

STANISŁAW KICZUK

LOGICY I LOGIKA A POZNANIE PRZYRODY*

Twórcą logiki formalnej był Arystoteles. Był on jednak przede wszystkim filozofem. Logikę traktował jako narzędzie swej filozofii. Znajduje to wyraz m.in. w tym, że za zmienne nazwowe w formach zdań kategorycznych, związanych z logiką, można w zasadzie podstawiać tylko nazwy ogólne, chociaż nie uniwersalne. Wiedza naukowa bowiem – według Arystotelesa – nie może dotyczyć indywidualów, ale gatunków, rodzajów, które istnieją w przedmiotach indywidualnych¹. Trzeba w tym miejscu dodać, że Arystoteles był również przyrodnikiem. Stagiryta w swych dociekaniach filozoficznych usiłował odpowiadać na następujące pytania: Jaki jest świat? Jak wytłumaczyć, że rzeczy są takie, jakie są? Udzielenie odpowiedzi na ostatnie pytanie wymagało posłużenia się bardzo prostą bazą empiryczną. Terminami teoretycznymi, występującymi w tezach tzw. metafizyki esencjalistycznej Arystotelesa, są m.in. wyrażenia „substancja” i „przypadłość”. Współczesne nauki przyrodnicze nic nie mówią o rzeczywistości w takim aspekcie. Trzeba zauważyć, że fizycy nowożytni, którzy przyjęli ograniczone pole dociekań, tj. zaakceptowali postulat, że uznane mogą być tylko takie twierdzenia, które zostały potwierdzone lub mogą być zweryfikowane przez eksperyment i ponadto dadzą się wyrazić w języku matematyki², również usiłują odpowiadać na pytania stawiane przez Arystotelesa, tylko w związku z tym ograniczeniem pola dociekań nieco inaczej je rozumieją. Przyjęte ograniczenia spra-

Prof. dr hab. STANISŁAW KICZUK – Katedra Logiki Wydziału Filozofii KUL; adres do korespondencji: Al. Raławickie 14, 20-950 Lublin.

* Referat został wygłoszony 7 listopada 2003 r. w Lublinie na V konferencji z serii „Filozofia Przyrody i Nauk Przyrodniczych” pt. „Filozof wobec przyrody”, dedykowanej pamięci Księży Profesorów: Stanisława Mazierskiego i Włodzimierza Sedlaka w dziesiątą rocznicę ich śmierci. Organizatorem konferencji była Sekcja Filozofii Przyrody i Nauk Przyrodniczych KUL.

¹ Por. J. D o p p, *Notions de logique formelle*, Louvain-Paris 1965, s. 98.

² Por. W. H e i s e n b e r g, *Physics and Philosophy*, New York 1958, s. 74.

wiły, że należało zająć się światem w pewnych jego sytuacjach idealnych. W każdym przypadku jest to jakieś ontologiczne podejście do rzeczywistości. W grę wchodzi stan rzeczy bez względu na to, czy jest przez kogoś poznawany i jak jest poznawany. W takim obiektywistycznym klimacie myślowym powstała logika Arystotelesa. Aby dowodzić niektórych tez swej sylogistyki na podstawie tzw. sylogizmów doskonałych, Arystoteles zakładał milcząco lub w sposób nie dopowiedziany niektóre prawa klasycznego rachunku zdań³. Ontologiczne podejście w badaniu rzeczywistości było znamienne również dla fizyki nowożytnej, która ponadto chciała wyrażać swe tezy, wyjaśniające odpowiednie dane, w języku matematyki. Zaszła potrzeba dokonania logicznej analizy matematyki, której pewne działy powstały dla potrzeb nowożytnej fizyki. W związku z przeprowadzeniem analiz odpowiednio ukierunkowanych, skomplikowanych pojęć, twierdzeń i rozumowań spotykanych w matematyce powstał klasyczny rachunek logiczny, którego częścią jest klasyczny rachunek zdań⁴.

Przez pewien czas, na początku XX wieku, logikom wydawało się, że w ich dyscyplinie osiągnięto już wszystko. Pojawiła się teza, że logika weszła w fazę logiki naukowej. W klasycznym rachunku logicznym osiągnięto miarę ścisłości naukowej, przewyższającą o wiele dotychczasowe wymagania⁵. Wobec tej nowej miary nie ostała się – jak pisał J. Łukasiewicz – niezrównana, jak dotychczas mniemano, ścisłość nauk matematycznych. Logicy zaczęli wymagać, by każda gałąź matematyki była poprawnie zbudowanym aksjomatycznie systemem dedukcyjnym. Chcieli oni widzieć, na jakich aksjomatach opiera się każdy taki system i jakie zakłada reguły wnioskowania. Pojawił się wymóg, aby dowody były przeprowadzane zgodnie z regułami, by poprawność dowodów można było stwierdzić śledząc porządek i kształt napisów. Logicy domagali się tego, jak zauważył Łukasiewicz, aby w dowodach nie było luk i ustawicznego odwoływania się do intuicji.

