

Stanisław Kiczuk

Stosowalność logik wielowartościowych w teoriach fizykalnych w ujęciu Z. Zawirskiego

Studia Philosophiae Christianae 10/2, 101-130

1974

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

STANISŁAW KICZUK

**STOSOWALNOŚĆ LOGIK WIELOWARTOŚCIOWYCH
W TEORIACH FIZYKALNYCH W UJĘCIU
Z. ZAWIRSKIEGO¹**

1. Warunki stosowalności logiki formalnej w fizyce. 2. Adekwatność zastosowania trójwartościowej logiki Łukasiewicza (L_3) do teorii komplementarności Nielsa Bohra. 3. Możliwość zastosowania logiki trójwartościowej w fizyce według innych autorów. 4. Zakres stosowalności praw logiki.

Od czterdziestu lat wśród ukazujących się w świecie prac logiczno-filozoficznych, odnotowujemy raz po raz prace poświęcone możliwości stosowania logik wielowartościowych w nowych teoriach fizykalnych. Wywołane jest to m.in., że środowisko kulturowe, w którym rozwija się współczesna nauka, dąży do nadania ważnym odkryciom naukowym wyglądu przewrotu, nie tylko w pojęciach ludzi o tej lub innej dziedzinie rzeczywistości, ale przewrotu w samych logicznych podstawach nauki².

Należy przypomnieć, że pierwsza publikacja dotycząca stosowania logiki wielowartościowej w teoriach fizyki była pracą Zygmunta Zawirskiego (1882—1948)³. Zawirski był również pionierem probabilistycznego podejścia do logiki wielowarto-

¹ Artykuł stanowi fragment większej pracy.

² Por. W. H. Watson, *Understanding Physics Today*, Cambridge 1967, 2.

³ Por. Z. Zawirski, *Próby stosowania logiki wielowartościowej do współczesnego przyrodoznawstwa*. „Sprawozdania Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk”, 5 (1931), 40—42.

ciowej. Zdaniem N. Reschera dorobek Zawirskiego jest mniej znany niż na to zasługuje⁴.

Treść tej pracy dotyczyć będzie możliwości stosowania systemów logiki trójwartościowej w fizyce w ujęciu Zawirskiego, z uwzględnieniem zagadnień z tym związanych. W szczególności wyeksplikuje się poglądy naszego autora związane ze stosowalnością trójwartościowej logiki Łukasiewicza (Ł 2) w teorii komplementarności N. Bohra. Podejmię się próbę odpowiedzi głównie na następujące pytania: Co według Zawirskiego jest warunkiem stosowalności różnych możliwych, niesprzecznych systemów logiki formalnej w fizyce? Co zdaniem autora system logiki daje teorii fizycznej? Ukażą się skrótowo również nowsze i najnowsze poglądy innych autorów dotyczące zasygnalizowanej problematyki. Pozwoli to na lepszą ocenę dorobku Zawirskiego. W celu pełniejszego scharakteryzowania jego poglądów przedyskutowano również zagadnienie uniwersalności praw logiki. Należy nadmienić, że praca dotyczyć będzie aplikacji w przyrodoznawstwie systemu logiki trójwartościowej, który nasz filozof traktował topologicznie (nie będziemy zajmowali się zagadnieniem stosowalności w teoriach fizyki logiki wielowartościowej traktowanej metrycznie).

1. Warunki stosowalności logiki formalnej w fizyce

Logika i fizyka są dla Zawirskiego odrębnymi dyscyplinami naukowymi. Częścią rdzenną logiki współczesnej jest dla niego, podobnie jak i dla innych autorów, logika formalna, którą nazywa logistyką albo logiką matematyczną.

Ukazując różnice między logiką tradycyjną a współczesną Zawirski zwraca uwagę na fakt, że logika współczesna potrafi ująć swoje tezy, będące prawami niezawodnego wnioskowania, w systemy dedukcyjne. Istnieje możliwość zbudowania różnych systemów dedukcyjnych zmiennych zdaniowych. Moż-

⁴ Por. N. Rescher, *Many-valued Logic*, New York, St. Louis 1969, 15, 188.

na również na kilka sposobów budować systemy dedukcyjne teorii zmiennych nazwowych⁵.

Zawirski zdaje sobie sprawę z tego, że w logice współczesnej obok systemów dedukcyjnych klasycznego rachunku logicznego występują systemy dedukcyjne logik wielowartościowych lub konstrukcje zwane logikami wielowartościowymi, zbudowane matrycowo. Systemy dedukcyjne logiki nie mogą być bliżej nieokreślonymi algorytmami. Razi naszego autora stosowanie nazwy „logika” do teorii sformalizowanej, gdzie nie mówi się o prawdziwości ani fałszu. Matryce logik wielowartościowych winny zawierać w sobie przypadki ustalone przez matryce logiki dwuwartościowej. Ale to jeszcze nie wystarcza. Zawirski żąda, aby matryce implikacji były normalne, tzn. implikacja nie może mieć wartości równej jeden, jeżeli taką wartość ma tylko poprzednik, a następnik ma wartość niższą. Jego zdaniem można stworzyć bardzo wiele matryc całkiem fantastycznych, które określałyby zbiór jakiś formuł, ale nie mogłyby zasługiwać na miano logiki⁶.

Systemy logiczne wielowartościowe, respektujące wyżej wymieniony postulat matryc, są równouprawnione na terenie logiki formalnej z systemami dwuwartościowej logiki zdań, chociaż najwygodniej jest — zdaniem autora — używać logiki klasycznej. Muszą to być jednak systemy niesprzeczne, czyli spełniające metalogiczną zasadę niesprzeczności. Nie może być w nich dwóch takich formuł, z których jedna jest negacją drugiej⁷. Wielowartościowe systemy logiczne mogą różnić się liczbą tez i nie zawierać wszystkich tez systemów zdaniowych logiki dwuwartościowej, chociaż wyznaczniki wnioskotwórczych prawidłowości są tego samego kształtu w systemie logicznym wielowartościowym, co i w systemie logicznym dwuwartościowym.

⁵ Por. Z. Zawirski, *Logika teoretyczna*, Kraków 1938, 19, 21, 80—81.

⁶ Zawirski rozważa możliwość stosowania w przyrodoznawstwie logiki, a nie bliżej nieokreślonych algorytmów.

⁷ Por. Z. Zawirski: Recenzja E. T. Bella, *The Search for Truth*, London 1935, „Kwartalnik Filozoficzny”, 13 (1936), 169.

Zawirski zastanawiając się nad możliwością stosowania wielowartościowych systemów logicznych w przyrodoznawstwie, ma na myśli gotowe systemy oraz takie, które można skonstruować⁸. Stwierdza on, że system logiki staje się w chwili, gdy jest stosowany, częścią wiedzy empirycznej, lecz odmiennie od praw empirycznych izolowanych może być odrzucony lub uznany jako całość⁹. Autor dodaje również, że twierdzenia logiki przez stosowanie ich do świata nie tylko przestają być nic nie mówiącymi o rzeczywistości tautologiami, ale stają się hipotezami przyrodniczymi, które o tej rzeczywistości mówią bardzo wiele, bodaj czy „rzeczy nie najważniejsze”¹⁰.

Stanowisko wobec zagadnienia, czy dany system logiki może być stosowany w odpowiedniej teorii fizykalnej, zajął Zawirski prawdopodobnie pod wpływem studiów nad ogólną teorią względności. Wszystko bowiem co mówił o możliwości stosowania logiki, jest konsekwencją tego, co utrzymywał w odniesieniu do stosowania matematyki.

Dla Zawirskiego eksperyment ma decydować o tym, jaką własność topologiczną lub metryczną trzeba przypisać przestrzeni¹¹. Innymi słowy dynamika materii rozstrzyga, jaką geometrię należy stosować w danym obszarze świata¹². W związku z arytmetyką i analizą matematyczną, które tak jak systemy logiki stają się częścią fizyki, nasz autor zaznaczył, że tylko eksperyment może decydować o potrzebie aksjomatu nieskończoności albo ciągłości.

A zatem doświadczenie ma decydować o tym, który z systemów logicznych należy uważać za najlepszy w danej dziedzinie¹³. Zgodność z doświadczeniem to najogólniej wyrażony wa-

⁸ Zawirski bierze pod uwagę tylko takie systemy logik wielowartościowych, które mają jedną wartość wyróżnioną.

⁹ Por. Z. Zawirski, *Science et philosophie*, Varsovie 1937, 2.

¹⁰ Por. Z. Zawirski, *W sprawie syntezy naukowej*, „Przegląd Filozoficzny”, 39 (1936), 351.

¹¹ Por. Z. Zawirski, *Science...*, 10.

¹² Por. Z. Zawirski, *Refleksje filozoficzne nad teorią względności*. „Przegląd Filozoficzny”, 23 (1920), 361.

