząstki materii, interpretowane jako elementy objętości, składałyby się z dodatnich i ujemnych elektronów, które mogłyby ulegać rozpadowi. Whitehead nie analizuje tej sprawy w sposób wystarczająco ścisły, poprzestając jedynie na zasugerowaniu dalszych kierunków badań.³⁶

Whitehead kończy swoje rozważania nad V pojęciem *świata* uwagą o tym, że pożądana byłaby możliwie prosta hipoteza dotycząca ruchu obiektywnych rzeczywistości oraz związanych z nimi «elektrycznych punktów» (elektronów). Ma on nadzieję, że z takiej hipotezy monistycznej w prosty sposób mogłyby wynikać wszystkie prawa związane z elektromagnetyzmem i grawitacją, a w przyszłości wszystkie prawa fizyki. Byłoby to zupełne pojęcie *świata materialnego* i musiałoby ono zawierać założenie, że tylko jedna klasa elementów tworzy świat. W konsekwencji, własności przestrzeni i fizyczne zjawiska zachodzące w przestrzeni stałyby się własnościami tej jednej klasy elementów. Tego rodzaju pierwotna klasa elementów, w której zawarte byłyby własności przestrzeni i własności fizycznych zjawisk w przestrzeni, ostatecznie likwidowałaby dualizm. Idealnym rozwiązaniem byłaby taka struktura, w której na podstawie własności tych elementów dałoby się sformułować najbardziej ogólne aksjomaty. Aksjomaty te dawałyby możliwość otrzymania wszystkich praw fizyki. W konsekwencji powstałaby możliwość wydedukowywania geometrii z praw fizyki, a nie zakładanie geometrii przez prawa fizyki. Whitehead kończy *MCMW* opinią, że „w ten sposób prawa te [prawa fizyki] nie zakładałyby geometrii, lecz ją stwarzały”.³⁷

4. PRÓBA OCENY

1. Praca *MCMW* stanowi ważny etap w rozwoju naukowym Whiteheada. Whitehead, nie tracąc z oczu możliwości wykorzystania logiki w badaniach podstaw matematyki (na co wskazują jego prace logiczne), w *MCMW* stara się użyć jej do konstrukcji podstaw fizyki. Wprawdzie wielokrotnie zastrzega się, że jego praca ma charakter czysto formalny, jednakże nie ukrywa nadziei, że może zostać kiedyś wykorzystana w rekonstrukcji podstaw fizyki.

Schematy pojęciowe zaproponowane w *MCMW*, które Whitehead nazywa „pojęciami *świata materialnego*” (sama ta nazwa jest bardzo znacząca), mają być – zgodnie z jego intencją – konstrukcjami logicznymi, spośród których fizycy wybiorą właściwy schemat i wypełnią go fizyczną treścią. Logiczny charakter tych schematów sprawia, że będą one wolne od paradoksów i trudności pojęciowych, z jakimi borykała się fizyka drugiej połowy XIX w.

³⁵ Por. *MCMW*, s. 524.

³⁶ Por. *MCMW*, s. 524.

³⁷ *MCMW*, s. 525.

2. W *MCMW* można się dopatrzeć inspiracji filozoficznych. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że «kontekst odkrycia» zawiera tutaj bardzo dużą składową filozoficzną. Wprawdzie Whiteheadowskie pojęcia *świata materialnego* mają charakter czysto formalny, ale ich filozoficzna geneza uwidacznia się nawet w terminologii stosowanej przez Whiteheada, który chętnie mówi o pojęciach monistycznych i dualistycznych, o relacjach esencjalnych, czy o Leibnizowskich schematach pojęciowych.

Innym elementem wyraźnie filozoficznym, obecnym w *MCMW* jest pewna teoria epistemologiczna (która w tym okresie nie była jeszcze przez niego *explicite* sformułowana). Formalne schematy pojęciowe powinny być – zdaniem Whiteheada – tak skonstruowane, by odpowiadały temu, co jest dostępne naszej percepcji zmysłowej. W związku z tym Whitehead nie przyjmuje takich rozwiązań, które nie są powszechnie uznane za zgodne z naszym poznaniem zmysłowym.

3. Wprawdzie Whitehead w swoich późniejszych pracach filozoficznych nie powołuje się na *MCMW*, jednak związek między tym artykułem a jego późniejszymi dziełami zdaje się nie ulegać wątpliwości. Są w nim obecne pewne idee, które dostarczyły filozoficznych inspiracji do sformułowania pięciu pojęć *świata materialnego* i potem – mimo że Whitehead porzucił samą koncepcję pojęć – weszły w skład jego systemu filozoficznego.

4. Jak powiedzieliśmy wyżej, Whitehead wyraźnie ma w polu widzenia przyszłe wykorzystanie swoich schematów pojęciowych w fizyce. Jest on świadom trudności fizyki XIX w. i wyraźnie się do nich w *MCMW* odnosi, wspominając np. o kwestii względności i absolutności ruchu, o problemie elektryczności i eteru, a także o zagadnieniach związanych z „elektronową budową materii”. Wielu fizyków podówczas uważało, że problemów tych nie da się rozwiązać bez analizy podstaw fizyki klasycznej. Do autorów takich należeli między innymi E. Mach, H.L. Helmholtz i H. Poincaré. Whitehead, w pewnym sensie, poszedł dalej niż ci autorzy, dokonując nie tyle analizy podstaw fizyki klasycznej, ile raczej projektując nowe schematy pojęciowe dla przyszłych teorii. Nawet schemat klasycznego pojęcia *świata materialnego* jest nie tyle analizą podstaw fizyki klasycznej, ile logiczną rekonstrukcją niektórych jej aspektów.