Jak już zauważono, właściwym językiem fizyki nowożytnej, która jest podstawową dyscypliną nauk przyrodniczych, jest język matematyki. Fizyka bada zjawiska, o ile są mierzalne, i poszukuje związków matematycznych wiążących wielkości występujące w tych zjawiskach⁶. Jako zjawisko należy

³ Por. T. Kotarbiński, *Wykłady z dziejów logiki*, Warszawa 1985, s. 14.

⁴ Por. K. Ajdukiewicz, *Zarys logiki*, Warszawa 1960, s. 7.

⁵ Por. J. Łukasiewicz, *O determinizmie*, [w:] *Z zagadnień logiki i filozofii*, red. J. Słupecki, Warszawa 1961, s. 115.

⁶ Por. Z. Zawirski, *Metoda aksjomatyczna a przyrodznawstwo*, „Kwartalnik Filozoficzny” 2 (1923-1924), s. 138.

traktować również to, co da się przedstawić na przedłużeniu linii zjawisk, choćby naocznie nie dało się tego ująć. Nie można też przeoczyć roli pierwiastka konstrukcyjnego i intuicyjnego w poznaniu matematyczno-przyrodniczym. Teoria względności jest argumentem potwierdzającym znaczenie tego elementu. Fizyka jako podstawa wszystkich nauk przyrodniczych staje się działem matematyki stosowanej. Różne teorie matematyczne, jak wyżej skrótowo zaznaczono, usiłuje się ująć w aksjomatyczne systemy dedukcyjne. Rodzi się pytanie: czy można aksjomatyzować teorie fizykalne? Na gruncie polskim po raz pierwszy, bardzo obszernie, zagadnieniem aksjomatyzacji fizyki od strony teoretycznej zajął się Z. Zawirski. Na ten moment zwrócił uwagę w ramach swego wykładu monograficznego w 1970 r. ks. prof. dr hab. Stanisław Mazierski. Informacja ta bardzo mnie zainteresowała. Zacząłem poszukiwać prac Zawirskiego. Do wszystkich jego prac dotarłem. Z wyżej ukazanej tezy, że fizyka, odpowiednio uprawiana, staje się pewnym działem matematyki stosowanej, Zawirski wyprowadza wniosek, że pogłębienie logiczne metody badań matematycznych przez aksjomatyzację (sformalizowanie) nie może pozostać bez wpływu na fizykę. To, że metoda dochodzenia do tez w fizyce jest inwersją dedukcji stosowanej przez logikę formalną i matematykę, jest doniosłe dla heurezy. Zdobyte wiadomości fizyk stara się uporządkować, nadać nauce wygląd wykończonej teorii, której prawa ogólniejsze idą przed bardziej szczegółowymi itp.⁷ Fizyka, pisze Zawirski, w bardzo wielu swoich działach ma charakter nauki dedukcyjnej, pomimo że prawa jej zostały uzyskane na drodze indukcyjnej. Polski autor, mając na uwadze korzyści płynące z aksjomatyzacji systemów matematyki i logiki formalnej, postuluje doskonalenie teorii fizykalnych przez konstruowanie odpowiednich systemów aksjomatycznych. Zachodzi więc, według niego, możliwość wykorzystania rezultatów badań nad metodą nauk dedukcyjnych w teoriach fizykalnych. Okoliczność, że symbole matematyczne fizyki muszą być tak dobrane, aby można było im przyporządkować pewne dane empiryczne, nie przeszkadza aksjomatyzacji, lecz sprawia lub może sprawić, że aksjomatyka może ulegać pewnym zmianom, gdyż fizyka nie jest nauką zamkniętą⁸. Aksjomatyzacja w zasadzie dotyczy tylko wiedzy już zdobytej, czasami służy jako ważny środek heurystyczny w zdobywaniu praw, nigdy

⁷ Por. t e n z e, *Metoda aksjomatyczna a przyrodznawstwo*, „Kwartalnik Filozoficzny” 1 (1922-1923), s. 524.

⁸ Tamże, s. 525.

jednak nie uzasadnia tych praw, ponieważ uzasadnienia w fizyce może dostarczyć tylko sprawdzalność w doświadczeniu⁹.