¹³ Por. Z. Zawirski, *Science...*, 9.

runek stosowalności systemów logiki formalnej w przyrodoznawstwie.

Podobny pogląd na nauki aprioryczne i ich rolę w badaniu rzeczywistości żywił J. Łukasiewicz. Według niego badania empiryczne wykażą kiedyś, czy przestrzeń jest nieeuklidesowa i czy związek jednych faktów z drugimi odpowiada logice dwuwartościowej czy jakiejś wielowartościowej¹⁴.

Różnica między autorami polegałaby na tym, że Zawirski widzi możliwość jednoczesnego stosowania różnych systemów logik do wiązania jednych faktów z drugimi, w różnych dziedzinach rzeczywistości, a Łukasiewicz mówił o jednym systemie logiki.

2. Adekwatność zastosowania trójwartościowej logiki Łukasiewicza (\mathcal{L}_2) do teorii komplementarności Nielsa Bohra

Z chwilą pojawienia się logik wielowartościowych niektórzy autorzy usiłowali określić możliwości stosowania ich w filozofii. Zawirski natomiast, który był również twórcą systemu logiki wielowartościowej, postawił sobie za zadanie rozpatrzenie szans stosowalności do przyrodoznawstwa zarówno logiki trójwartościowej Łukasiewicza z r. 1920, którą symbolicznie oznacza przez \mathcal{L}_2 ¹⁵, jak i systemu przez siebie skonstruowanego.

¹⁴ Por. J. Łukasiewicz, *Logistyka a filozofia*, „Przegląd Filozoficzny”, 39 (1936), 129.

¹⁵ Por. J. Łukasiewicz, *O logice trójwartościowej*, „Ruch Filozoficzny”, 5 (1920), 170—171.

Oto charakterystyka systemu \mathcal{L}_2 , w którym terminami pierwotnymi są implikacja i negacja:

a) matryce negacji:

p	1	0	1/2
$\sim p$	0	1	1/2

b) Matryca implikacji:

p \ q	1	1/2	0
1	1	1/2	0
1/2	1	1	1/2
0	1	1	1

Nasze wywody w tym artykule dotyczyć będą tylko pierwszego zagadnienia, tzn. systemu logiki \mathcal{L}_2 . System ten, jak stwierdza Zawirski czyni dużą wyrwę w logice klasycznej. Brakuje w nim m.in. prawa niesprzeczności, wyłączonego środka oraz prawa, które symbolicznie można zapisać w sposób następujący: $\sim(p \equiv \sim p)$ i $[ps (q \equiv \sim q)] s \sim p$. Nie mieszczą się w nim również niektóre prawa używane w dowodach nie wprost. Wszystko to prowadzi naszego autora do zwątpienia w możliwość stosowania praw tej logiki w matematyce.

Jako filozof fizyki obserwował to, co działo się w przyrodoznawstwie w pierwszych trzech dziesiątkach lat naszego stulecia. Wydawały mu się dziwne i zagadkowe relacje nieoznaczoności Heisenberga, teoria komplementarności Nielsa Bohra oraz opinia fizyków, iż wszystkie prawa przyrody, zwłaszcza prawa mikrokosmosu — z wyjątkiem może takich praw, jak prawo zachowania energii — mają charakter prawdopodobny¹⁶.

W teorii komplementarności Bohra dopatrywał się możliwośći zastosowania logiki \mathcal{L}_2 ¹⁷. Teorie: korpuskularną i falową uważał za równouprawnione i dotyczące tego samego obiektu. W jego mniemaniu pozostają one względem siebie w relacji sprzeczności¹⁸. Tego nie można zrozumieć, stwierdza Zawirski, na podstawie logiki dwuwartościowej. W każdym bowiem systemie teorii dedukcji fungują m.in. tezy zwane prawami niesprzeczności, wyłączonego środka oraz prawo zaprzeczające

c) Definicja alternatywy:

$$p \vee q \text{ df } (p \supset q) \supset q$$

d) Zdaniem złożonymi (tautologiami) będą te zdania, które przy wszelkich dopuszczalnych wartościach zmiennych zdaniowych przyjmują wartość logiczną 1.

¹⁶ Por. Z. Zawirski, *Les logiques nouvelles et champ de leur application*, „Revue de Metaphysique et de Morale”, 39 (1932), 512.

¹⁷ Teorię komplementarności Bohra lepiej jest nazywać zasadą komplementarności. W tekście będziemy używać, zgodnie z Zawirskim, wyrażenia „teoria komplementarności”.

¹⁸ Por. Z. Zawirski, *Siódmy Międzynarodowy Kongres Filozoficzny w Oxfordzie*, „Kwartalnik Filozoficzny”, 6 (1929), 83.

równoważność dwu zdań sprzecznych. Zawirski podkreśla również to, że teoria komplementarności, uznająca równoważność dwu zdań sprzecznych, została zbudowana jako konsekwencja formuł Heisenberga¹⁹. Stojąc na stanowisku logiki dwuwartościowej, należałoby uznać te formuły za fałszywe w myśl zasady, że twierdzenie, z którego wynika para zdań sprzecznych, musi być fałszywe. A przecież żaden fizyk w słuszną konsekwencję formuł Heisenberga nie wątpi. Są one dostatecznie usprawiedliwione teoretycznie i mocno ugruntowane w doświadczeniu.

Zawirski zauważa więc, że wnosząc według pewnych schematów logicznych logiki klasycznej dochodzi się w teorii komplementarności do wniosków, które trzeba uznać za fałszywe. Ponieważ systemy aprioryczne zastosowane do rzeczywistości stają się, według naszego autora, częścią wiedzy przyrodniczej, która wymaga weryfikacji empirycznej, doszedł on do wniosku, że nie może być mowy o stosowaniu logiki dwuwartościowej do tej dziedziny rzeczywistości, której dotyczy teoria komplementarności, gdyż wymowa faktów jest wtedy inna²⁰. System logiki stosowanej w jakiejś dziedzinie ma dostarczyć takich schematów (praw logicznych), aby wnosząc według nich nie przejść od prawdziwych przesłanek do fałszywych wniosków²¹. Zawirski był przekonany, że ukazał schematy logiki dwuwartościowej, które w odniesieniu do teorii komplementarności są podważane przez fakty doświadczenia²². Jego

¹⁹ Do takiego stwierdzenia Zawirski mógł dojść chyba tylko biorąc pod uwagę ten moment, że stała Plancka, wsympująca w relacjach Heisenberga, występuje również w opisach aspektu korpuskularnego mikrocząsteczki. Obecnie przyjmuje się, że zasada komplementarności Bohra mówi to samo co zasada Heisenberga, chociaż mniej matematycznym, a za to bardziej obrazowym sformułowaniu. Zasada komplementarności nie ogranicza się do fizyki atomowej, lecz ma znaczenie także w biologii, nawet w psychologii. Zob. J. Rayski, *Czas, przestrzeń, kwanty*, Warszawa 1964, 114.

²⁰ Teorię komplementarności Zawirski ogranicza do fizyki atomowej.

²¹ O tym, czy przesłanki (zdania nauki) są prawdziwe, decyduje uczone. Logika zdań zajmuje się związkami między zdaniami ze względu na ich prawdziwość.

²² Zasady Heisenberga, jako usprawiedliwione w doświadczeniu, uważał za „dane” doświadczenia.

zdaniem doświadczalne podważenie choćby jednego prawa logiki dwuwartościowej decyduje o odrzuceniu całego systemu jej praw w danej dziedzinie²³.

Chcąc uniknąć wszystkich tych trudności, stwierdza Zawirski, należy stosować do tej dziedziny rzeczywistości, którą opisuje i wyjaśnia teoria komplementarności Bohra, system logiki trójwartościowej \mathcal{L}_2 . W tym systemie prawa: $\sim(p \wedge \sim p)$, $p \vee \sim p$, $\sim(p \equiv \sim p)$, $[ps (q \equiv \sim q)] s \sim p$ nie są obowiązujące. W konkluzji stwierdza on, że logika trójwartościowa daje sposób zrozumienia teorii komplementarności. Rozwiązanie to pociąga za sobą konsekwentnie uznanie, że obraz falowy i korpuskularny są tylko możliwe, a nie prawdziwe²⁴.

Rozumowanie naszego autora dotyczące warunków stosowalności logiki \mathcal{L}_2 do teorii komplementarności N. Bohra potwierdza jego ogólną zasadę, że o wyborze logiki w danej dziedzinie decyduje doświadczenie. Zdaniem obserwacyjnymi, które miałyby decydować o możliwości stosowania logiki \mathcal{L}_2 będą te, które usprawiedliwiają zasady nieoznaczoności Heisenberga, oraz te, przez które są usprawiedliwiane sprzeczne, według Zawirskiego, teorie falowa i korpuskularna, wyjaśniające jedno i to samo zjawisko.