5. Ciekawym pomysłem Whiteheada jest idea ze schematu V – zinterpretowania punktów z wewnętrzną strukturą jako elektronów. Pamiętać należy, że hipoteza elektronowej budowy materii była podówczas nowością naukową. Pomysł punktów o wewnętrznej strukturze podsunęła Whiteheadowi geometria rzutowa, w której rolę punktów odgrywają proste, posiadające z punktu widzenia geometrii euklidesowej pewną strukturę (mają np. długość). Wprawdzie pomysł ten nie znalazł początkowo oddźwięku w fizyce, ale odżył (niezależnie od Whiteheada) w fizyce współczesnej, w której wewnętrzne stopnie swobody cząstek elementarnych często przedstawia się w postaci rozciągniętych obiektów geometrycznych, np. włókien nad danym punktem w odpowiednich przestrzeniach włóknistych.

6. Prowadzone w *MCMW* analizy skłaniają do porównania metody Whiteheada z metodą Einsteina, który także pragnął rozwiązać trudności XIX-wiecznej fizyki. Metoda Whiteheada była czysto spekulatywna, chociaż poddana rygorom logiki. Metoda Einsteina była natomiast operacyjna. Einstein nie pytał, jakie schematy pojęciowe mogłyby *a priori* odpowiadać rzeczywistości światu. Napotykając trudności typu pojęciowego, Einstein pytał, jakie wielkości fizyczne są związane z danymi pojęciami. Jakie operacje należy wykonać, aby zmierzyć te wielkości? W III pojęciu *świata materialnego* Whitehead rozpatruje, jako różne, dwie sytuacje: jedną, gdy punkt materialny porusza się w spoczywającym ośrodku, i drugą gdy punkt spoczywa, a porusza się ośrodek. Z operacyjnego punktu widzenia sytuacje te są nierozróżnialne (ruch jest względny). Względność ruchu wymaga nie wyróżniania różnych opisów ruchu, lecz poszukiwania niezmienników tych opisów, tj. takich wielkości, które nie zmieniają się, gdy zmienia się ich opis. U Whiteheada nie znajdujemy śladu metody niezmienników. Nie trzeba dodawać, że paradoksy fizyki XIX w. zostały usunięte ostatecznie przy pomocy Einsteinowskiej metody operacyjnej, podczas gdy spekulatywna metoda Whiteheada pozostała bez wpływu na dalszy rozwój fizyki.

7. Przy końcu swej pracy Whitehead czyni wyraźną aluzję do tego, co dziś nazywa się „teorią wszystkiego”. Whitehead mówi o prostej hipotezie, z której wynikałyby wszystkie prawa elektromagnetyczne i prawa grawitacji.³⁸ Mówi o zupełnym pojęciu *świata materialnego* (*complete concept*), w którym występowałyby tylko „jedna klasa elementów tworzących wszechświat”.³⁹ Zdania opisujące własności przestrzeni również można byłoby wydedukować ze zdań opisujących relacje pomiędzy tymi elementami. Ten ostatni postulat stanowił również dla Einsteina motyw do stworzenia ogólnej teorii względności. Einstein nazwał go „zasadą Macha” i początkowo sądził, że jego teoria tę zasadę urzeczywistnia. Potem jednak okazało się, że OTW jest jedynie „częściowo Machowska”,⁴⁰ tj. że materia obecna w modelu modyfikuje geometrię czasoprzestrzeni, ale jej nie wyznacza całkowicie. Whitehead nie znając jeszcze pojęcia *czasoprzestrzeni*, mówi jedynie o geometrii przestrzeni. Treść odpowiadająca zasadzie Macha u Whiteheada jest jedynie programem do wykonania.

8. Whitehead wygłosił referat będący podstawą *MCMW* w 1905 r., czyli w tym samym roku, w którym powstała Einsteinowska szczególna teoria względności. Należy przypuszczać, że po zapoznaniu się z pracą Einsteina Whitehead zrozumiał, że bez odwołania się do niej nie sposób uporać się z trudnościami dotychczasowej fizyki. Whitehead nie przyjął jednak bez zastrzeżeń teorii Einsteina⁴¹

³⁸ Tamże, s. 525.

³⁹ Tamże, s. 525.

⁴⁰ Por. M. Heller, *Fizyka ruchu i czasoprzestrzeni*, Warszawa 1993.

⁴¹ Por. A. N. Whitehead, *The Concept of Nature*, Cambridge 1920. Whitehead uważa np., że „oparcie filozofii przyrody na naturze światła jest założeniem bezpodstawnym” (s. 195).

i powrócił do związanej z nią problematyki w swoich późniejszych pracach: *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*⁴² i *The Principle of Relativity*.⁴³ Tymczasem jednak poświęcił się wraz z Russellem badaniom nad logicznymi podstawami matematyki.

⁴² A. N. Whitehead, *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*, Cambridge 1919, 1925.

⁴³ A. N. Whitehead, *The Principle of Relativity, with Applications to Physical Science*, Cambridge 1922.