Odmienność przedmiotu fizyki od przedmiotu logiki formalnej i matematyki sprawia, że aksjomatyzacja poszczególnych teorii fizykalnych jest rzeczą trudną, ale możliwą do zrealizowania. Zawirski wyraźnie też stwierdza, że aksjomatyzacja teorii fizykalnych nie może mieć charakteru prawd wiecznych, niewzruszalnych. Cechą natomiast aksjomatów matematycznych fizyki powinno być to, by wiązały one rezultaty doświadczeń w system wolny od sprzeczności¹⁰. Trzeba dodać, że metodę dedukcyjną aksjomatyczną stosowano również w biologii.

Należy podkreślić, że według logików stosować logikę formalną do nauk przyrodniczych to nie tylko stosować metodę tej dyscypliny. W Polsce pojawiła się pierwsza publikacja dotycząca stosowania logiki wielowartościowej w teoriach fizyki. Autorem tej publikacji był wspomniany Z. Zawirski¹¹. Zastanawiając się nad możliwością stosowania wielowartościowych systemów logicznych w naukach przyrodniczych, miał na myśli gotowe systemy oraz takie, które można skonstruować. Zauważa 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 całość¹². Zawirski 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”¹³.

To ostatnie stwierdzenie, cytując tekst Zawirskiego, zamieściłem w mojej rozprawie habilitacyjnej. W czasie kolokwium habilitacyjnego ks. prof. Mazierski poprosił mnie o głębsze wyjaśnienie treści zawartych w tej tezie Zawirskiego. Udzieliłem odpowiedzi uwzględniającej ówczesny stan wiedzy o systemach logiki formalnej. Przez wiele lat, w wolnych chwilach, zastanawiałem się nad tym, jak możliwie najgłębiej należy rozumieć ukazaną tezę Zawirskiego. Wydaje się, że cytowaną wypowiedź polskiego logika można zrozumieć na tle dociekań dotyczących przedmiotu klasycznego rachunku

⁹ Por. t e n ż e, *Próby aksjomatyzacji fizyki i ich znaczenie filozoficzne*, „Przegląd Filozoficzny” 30 (1927), s. 289.

¹⁰ Por. t e n ż e, *Metoda aksjomatyczna*, 2 (1923-1924), s. 39.

¹¹ Por. t e n ż e, *Próby stosowania logiki wielowartościowej do współczesnego przyrodniczości*, „Sprawozdania Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk” 5 (1931), s. 40-42.

¹² Por. t e n ż e, *Science et philosophie*, Varsovie 1937, s. 2.

¹³ Por. t e n ż e, *W sprawie syntezy naukowej*, „Przegląd Filozoficzny” 39 (1936), s. 351.

zdań. Już wyżej podkreślono, że klasyczna logika zdań powstała w związku z ontologiczną wizją świata. Łukasiewiczowi i Zawirskiemu wydawało się, że logika wielowartościowa ma również związek z rzeczywistością ujmowaną poznawczo w myśleniu ontologicznym¹⁴. W literaturze przedmiotu zostało ukazane, że prawa logiki klasycznej stwierdzają niektóre obiektywne związki między stanami rzeczy, między faktami, które to związki stanowią logiczną strukturę świata¹⁵. Wydaje się, że tezę Zawirskiego, głoszącą, iż twierdzenia logiki mówią o rzeczywistości bardzo wiele, bodaj czy „rzeczy nie najważniejsze”, należy rozumieć w świetle ujęć dotyczących przedmiotu logiki klasycznej¹⁶. Można powiedzieć, że twierdzenia klasycznej logiki zdań, a według Zawirskiego to samo dotyczyłoby i twierdzeń logiki wielowartościowej, stwierdzają najbardziej podstawowe związki, jakie zachodzą w rzeczywistości między faktami (stanami rzeczy, zdarzeniami). Z kolei prawa nauk empirycznych są syntetycznymi twierdzeniami ściśle ogólnymi, opisującymi jakiś wewnętrzny i konieczny związek między zjawiskami pewnego typu, zwany prawidłowością przyrody¹⁷.