W późniejszej twórczości Zawirski miał wątpliwości, czy teoria falowa i korpuskularna dotyczą tych samych szczegółów w realnym podłożu zjawisk i czy są przez to sprzeczne²⁵. Nigdy jednak zdecydowanie nie zmienił swego stanowiska, zajętego w roku 1931.

²³ Por. Z. Zawirski, *Science...*, 10.

²⁴ Por. Z. Zawirski, *Les logiques nouvelles...*, 513.

²⁵ Naszym zdaniem Zawirski mówił o sprzeczności tam, gdzie należało mówić tylko o przeciwieństwie. Teorie są sprzeczne, gdy jedna orzeka coś, czemu druga przeczy. W innych przypadkach niezgodności sprzeczność nie zachodzi. Rozważał on również możliwość istnienia przedmiotów sprzecznych. Podejmując rozważania tego typu nawiązywał wyraźnie do Łukasiewicza. Ten ostatni zaś doszedł do konkluzji, że nigdy z pewnością nie możemy orzec, czy nie istnieją przedmioty niesprzeczne konstrukcyjne i niezależnie od nas istniejące. Zob. Z. Zawirski: Recenzja E. T. Bella, *The Search...*, 170.

Obecnie zasadę komplementarności N. Bohra przedstawia się tak, że obie teorie: falowa i korpuskularna są konieczne do opisu materii i promieniowania. Nie ma podstaw do preferowania jednej z nich. W pewnych doświadczeniach posługujemy się teorią falową, np. aby przewidzieć wynik dyfrakcji. Inne doświadczenia wymagają korzystania z teorii korpuskularnej, np. do obliczenia energii w zjawisku fotoelektrycznym. Doświadczenie potwierdza dualizm falowo-korpuskularny promieniowania i materii. Cząstki elementarne posiadają dwa niesprowadzalne do siebie aspekty: falowy i korpuskularny. Są to jakby dwie strony tego samego przedmiotu, nieuchwytnie w poznaniu jednocześnie²⁶, wbrew temu co twierdził Zawirski.

Obecnie więc uznaje się, że teorie falowa i korpuskularna, dotyczące tego samego obiektu, nie są sprzeczne. Stąd wniosek, że autor nasz niewłaściwie interpretował teorię komplementarności Bohra. Trzeba zatem odrzucić jego pomysł dotyczący stosowalności systemu logiki L_2 w tej teorii. Przesłanki, które on uważał za prawdziwe, nie mogą otrzymać tej kwalifikacji. Nie stanowi to jednak rozstrzygnięcia, czy przypadkiem nie istnieje możliwość stosowania tej logiki w innej dziedzinie rzeczywistości, w innej teorii przyrodniczej.

Zawirski poszukiwał także możliwości stosowania w naukach empirycznych innych systemów logik trójwartościowych, np. logiki Brouwera. W tej ostatniej również nie obowiązują wszystkie prawa dwuwartościowej logiki zdań. Wszystko to wskazuje, że nasz autor był zwolennikiem tezy, iż prawa logiki nie są uniwersalne. Nieuniwersalność logiki traktuje Zawirski jako podział świata na sfery, z których pewne realizują

²⁶ Por. L. de Broglie, *The Revolution in Physics*, New York 1956, 18, 47.

²⁷ Nieuniwersalność logiki można rozumieć inaczej. Fakt znalezienia w tej samej teorii logicznej różnych praw myślenia dowodzi, że logika nie jest uniwersalna w następującym sensie: różne sytuacje poznawcze mogą wymagać różnych praw logicznych.

prawa logiczne, a inne ich zaprzeczenia²⁷. Stanowisko to podziela ją również inni autorzy²⁸.

Jaki był motyw usilnych poszukiwań możliwości zastosowania systemu logiki \mathbb{L}_2 ? Wydaje się, że głównie motywem tych wysiłków było usprawiedliwienie potrzeby, przydatności tego systemu i innych systemów logiki wielowartościowej w jakiejś nauce empirycznej. Te różne systemy logik wielowartościowych oceniano jako nieprzekładalne jeden na drugi, a jednocześnie jako równouprawnione z logiką dwuwartościową. Doświadczenie miało decydować o wyborze jednej z nich.

Nasuwa się pytanie, jaką rolę przypisywał Zawirski systemowi logiki formalnej w teoriach fizyki? Rekonstruując i eksplikując jego poglądy na ten temat, weźmiemy pod uwagę przede wszystkim stanowisko autora związane z możliwością stosowania logiki \mathbb{L}_2 , jak również inne, bardziej teoretyczne, programowe jego wypowiedzi. Według Zawirskiego logika formalna jest nauką ogólną i decyduje o strukturze nauk oraz o sposobie, w jaki pojedyncze nauki uzasadniają swoje twierdzenia. Na III Polskim Zjeździe Filozoficznym (1936) mówił on o możliwości zbudowania systemu wiedzy dotyczącej wszystkich przedmiotów realnych (systemat wiedzy o wszechświecie, łącznie z metafizyką). Zawirski nie wyklucza udziału intuicji w budowie takiego systemu²⁹. Dodaje jednak, że dane intuicyjne są nieraz chwiejne, a nawet sprzeczne z sobą, przeto zachodzi potrzeba ujęcia przeświadczeń intuicyjnych w system aksjomatyczny, gdyż wtedy dopiero można mieć pewność, że wie się samemu, co się chce powiedzieć, i że jest się dobrze rozumianym przez innych.

Myśl o intuicji jaśniej wyraża Łukasiewicz³⁰ (z czym niewątpliwie zgodny jest Zawirski) pisząc, że intuicja wkracza na wszystkich frontach myśli ludzkiej tam, gdzie rozciąga się

²⁸ Por. P. Destouches-Février, *La structure des théories physiques*, Paris 1951, 83—87.

²⁹ Por. Z. Zawirski, *W sprawie syntezy...*, 348.

³⁰ Por. J. Łukasiewicz, *W obronie logistyki*. „*Studia Gnesnensia*”, 15 (1937), 18.

przed nami teren nie zdobyty przez naukę, nie prześwietlony racjonalną myślą, ciemny, czyli taki, na który nie wkroczyło myślenie dyskursywne wraz z całym aparatem logistyki, by zdobyć intuicji, która łatwo może się mylić, skontrolować, uporządkować, zracjonalizować.

Mając na uwadze powyższe wypowiedzi można stwierdzić, że naszemu filozofowi chodziło o teorię fizykalną definitywnie zdobytą dla nauki. Wykrycie odpowiedniego systemu logiki (wśród innych równouprawnionych, a często różniących się liczbą tez) dla teorii fizykalnej to ukazanie struktury międzyzdaniowej tej teorii³¹.

W omawianym przypadku prawa logiki L_2 miałyby służyć za narzędzia kontrolne rozumowań teorii Bohra. Logika ta w przypadku teorii Bohra zostałaby uświadomiona, zidentyfikowana. Struktura międzyzdaniowa teorii Bohra byłaby uboższa od struktury innych teorii, w których poszczególne wyrażenia typu zdaniowego byłyby związane w oparciu o prawa dwuwartościowej logiki zdań.

Ogólnie można powiedzieć, że zidentyfikowanie systemu logiki ułatwiłoby formalne wyrażenie teorii i dopomogło do jej zaksjomatyzowania i sformalizowania. W systemach sformalizowanych bowiem dowodem formuły B opartym o zbiór aksjomatów X jest ciąg formuł A_0, A_1, \dots, A_k , gdzie $A_k \equiv B$. Każda formuła A_i ($i = 0, \dots, k$) jest bądź formułą ze zbioru X, bądź szczególnym przypadkiem prawa logicznego, bądź też powstaje z poprzednich przez zastosowanie jednej z reguł wnioskowania. Potrzebna jest więc znajomość systemu logiki, na którym teoria fizykalna, chcąc być formalizowaną, jest nadbudowana. Dla każdej teorii zidentyfikowanie systemu logiki byłoby logicznym sprawdzeniem wywodów naukowych, gdyż nie wolno poprzestać na własnych, naturalnych czy narzuconych poczuciach ścisłości.

³¹ Ujęć bardziej wewnętrznych i ilościowych dostarcza teorii fizykalnej matematyka.

Zdaniem Zawirskiego logika trójwartościowa daje sposób rozumienia teorii komplementarności Bohra. Spróbujmy wyeksplikować tę myśl autora.

Powyższa wypowiedź nie oznacza, że autor swoją wiedzę dotyczącą teorii Bohra uważał za niedoskonałą subiektywnie w punkcie wyjścia. Dla niego ta teoria do chwili wykazania, iż związek jednych faktów naukowych (teoretycznych) z innymi, których ona dotyczy, odpowiada logice L_2 , była niedoskonała obiektywnie, gdyż nie znano dobrze jej struktury. Zawirski występuje jako rzecznik dobrze uporządkowanej teorii fizykanej. Chce, aby wyrażenia teorii pozostawały w odpowiedniej relacji do siebie, do rzeczywistości oraz do twórcy i odbiorcy teorii. Prace naszego filozofa można również nazwać w pewnym sensie poszukiwaniem modelu interpretacyjnego dla danej dziedziny obiektów, poszukiwaniem formalnej imitacji tej dziedziny.

Tak pojęta możliwość stosowania logiki formalnej jest zgodna z tym, co pisze na ten temat T. Czeżowski³². Dla Czeżowskiego każda nauka ma logiczną strukturę, tzn. że w jej skład wchodzi zdania zbudowane według logicznych schematów zdaniowych i wiążą się z sobą w łańcuchy rozumowań i teorie według logicznych stosunków międzyzdaniowych. Każda nauka jest interpretacją teorii logicznych (teorii zdań, teorii orzeczników, teorii relacji, teorii prawdopodobieństwa), z których czerpie zasady budowania swoich zdań i zasady dokonywujących się w niej rozumowań. Interpretacja teorii logicznych w nauce polega na tym, że powiązania zdań nauki realizują się drogą podstawiania za zmienne w teoriach logicznych, stanowiących zasady rozumowania, wyrażań należących do nauki, w której odbywa się rozumowanie³³.

Mówiąc językiem Czeżowskiego logika L_2 dostarczyłaby te-

³² Por. T. Czeżowski, *Filozofia na rozdrożu* (Analizy metodologiczne). Warszawa 1965, 178—183.

³³ Tamże, 179.

orii fizykalnej zasad rozumowań³⁴. Za zmienne zdaniowe twierdzeń logicznych, które stanowią owe zasady rozumowania, należałoby wstawiać wyrażenia zdaniowe należące w jakiś sposób do teorii komplementarności Bohra. Zawirski nie nazywa jednak czynności podstawiania za zmienne logiczne wyrażen należących do nauki interpretacją teorii logicznej. Znany jest naszemu autorowi termin „interpretacja”, ale nie używa go w tak szerokim sensie, jak Czeżowski. O interpretacji systemu logiki zdań według Zawirskiego można mówić wtedy, gdy terminy stałe logiki potraktuje się jako zmienne, za które można podstawić nowe wyrazy stałe z zakresu jakiejś nauki³⁵. Znane jest również Zawirskiemu pojęcie interpretacji jednej teorii w drugiej, jako pewnego stosunku między tezami i stałymi tych teorii³⁶.

Z powyższych rozważań można wyciągnąć następujące wnioski:

a) stosować logikę formalną do fizyki — według Zawirskiego — znaczy dostarczyć powiązań tezom nauki (logika daje strukturę międzyzdaniową teorii naukowej).

b) Rozpatrywane jest stosowanie w teoriach fizykalnych logiki dwuwartościowej lub jakiegoś systemu logiki wielowartościowej.

c) Dopuszczalne są, według Zawirskiego, systemy logiki wielowartościowej bez praw niesprzeczności, wyłączonego środka itp. (np. system logiki trójwartościowej \mathbb{L}_2).

d) Warunkiem stosowalności tego lub innego systemu logiki w teorii fizykalnej jest zgodność systemu apriorycznego

³⁴ Można również powiedzieć, że logika \mathbb{L}_2 dostarczałaby narzędzi kontrolnych rozumowań, o ile teoria została zbudowana za pomocą logiki naturalnej. Nie zmienia to w niczym roli, jaką spełnia system \mathbb{L}_2 w teorii fizykalnej.

³⁵ Por. Z. Zawirski, *Logika teoretyczna...*, 72.

³⁶ Por. Z. Zawirski, *Metoda aksjomatyczna...*, 1 (1922), 516, 519. Termin „interpretacja” może występować jeszcze w innych znaczeniach. Zob. A. A. Zinowiew, *Filozoficzne problemy logiki wielowartościowej*, tłum. J. Jaroń, Warszawa 1963 (1960), 133 oraz ks. S. Mazierski, *Prolegomena do filozofii przyrody inspiracji arystotelesowsko-tomistycznej*, Lublin 1969, 69—82.

z faktami, które opisuje i wyjaśnia teoria; system aprioryczny z chwilą zastosowania go do rzeczywistości staje się częścią wiedzy przyrodniczej, a twierdzenia logiki stają się przez to hipotezami przyrodniczymi.

e) Ustalono, że pewne fakty, które ujmuje teoria Bohra, nie są — wbrew poglądom Zawirskiego — „zgodne” z systemem logiki L_2 .

f) Nierozwiązany pozostaje problem możliwości stosowania w fizyce systemów logiki wielowartościowej bez praw niesprzeczności, wyłączonego środka itp. Wiąże się to z zagadnieniem zakresu stosowalności praw logiki.

3. Możliwość zastosowania logiki trójwartościowej w fizyce według innych autorów

W okresie powojennym pojawiły się prace z zakresu logiki wielowartościowej podejmujące zagadnienia analogiczne do tych, którymi zajmował się Zawirski. Nasz filozof chciał ukazać możliwość stosowania systemu logiki trójwartościowej L_2 w mikrofizyce, chociaż był on budowany dla innych celów. W pracach powojennych tworzy się systemy trójwartościowe z zamiarem wykorzystania ich dla pokonania szeregu trudności logicznych mechaniki kwantowej. W literaturze filozoficzno-logicznej poświęconej temu zagadnieniu znane są obecnie dwie koncepcje.

W myśl pierwszej teoria logiczna jest teorią przedmiotów, odzwierciedlającą ogólne własności świata³⁷. Dana teoria logiczna może być prawdziwa dla jednej części świata, a nieprawdziwa dla drugiej. Dwuwartościowa logika jest prawdziwa dla makroświata, ale nie dla mikroświata.

Poglądy tego typu głosi Paulette Destouches-Février, według której nie istnieje jedyna, uniwersalna i konieczna logika. Sens koniunkcji, implikacji, identyczności itp. nie jest ustalony z góry, w sposób intuicyjny, z dostateczną dokładnością³⁸. Na przykład dwa zdania (p i q) postaci:

³⁷ Podobnie również sprawę stawiał Zawirski.

³⁸ Por. P. Destouches-Février, *La structure...*, 14.

p = „składowa pędu p ma wartość p_0 ”

q = „współrzędna x ma wartość x_0 ”

w mechanice kwantowej nie mogą być stwierdzone równocześnie. Według autorki sytuacja eksperymentalna mikrofizyki zmusza do nadania spójnikowi „i” innego znaczenia niż w logice dwuwartościowej. Destouches-Février konstruuje nowe trójwartościowe matryce dla koniunkcji i alternatywy, które nie zawierają w sobie odpowiednich matryc logiki dwuwartościowej. W tej trójwartościowej logice dopełnienia, dotyczącej mikrokosmosu, występują dwie negacje³⁹. Logika dopełnienia jest zależna, zdaniem autorki, od rozważanej dziedziny rzeczywistości. W tej logice mogą odpaść (mówiąc językiem Zawirskiego) niektóre prawa logiki dwuwartościowej, jeżeli skorzystamy tylko z pewnych skonstruowanych tu matryc funktorów. Nie jest np. ważne prawo niesprzeczności zapisane za pomocą dwóch funktorów: koniunkcji zdefiniowanej w ten sposób, że dla dowolnych wartości argumentów wartością wyrażenia, gdzie funktor koniunkcji jest głównym funktorem, jest fałsz absolutny (A) i negacji określonej następującą matrycą:

$$\frac{p \mid V \mid F \mid A}{Np \mid F \mid V \mid A}$$

Fizyka, pisze Destouches-Février, staje często przed koniecznością unifikacji dwóch teorii. Tak np. zaszła konieczność unifikacji teorii falowej i korpuskularnej promieniowania i materii. Teorie te, według autorki, są sprzeczne, a jednak znajdują połączenie w mechanice falowej. Logika tej mechaniki musi być słabsza od logiki klasycznej. Taką jest też trójwartościowa logika dopełnienia. Kolejno łącząc różne teorie, jedną po drugiej, można uzyskać również jedność fizyki teoretycznej. Gdyby istniała jedna, uniwersalna logika, logika a priori, nie było by jedności fizyki teoretycznej⁴⁰. Autorka dochodzi także do konkluzji, że prognozy teorii fizykalnych zależą od lo-

³⁹ Tamże, 38—39.

⁴⁰ Tamże, 87.

giki, a logika jest zależna od teorii fizykalnych. Reguły rozumowania nie zależą jedynie od formy zdań, lecz również od ich treści. Logika nie może być nauką czysto formalną. Destouches-Février przyznaje wprawdzie, że można rozwijać rachunki logistyczne, logiki formalne i teorie dedukcyjne sformalizowane niezależnie od wszelkiej aplikacji. Jeżeli jednak utrzymuje się, że teoria dedukcyjna (logika) została skonstruowana dla adekwatnego opisanie danej dziedziny rzeczywistości i powinna konstytuować reguły rozumowania teorii naukowej, wtedy logika jest zależna od treści teorii i dziedziny jej adekwatności. Nie ma więc logiki niezależnej od wszelkiej treści, lecz dla każdej dziedziny trzeba znaleźć logikę adekwatną. Istnieje współzależność logiki i fizyki, czynnika formalnego i realnego⁴¹.

Stanowisko autorki francuskiej jest w wielu punktach zbieżne ze stanowiskiem Zawirskiego. Inny jest tylko system logiki, który autorka konstruuje dla mikrofizyki. Wprowadza ona również różnokształtne funktory w stosunku do funktorów logiki dwuwartościowej. Nie respektuje przy nowych funktorach postulatu zawierania się macierzy funktorów logiki dwuwartościowej w macierzach funktorów logiki wielowartościowej. Zawirski i Destouches-Février są zgodni co do warunku stosowności logiki trójwartościowej w teorii fizykalnej, rozumiejąc go w ten sposób, że system logiki ma odpowiadać faktom doświadczenia tej dziedziny, której dotyczy teoria fizykalna. Różnica polegałaby na tym, że Zawirski uzgadniał z doświadczeniem gotowy system logiki trójwartościowej i nie twierdził, że poszczególne funktory systemu logiki zależą od treści zdań nauki (doświadczenia), a Destouches-Février uzgadniała z faktami eksperymentalnymi i przedmiotami teoretycznymi. Wyznaczniki prawidłowości wnioskotwórczych budowanego przez siebie systemu logiki.

Przedstawicielem drugiej znanej koncepcji, która uznaje odmienną logikę mikroświata, jest Hans Reichenbach. Zbudował

⁴¹ Tamże, 88—89.

on system logiki trójwartościowej dla mechaniki kwantowej. Według niego trzecią wartością jest nieokreśloność. Nieokreśloność w mikrokosmosie jest czymś różnym — ze względu na logiczną strukturę — od prawdopodobieństwa w makrokosmosie⁴². Na przykład rezultat rzutu kostką przez Piotra (zdarzenie w makroświecie) można przewidzieć z wysokim prawdopodobieństwem, jeżeli weźmie się pod uwagę położenie kostki przed rzutem, stan mięśni rzucającego itp. Jeżeli człowiek nie może przepowiedzieć rezultatu rzutu z wysokim prawdopodobieństwem, pisze Reichenbach, mógłby to uczynić nadczłowiek Laplace'a. W mechanice kwantowej i nadczłowiek Laplace'a nie jest w stanie określić wartości liczbowej drugiej wartości komplementarnej, kiedy jedna jest określona. Takie rozumowania doprowadziły autora do konkluzji, że logika prawdopodobieństwa, którą zbudował i do której wprowadził ciągłą skalę wartości, odpowiada bardziej fizyce klasycznej niż mechanice kwantowej⁴³. Dla mechaniki kwantowej prezentuje więc konstrukcję logiki trójwartościowej odmienną od konstrukcji autorki francuskiej. Metajęzyk logiki Reichenbacha jest dwuwartościowy (np. wyrażenie: x przyjmuje wartość i " jest dwuwartościowe). Liczba operacji logicznych, liczba funktorów jest w logice Reichenbacha większa niż w logice dwuwartościowej. Wprowadza trzy rodzaje negacji: cykliczną, diametralną i pełną, oraz trzy implikacje i dwa rodzaje równoważności. Dąży do tego, żeby matryce funktorów dwuargumentowych jego logiki zawierały w sobie jako szczególne przypadki odpowiednie matryce logiki dwuwartościowej. Za twierdzenia swojej trójwartościowej logiki Reichenbach uznaje takie zdania, które przyjmują wartość wyróżnioną T dla dowolnych wartości argumentów⁴⁴. Zdania te są dla niego tautologiami, które są konieczne prawdziwe, skoro są prawdziwe dla jakiegokolwiek

⁴² Por. H. Reichenbach, *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, Berkeley and Los Angeles 1948, 145.

⁴³ Tamże, 147.

⁴⁴ Tamże, 153.

wartości argumentów. Tautologie te są jednak puste, gdyż nie informują nas o prawdziwościowej wartości elementarnych (składowych) zdań. Wartość tautologii polega właśnie na tym, że są konieczne i puste. Takie formuły mogą być dodane do fizykalnych wypowiedzi, ponieważ nie zawierają empirycznej treści. Zdaniem naszego autora tautologie muszą być dodane do fizykalnych wypowiedzi, jeżeli chcemy wyprowadzić z nich konsekwencje. Tautologie są dla fizyka instrumentem wyprawdzania zdań. Takim instrumentem jest również całość matematyki. Za pomocą wyprowadzonych funktorów Reichenbach buduje obok wyrażań zawsze prawdziwych (tautologii) wyrażenia zawsze fałszywe, zawsze nieokreślone, prawdziwe lub fałszywe oraz wyrażenia mogące przybierać wszystkie trzy wartości. Szczególne zainteresowania Reichenbacha wzbudzają wyrażenia będące prawdziwymi lub fałszywymi, gdy zdania składowe przyporządkowane zmiennym są prawdziwe, fałszywe czy nieokreślone. Takie wyrażenia można otrzymać za pomocą funktora alternatywnej implikacji.

Reichenbach analizując pewne sytuacje w mechanice kwantowej, wskazuje na regułę komplementarności (the rule of complementarity), która jest wyrażoną w obiektywnym języku relacją komplementarności, przeciwstawiającą prawdziwościową wartość nieokreśloności dwu wartościom: prawdzie i fałszowi — jest jedyną cechą logiki trójwartościowej, która nie ma analogii w logice dwuwartościowej. Ale odpowiada to mikrofizyce, gdzie spotykają się wypowiedzi, które są tak powiązane, że jeżeli jedna z nich jest prawdziwa lub fałszywa, to druga jest nieokreślona.

⁴⁵ Reichenbach nazywa (s. 158) dwie wypowiedzi dopełniającymi się, jeżeli spełniają relację $R \vee \infty A \rightarrow \infty \infty B$. Stałe logiczne występujące w tej relacji mają sens nadany przez Reichenbacha. Lewa strona wyrażenia jest prawdziwa, kiedy A jest prawdziwe lub fałszywe. Aby formuła, jako całość, mogła mieć wartość wyróżnioną w przypadku, gdy A jest prawdziwe lub fałszywe, B musi być nieokreślone. Ta formuła może w pewnych przypadkach przybrać wartość fałszu, nigdy jednak nie przybierze trzeciej wartości.

Regułę komplementarności Reichenbach nazywa prawem fizycznym, gdyż posiada ona taką formę, jaką mają inne prawa. Ta reguła, chociaż dotyczy wszystkich trzech wartości prawdziwościowych, jest formułą prawdziwo-fałszywą z racji tego, że głównym funktorem w niej występującym jest implikacja alternatywna. Ma ona — jak pisze Reichenbach — cechę prawdziwości dwuwartościowej syntetycznej wypowiedzi, skoro mechanika kwantowa podtrzymuje jej prawdziwość. Interpretacja reguły komplementarności, która jest domyślnie zawarta w zwykłej koncepcji mechaniki kwantowej, ukazuje się, zdaniem Reichenbacha, jako jakaś konsekwencja jego trójwartościowej interpretacji⁴⁶.

Wprowadzenie więc trzeciej wartości nie czyni wszystkich wypowiedzi mechaniki kwantowej trójwartościowymi. Prawa mechaniki kwantowej są dwuwartościowe, ale rozumowania ich dotyczące podlegają logice trójwartościowej.

Reichenbach również wyraźnie zauważa, że księga zjawisk kwantowych jest napisana w języku logiki trójwartościowej⁴⁷. Pewne wypowiedzi dotyczące mikroświata, wyrażone w terminach tej logiki są ściślejsze od zwykłego sposobu wyrażania.

Logika dla Reichenbacha jest tylko środkiem udoskonalenia języka nauki. Język mikrofizyki podporządkowuje się prawom trójwartościowej logiki, ponieważ zawiera wypowiedzi, które nie są prawdziwe ani fałszywe. Logika nie jest odbiciem ogólnych własności tej lub innej dziedziny rzeczywistości. Należy dodać, że ta koncepcja Reichenbacha wyrosła na gruncie neopozytywizmu⁴⁸.

⁴⁶ Por. H. Reichenbach, *Philosophic Foundations...*, 159.

⁴⁷ Tamże, 166.

⁴⁸ Dla neopozytywizmu nauki aprioryczne są tylko narzędziami, które ułatwiają nam poznanie rzeczywistości, ale naukowy obraz świata mogły się obejść bez tych elementów apriorycznych. Logika i matematyka dla neopozytywistów nie zawierają żadnych odrębnych nowych prawd, lecz tylko wskazówki, jak znane prawdy przekształcić, wedle jakich reguł można im nadać inną postać. Dyscypliny formalne mają jednak dla nauki doniosłe znaczenie, gdyż ustalają stosunki wynikania, uczą, jakie twierdzenia wynikają ze zdań sprawozdawczych.

Reichenbach — podobnie jak P. Destouches-Février, a inaczej jak Zawirski — budował system logiki trójwartościowej z zamiarem wykorzystania go do pokonania szeregu trudności filozoficznych i logicznych mechaniki kwantowej. Porównanie systemu logiki \mathcal{L}_2 z systemem logiki trójwartościowej Reichenbacha jest sprawą trudną. Ten ostatni wprowadził trzy funkcory jednoargumentowe negacji, trzy funkcory implikacji, dwa funkcory równoważności. Tautologii w logice Reichenbacha jest więcej niż w logice dwuwartościowej. Nie można jednak powiedzieć, że każdemu prawu logiki dwuwartościowej, w którym występuje negacja, w logice Reichenbacha odpowiadają trzy prawa (logika Reichenbacha ma trzy negacje). Na przykład odpowiednik prawa wyłączonego środka ratuje tylko pełna negacja (complete negation). Nie jest ono obowiązujące dla negacji cyklicznej i diametralnej. W związku z tym pytanie o uniwersalność praw logiki ma inny sens na gruncie systemu Reichenbacha, a inny na gruncie systemów logiki trójwartościowej Łukasiewicza i Brouwera.

Inaczej określił również Reichenbach warunki stosowalności swej logiki w mechanice kwantowej, niż to czynił Zawirski i P. Destouches-Février. U Reichenbacha nie ma w ogóle mowy o zgodności logiki z faktami doświadczenia. Mówiąc słowami N. Reschera, wybór trójwartościowej logiki przez Reichenbacha jest skutkiem funkcyjnie zorientowanych rozważań⁴⁹. Po prostu trójwartościowa logika jest, w jego mniemaniu, bardziej odpowiednia do wyrażenia (usystematyzowania) poznawczo czy ujętych zjawisk mechaniki kwantowej. Wspomniane powyżej systemy logiki trójwartościowej z okresu powojennego, budowane z zamiarem wykorzystania ich do pokonania różnych logicznych trudności mechaniki kwantowej, są odmienne od systemu logiki trójwartościowej \mathcal{L}_2 . System \mathcal{L}_2 zawiera tylko funkcory równokształtne z funktorami logiki dwuwartościowej. Nie był on budowany z zamiarem wykorzystania w ściśle określonym dziale przyrodoznawstwa.

⁴⁹ Por. N. Rescher, *Many-valued Logic...*, 224.

4. Zakres stosowalności praw logiki

Poprzednio ustaliliśmy, że system logiki \mathbb{L}_2 nie posiada — wbrew stwierdzeniu Zawirskiego — cechy „zgodności” z faktami, które opisuje i wyjaśnia teoria Bohra. Nie odpowiedzieliśmy na pytanie, zgodne ze sposobem myślenia Zawirskiego, czy istnieje możliwość stosowania tego systemu gdzie indziej w przyrodoznawstwie, poza teorią komplementarności N. Bohra.

Trzeba jednak zapytać, czy można mówić, że w systemie logiki trójwartościowej \mathbb{L}_2 i w innych systemach mogą odpaść takie prawa logiki dwuwartościowej, jak prawo niesprzeczności, „wyłączonego środka i inne? Czy można mówić, że wymienione prawa nie są uniwersalne i uznanie ich zależy od tego, jaki się przyjmie system logiczny? Na te pytania Zawirski odpowiedział twierdząco. Jego odpowiedź nie zadowoliłaby współczesnych logików, jak np. A. A. Zinowiewa i Z. Kraśzewskiego. Zachodzi konieczność krótkiej prezentacji ich poglądów. Korzystając z ich dorobku lepiej będzie można ocenić pomysły naszego filozofa dotyczące możliwości stosowania logiki \mathbb{L}_2 .

Logiką mikroświata nie są dla Zinowiewa artykuły poświęcone mechanice kwantowej, napisane przy użyciu terminologii logicznej, ale zbiór praw logicznych, którym mogliby posługiwać się specjaliści z mikrofizyki, nie podejrzewając, że posługują się innymi prawami logiki niż inni fizycy⁵⁰. Już w pracy z roku 1960 Zinowiew stwierdził, że logika trójwartościowa bywa stosowana również w zakresie makrozjawisk i że nie jest ona niczym specyficznym dla rozważań wyłącznie w zakresie mikrofizyki⁵¹. Pozbawione jest sensu odwoływanie się do właściwości bytu przy tworzeniu logiki mikrofizyki. Logika nie opiera się przecież na ontologicznych uogólnieniach, nie wyraża właściwości całej rzeczywistości czy też właściwości poszczególnych dziedzin rzeczywistości. Logika

⁵⁰ Por. A. A. Zinowiew, *Logika nauki*, Moskwa 1971, 264.

⁵¹ Por. A. A. Zinowiew, *Filozoficzne problemy logiki wielowartościowej...*, 159.

nie jest teorią bytu⁵². Praw logiki nie odkrywają ludzie w otaczającym ich świecie. Prawa te, zdaniem Zinowiewa, ludzie wynajdują wraz z wynajdywaniem terminów i zdań. Różnice między dziedzinami rzeczywistości znajdują swój wyraz w prawach logiki w tym sensie, że w różnych sytuacjach mogą być wprowadzone różne logiczne operatory albo ich kombinacje. Własności pewnych wycinków rzeczywistości decydują o tym, które z wielu możliwych praw logiki będą wykorzystane⁵³. Z tego nie wynika, że jedno i to samo prawo w jednej sytuacji prowadzi do fałszu, a w innej do wyników prawdziwych. Prawa każdej logiki z natury swej są uniwersalne. Nie ma praw logiki właściwych mikrofizyce, które nie miałyby zastosowania w makroświecie. Za osobną logikę mikroświata uważa się pewne trójwartościowe, matrycowe konstrukcje bądź pewne zwięzienia klasycznych rachunków logicznych⁵⁴. Zinowiew zauważa również, że logika dwuwartościowa i trójwartościowa mają do czynienia z różnymi logicznymi operatorami. Dodaje on, iż często celowo wynajduje się takie matryce trójwartościowe, które wykluczają pewne prawo logiki dwuwartościowej. Można skonstruować matryce trójwartościowe, które nie wykluczają praw logiki dwuwartościowej⁵⁵.

Według Zinowiewa najczęściej wykluczaniem prawem logiki dwuwartościowej jest prawo wyłączonego środka. Stanowi ono część niejawnego określenia operatorów „lub” i „nie”. Niezależnie od tego, jakie racje leżą u podstaw przyjęcia takiego określenia i jakie mogą być sprzeczności, faktem pozostaje, że raz przyjęte postanowienie używania znaków „lub” i „nie” tak, aby dla dowolnej wypowiedzi p było prawdziwe twierdzenie „ p lub nie p ”, postuluje brak wyjątków od tego

⁵² Dla Zawirskiego twierdzenia logiki z chwilą, gdy je stosujemy do świata, stają się hipotezami przyrodniczymi.

⁵³ Por. A. A. Zinowiew, *Logika nauki...*, 23.

⁵⁴ Tamże, s. 268. System L_2 to zwięzony klasyczny rachunek zdań.

⁵⁵ Zinowiew twierdząc w ten sposób nie wyraża się zbyt precyzyjnie. Jeżeli logika dwuwartościowa i trójwartościowa mają do czynienia z różnymi funktorami, co słusznie zauważył, to treść ich praw jest inna.

prawa⁵⁶. Wszelkiego rodzaju wyjątki oznaczają, że te operatory zaczynają być używane w innym sensie. Zinowiew dochodzi do konkluzji, że należy odrzucić koncepcję, która usiłuje utwierdzić osobliwość logiki mikroświata w porównaniu z logiką makroświata. Nie znaczy to jednak, że należy odrzucić opracowywanie logik trójwartościowych i badania ograniczeń logiki klasycznej. Ta praca jest przydatna dla analizy języka mikrofizyki.

Wywody Zinowiewa podważają częściowo wypowiedzi Reichenbacha o możliwości stosowania logiki trójwartościowej w mechanice kwantowej. Radziecki autor odrzuca koncepcję zaproponowaną przez Destouches-Février. Teza Zinowiewa o uniwersalności praw logiki każe nie przyjmować tego, co utrzymywał Zawirski, iż stojąc na stanowisku logiki L_2 można odrzucić takie prawa logiki dwuwartościowej, jak prawo niesprzeczności, wyłączonego środka i inne, jako fałszywe lub możliwe (nie dają wartości wyróżnionej przy sprawdzaniu). Prawa logiki dwuwartościowej nie są negowane przez logikę wielowartościową. Wywody radzieckiego autora w pewnym stopniu rzutują na to, w czym nie miał racji Zawirski.

Dla Zawirskiego najbardziej kłopotliwym prawem logiki dwuwartościowej było prawo niesprzeczności. Rozważał on możliwość istnienia przedmiotów sprzecznych. Również inni autorzy, twórcy pierwszych systemów logik wielowartościowych, głosili, że w ich systemach nie obowiązuje prawo niesprzeczności, wyłączonego środka oraz inne. Prawa te nie posiadają waloru obiektywnego i uznanie ich zależy od tego, jaki się przyjmie system logiczny. Niektórzy logicy popadli w pewnego rodzaju relatywizm logiczny. Do nich trzeba zaliczyć Zawirskiego. Należy jednak zaznaczyć, iż nie uważał on,

⁵⁶ Według Zinowiewa napotymane sytuacje przedmiotowe zmuszają do wprowadzenia takich lub innych operatorów logicznych. Wobec takiego twierdzenia trudno jest zrozumieć inną wypowiedź radzieckiego autora, że tylko wola ludzi narzuca się tym operatorom takie, a nie inne właściwości. Zagadnienie to wiąże się ze sprawą stosunku pierwszych zasad bytu do praw logiki i z ostatecznym uzasadnieniem używanej logiki.

że w każdym systemie logiki wielowartościowej musi odpaść prawo niesprzeczności i wyłączonego środka. Są systemy logiczne nie zawierające tych praw⁵⁷. Takim systemem (uboższym w prawa) miał być system służący jako wiążadło też w teorii komplementarności Bohra. Czy jednak faktycznie prawa te nie są obowiązujące w każdym systemie logiki dwuwartościowej i wielowartościowej? Chodzi zwłaszcza o podstawowe prawo myślenia, jakim jest prawo niesprzeczności.

W literaturze polskiej przeprowadzono dyskusję na ten temat⁵⁸, bardziej dogłębnie i wszechstronnie, niż to uczynił Zinowiew, ale nie wiązano jej z logiką mechaniki kwantowej. Oto wyniki tej dyskusji:

a) w sferze zdań dowolnych systemów wielowartościowych i w sferze przedmiotowej nie ma podstaw do twierdzenia, że w logikach wielowartościowych nie obowiązuje prawo niesprzeczności i prawo wyłączonego środka⁵⁹.

b) Prawem niesprzeczności jest następujące twierdzenie: „Nic nie jest takie i zarazem nie jest takie”, zaś prawem wyłączonego środka jest twierdzenie: „Cokolwiek jest takie lub nie jest takie”⁶⁰.

c) Aby można było głosić twierdzenie, że w systemach logik wielowartościowych nie obowiązuje prawo niesprzeczności i prawo wyłączonego środka, trzeba było wznieść się na sam szczyt „formalistyki”. Polegało to na tym, że początkowo utożsamiano prawo niesprzeczności z formułą $\sim (p \wedge \sim p)$, a prawo wyłączonego środka z formułą $p \vee \sim p$. Następnie nie

⁵⁷ Zawirski odróżniał zasadę dwuwartościowości logiki od zasady wyłączonego środka.

⁵⁸ Por. J. Słupecki, *O pewnikach logicznych*, „Ruch Filozoficzny”, 17 (1949—1950), 55; Z. Kraszewski, *Logiki wielowartościowe a prawo sprzeczności i wyłączonego środka*, (w:) *Fragmenty Filozoficzne*, Seria trzecia, Warszawa 1967, 245—263, oraz tegoż: *Główne zagadnienia logiki*, Warszawa 1971, 84—93, jak również K. Ajdukiewicz, *Zarys logiki*, Warszawa 1960, 76. Kraszewski na oznaczenie prawa niesprzeczności używa nazwy „prawo sprzeczności”.

⁵⁹ Por. Z. Kraszewski, *Logiki wielowartościowe...*, 256.

⁶⁰ Tamże, 245.

uwzględniając, czym jest prawo niesprzeczności i wyłączonego środka, całkowicie arbitralnie zmieniono sens elementów w tych formułach. Z kolei wykazano formalistycznie, że formułki o zmienionym sensie nie są tezami. Wreszcie stwierdzono, że ze względu na to, iż formułki $\sim(p \wedge \sim p)$ i $p \vee \sim p$ w odpowiednio spreparowanym sensie nie są tezami systemu wielowartościowego, przeto w systemie tym nie obowiązuje prawo niesprzeczności i wyłączonego środka. Ale dlaczego formułki te po całkowitej zmianie sensu ich składowych, nazywać prawem sprzeczności i wyłączonego środka — o tym nikt nie informował⁶¹.

d) Wielu myślicieli błędnie rozumie prawo niesprzeczności — jako wypowiedź o tym, że nie jest tak, aby dany przedmiot był jakiś i nie był zarazem jakiś inny. Prawo niesprzeczności skonkretyzowane w swej treści mówi zawsze o jednym przedmiocie i o jednej cesze, chociaż stosuje się do każdej kombinacji dowolnego przedmiotu z dowolną cechą⁶².

e) Język systemów wielowartościowych jest niesłychanie ubogi. Chociaż wszystko, o czym by się mówiło w tych systemach, stosuje się do prawa niesprzeczności i wyłączonego środka, to wypowiedzieć tego w tych systemach nie można. Nie podobna np. wypowiedzieć tak oczywistego twierdzenia, jak: „nie jest tak, aby jakakolwiek wypowiedź dowolnego systemu trójwartościowego była możliwościowa i zarazem nie była taka”. W przeciwieństwie do języka naturalnego, języki te nie przedstawiają żadnej wartości przy opisywaniu świata. W językach tych nie ma i nie może być takiej negacji, która byłaby pewnego rodzaju odpowiednikiem dopełnienia klas⁶³.

f) Łukasiewicz w swoje książce pt. „O zasadzie sprzeczności u Arystotelesa” nie zinterpretował prawa niesprzeczności we właściwy sposób. Łukasiewicz i wielu myślicieli zdaje się rozumieć prawo niesprzeczności jako wypowiedź o tym, że

⁶¹ Tamże, 258.

⁶² Tamże, 249.

⁶³ Tamże, 258—259.

nie jest tak, aby dany przedmiot był jakiś i zarazem był jakiś inny⁶⁴.

Zaprezentowane wywody Zinowiewa i Kraszewskiego pozwalają lepiej zrozumieć, czym są logiczne prawa niesprzeczności i wyłączonego środka. W świetle tych wywodów widać, że Zawirski przyjął łukasiewiczowskie rozumienie prawa niesprzeczności. Wydawało się jemu, że znalazł stany rzeczy, które nie podlegają prawu niesprzeczności i wyłączonego środka w jego rozumieniu. Nasz autor nie wziął pod uwagę tego, że prawo niesprzeczności mówi o jednym przedmiocie i o jednej cesze. Niewłaściwe rozumienie zasady niesprzeczności podważyło w Zawirskim przekonanie o obiektywnym walorze praw logiki dwuwartościowej, o uniwersalności praw logiki. Nie dostrzegł on również tego, że następujące napisy w języku symbolicznym w logice dwuwartościowej: $\sim(p \wedge \sim p)$, $p \vee \sim p$, $\sim(p \equiv \sim p)$ itp. i napisy tego samego kształtu w logice trójwartościowej znaczą co innego i nie można ich nazwać w tej ostatniej logice prawem niesprzeczności, wyłączonego środka itd.⁶⁵ Napisy tego kształtu w logice trójwartościowej L_2 faktycznie nie są tezami.

Prawu niesprzeczności i wyłączonego środka nie odmawia

⁶⁴ Tamże, 249—250. Analiza pracy Łukasiewicza dokonana przez Z. Kraszewskiego wydaje się poprawna. Wniosek Kraszewskiego o Łukasiewiczu potwierdza np. następująca wypowiedź autora rozprawy *O zasadzie sprzeczności u Arystotelesa*: „Jeżeli przez otwarte okno wpada do mojego pokoju promień słońca, odbija się o gładką taflę szyby i na przeciwległej ścianie zaznacza się drżąca smugą światła, to zjawisko to istnieje, a nie może zarazem nie istnieć lub istnieć inaczej”. Zob. J. Łukasiewicz, *O zasadzie sprzeczności u Arystotelesa*, Kraków 1920, 134.

⁶⁵ Zauważył to w okresie przedwojennym J. M. Bocheński. Według niego logika wielowartościowa nie przeczy żadnemu z praw logiki dwuwartościowej. W konsekwencji, pisze Bocheński, kiedy system wielowartościowy np. interpretowany jako logika prawdopodobieństwowa odrzuca zasadę wyłączonego środka, jest rzeczą jasną, że nie chodzi o klasyczną tezę tak nazwaną, ale o zgoła fałszywe twierdzenie, według którego między prawdopodobieństwem 1, a prawdopodobieństwem 0 nie mogłoby być stopni pośrednich. Zob. J. M. Bocheński, *O relatywizmie logistycznym*. „Studia Gnesnensia”, 15 (1937), 95.

waloru w swym systemie H. Reichenbach. W jego systemie występują trzy napisy, które są tezami tego systemu i odpowiadają prawu niesprzeczności dwuwartościowej logiki zdań⁶⁶. Język systemu logiki Reichenbacha jest bogatszy od języka logiki L_2 . Liczba stałych logicznych (funktorów) jest większa. W zapisie symbolicznym prawa niesprzeczności występują w systemie Reichenbacha po trzy stałe logiczne, tzn. dwie negacje i koniunkcja (nie zaś dwie stałe, jak w logice dwuwartościowej).

Zawirski nie powinien był twierdzić, że w logice trójwartościowej L_2 odpada prawo niesprzeczności i wyłączonego środka⁶⁷, ale że brak jest w języku tego systemu znaków na zapisanie tez, które wyrażałyby treść tych praw. Nasz autor powinien to zauważyć chociażby z tego względu, że na VII Międzynarodowym Kongresie Filozoficznym w Oxfordzie (1927) była poruszana analogiczna problematyka. Właśnie Zawirski, pisząc sprawozdanie z tego Kongresu, zamieścił o tym wzmiankę⁶⁸. Powinno to było znaleźć oddźwięk w jego poglądzie na zakres stosowalności praw logiki. Mógł on co najwyżej powiedzieć, że w logice trójwartościowej odpada pewien odpowiednik prawa niesprzeczności logiki klasycznej.

Kończąc te, często pobieżne i posiadające charakter streszczenia, uwagi na temat poglądów Zawirskiego na warunki stosowalności systemu logiki L_2 w teorii komplementarności N. Bohra i uwagi na temat zagadnień z tym związanych oraz na temat nowszych i najnowszych ujęć interesującego naszego autora zagadnienia (i zagadnień towarzyszących) warto przypomnieć zasadnicze punkty naszej dyskusji.

Zawirski po raz pierwszy ukazał jedną z teorii fizykalnych jako ewentualne pole aplikacji systemu logiki trójwartościowej L_2 , który traktował topologicznie (odrębnym zagadnieniem u Zawirskiego jest stosowalność w przyrodoznawstwie logiki

⁶⁶ Por. H. Reichenbach, *Philosophic Foundations...*, 155.

⁶⁷ Por. Z. Zawirski, *Logika teoretyczna...*, 75.

⁶⁸ Tenże, *Siódmy Międzynarodowy Kongres Filozoficzny w Oxfordzie*. „Kwartalnik Filozoficzny”, 7 (1929), 84.

wielowartościowej traktowanej metrycznie). System ten, jak również inne niesprzeczne systemy logiki wielowartościowej uważał za równoważne z systemem logiki klasycznej (logiki zdań)⁶⁹. Warunkiem stosowalności systemu też w teorii komplementarności jest potwierdzalność systemu logiki L_2 przez fakty, które opisuje i wyjaśnia ta teoria. Cechą charakterystyczną systemu L_2 , według Zawirskiego, jest to, że odpadają w nim niektóre prawa znane w logice dwuwartościowej.

Uwzględniając obecny stan wiedzy należy powiedzieć, że autor nasz niewłaściwie rozumiał prawo niesprzeczności (nie odróżniał, jak zresztą wówczas inni, sprzeczności od innych rodzajów przeciwieństwa) i prawo wyłączonego środka. W literaturze logicznej wykazano, że te prawa obowiązują z tą samą żelazną konsekwencją tak w systemach trójwartościowych, jak i dwuwartościowych. To z kolei rzutuje na ocenę pomysłów Zawirskiego.

Chociaż dyskusja ujawniła, że system logiki L_2 nie może być stosowany w teorii N. Bohra, to jednak, co trzeba mocno podkreślić, idea możliwości stosowania logik wielowartościowych w przyrodoznawstwie, rzucona po raz pierwszy przez Zawirskiego, pozostała do dziś aktualna. Jeżeli w danej nauce możliwe jest utworzenie zdań, których w danych warunkach nie można sprawdzić, to wprowadzenie trzeciej wartości może się wydawać często czymś naturalnym, podobnie jak uwzględnienie tej okoliczności w formułowaniu reguł logicznych. To ostatnie prowadzi do logiki trójwartościowej. Nie oznacza jednak, że symbole logiki trójwartościowej muszą oznaczać to samo,

⁶⁹ Zagadnienie alternatywnych logik jest do dziś dyskutowane. N. Rescher np. przypomina, że sylogistyka i logika modalna poprzedzają czasowo wynalazek przez stoików rachunku zdań, który jest pokrewnym dla współczesnego podstawowego działu klasycznego rachunku logicznego. Również różne teorie implikacji mają korzenie w klasycznej starożytności. Rescher konkluduje, że klasyczny, dwuwartościowy rachunek zdań może domagać się poczesnego miejsca wśród innych systemów logicznych, ale nie jest podstawą, jedynym wzorcem dla urabiania poglądów na ten temat, czym jest jakiś system logiki. Zob. N. Rescher, *Many-valued Logic...*, 232.

co równokształtne symbole w klasycznej logice zdań i że musi występować zgodność pod względem liczby funktorów prawdziwościowych w obu logikach. To, dlaczego decydujemy się na takie, a nie inne funktory, jest zagadnieniem odrębnym.

Nie kwestionuje się obecnie, iż są różne alternatywne systemy logiki. Na przykład, zdaniem N. Reschera, nie ma nawet logicznych zasad, które muszą jawnie figurować wewnątrz każdej systematyzacji zasługującej na miano „logicznego systemu”⁷⁰. Tenże autor podkreśla, że wszystkie systemy logiki muszą jednak respektować pewne metasystemowe nakazy takie, jak np. metasystemowa zasada wyłączonego środka i niesprzeczności⁷¹. Chociaż w każdym systemie logiki są akceptowane te metasystemowe nakazy, będące analogiami pewnych zasad logiki dwuwartościowej, nie stanowią one jednak, zdaniem Reschera, podstawy do generalnego żądania pierwszeństwa dla klasycznej logiki zdań.

Z wielkiej monografii Reschera poświęconej logikom wielowartościowym można wyczytać akceptację tezy Zawirskiego o możliwości stosowania logiki wielowartościowej w przyrodoznawstwie⁷². Amerykański autor nie opowiada się za tezą, że preferencja systemów logiki jest oparta na empirycznym gruncie. Jego zdaniem wybór jakiegoś systemu logiki jest kierowany względami adekwatności instrumentalistycznej. Wywody Reschera w tym względzie budzą pewne zastrzeżenia.

Wypada również zauważyć, że słuszniejsze uwagi dotyczące stosunku klasycznego rachunku zdań do systemów logiki wielowartościowej wypowiedział Zawirski (o czym wyżej skrótowo

⁷⁰ Należy podkreślić, że N. Rescher nie uwzględnił w swej monografii powojennych publikacji K. Ajdukiewicza, nie uwzględnił cytowanego przez nas artykułu Z. Kraszewskiego oraz prac A. A. Zinowiewa publikowanych po 1960 roku. Naszym zdaniem uwzględnienie prac tych autorów pogłębiłoby główny rozdział pracy amerykańskiego profesora. Jego instrumentalizm również mógłby ulec złagodzeniu.

⁷¹ Tezę tę głosił również Zawirski.

⁷² Wśród autorów, obecnie piszących, są również tacy, którzy nie akceptują tej tezy.

⁷³ Por. N. Rescher, *Many-valued Logic...*, 235.

wo wspomniano) niż Rescher, który zbyt mocno i bezwzględnie poddaje w wątpliwość pierwszeństwo teorii dedukcji. Ponieważ zagadnienie to wychodzi poza ramy naszego tematu, nie będzie ono dyskutowane. Trzeba przypomnieć, że logika klasyczna nie jest dokładną kopią obszaru języka naukowego badanego przez logików, ale jest tylko przewodnikiem po języku. Nie jest to jednak przewodnik drugoplanowy.

THE APPLICATION OF THE MANY-VALUED LOGICS IN THE PHYSICAL THEORIES ACCORDING TO Z. ZAWIRSKI

(Summary)

Zygmunt Zawirski is the first who has written on the application of many-valued logics in the physical theories. According to him, the experience is to decide which system of logic should be regarded as the best one in the field concerned. He has been trying to apply the Łukasiewicz's three-valued logic E_3 in the Niels Bohr's complementarity theory. In this article the author is trying to point out the weak points and to state what is new in Zawirski's conceptions; certain analysis and the simultaneous comparison with the analogical conceptions are used. The conditions of application of logical systems in the natural science and the problem of universality of the logical laws are discussed. The author stresses that the idea of the possible application of the three-valued logics in physical theories is still actual. It is underlined that the symbols in the three-valued logic need not denote the same what the equally shaped symbols in two-valued logic of sentences do and there is not necessity of the equal number of functors in the both systems of logic.