Prawa logiki klasycznej są prawdziwymi wyrażeniami zdaniowymi zbudowanymi wyłącznie ze stałych logicznych i zmiennych (ewentualnie nawiasów)¹⁸. Podstawową częścią klasycznego rachunku logicznego jest logika zdań. Prawa logiki zdań zbudowane są z funkcyj prawdziwościowych i zmiennych (ewentualnie nawiasów). Rodzi się pytanie dotyczące tego, jakie to związki są wyrażane za pomocą następujących dwuargumentowych funkcyj prawdziwościowych: funkcyj koniunkcji, funkcyj alternatywy zwykłej, funkcyj dysjunkcji H.M. Sheffera, funkcyj równoważności, funkcyj alternatywy rozłącznej, funkcyj równoczesnego zaprzeczania, funkcyj implikacji materialnej. Wydaje się, że w literaturze przedmiotu odpowiedź na to pytanie została udzielona. Za pomocą wyżej wyliczonych funkcyj i w kolejności wyżej ukazanej są stwierdzane następujące związki zachodzące między faktami (stanami rzeczy, zdarzeniami)¹⁹: związek współzależności dwóch faktów (zdarzeń, zjawisk), związek niewspółzależności dwóch faktów, zwią-

¹⁴ Por. M. Lechniak, *Interpretacje wartości matryc logik wielowartościowych*, Lublin 1999, s. 132-156.

¹⁵ Por. Ajdukiewicz, *Zarys logiki*, s. 5-6.

¹⁶ Por. S. Kiczuk, *Przedmiot logiki formalnej oraz jej stosowalność*, Lublin 2001, s. 7-52.

¹⁷ Por. J. Such, *Prawo naukowe*, [w:] *Filozofia a nauka*, red. Z. Cackowski, Warszawa 1987, s. 519.

¹⁸ Por. L. Borkowski, *Wprowadzenie do logiki i teorii mnogości*, Lublin 1991, s. 21.

¹⁹ Por. Z. Kraszewski, *Logika – nauka rozumowania*, Warszawa 1975, s. 120-123.

zek niewspółzajścia dwóch faktów, związek zgodności dwóch faktów pod względem zachodzenia faktów, związek niezgodności dwóch faktów pod względem zajścia faktu, związek współniezajścia dwóch faktów. Funktor implikacji materialnej, wyrażający związek warunkowy dwóch zdań, nie posiada odpowiednika, jak pisze logik Z. Kraszewski, wśród relacji zachodzących między faktami. Funktor implikacji materialnej w klasycznym rachunku logicznym jest definiowany następująco: $(p \rightarrow q) \equiv (\sim p \vee q)$. Mając na uwadze tę definicję, na przykład prawo simplifikacji dla koniunkcji symbolicznie zapisane $(p \wedge q) \rightarrow p$, tj. $\sim (p \wedge q) \vee p$, należy odczytywać jako stwierdzające związek niewspółniezajścia zajścia faktu opisanego przez wyrażenie zdaniowe $p \wedge q$ i niezajścia faktu opisanego przez wyrażenie zdaniowe p (bądź przez wyrażenie zdaniowe q).

Nasuwa się pytanie: Jaką rolę, poza dostarczaniem wzoru metody porządkowania twierdzeń, przypisywał Zawirski i inni logicy systemowi logiki formalnej w teoriach fizyki? Rekonstruuując i eksplikując jego poglądy na ten temat, weźmy pod uwagę przede wszystkim stanowisko tegoż autora dotyczące możliwości stosowania logiki trójwartościowej Łukasiewicza, 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 poszczególne nauki uzasadniają pośrednio swoje twierdzenia. Na III Polskim Zjeździe Filozoficznym (1936 r.) mówił on o możliwościach zbudowania systemu wiedzy dotyczącej wszystkich przedmiotów realnych (systemat wiedzy o wszechświecie, łącznie z metafizyką). Zawirski nie wyklucza udziału intuicji w budowie takiego systemu²⁰. Dodaje jednak, że dane intuicyjne są nieraz chwiejne, a nawet sprzeczne ze sobą, przeto zachodzi potrzeba ujęcia przeświadczeń intuicyjnych w system aksjomatyczny, gdyż dopiero wtedy można mieć pewność, że wie się już samemu, co chce się powiedzieć, i że się jest dobrze rozumianym przez innych.

Myśl o intuicji jaśniej wyraża J. Łukasiewicz (z czym niewątpliwie zgodny był Zawirski), pisząc, że intuicja wykracza na wszystkich frontach myśli ludzkiej tam, gdzie rozciąga się przed nami teren nie zdobyty przez naukę, nie prześwietlony myślą racjonalną, ciemny, czyli taki, na który nie wkroczyło myślenie dyskursywne wraz z całym aparatem logistyki, by zdobyć intuicji, która łatwo może się mylić, skontrolować, uporządkować, zracjonalizować²¹.

²⁰ Por. Zawirski, *W sprawie syntezy*, s. 348.

²¹ Por. J. Łukasiewicz, *W obronie logistyki*, „*Studia Gnesnensia*” 15 (1937), s. 18.

Mając powyższe na uwadze, można powiedzieć, że naszemu logikowi chodziło o teorię fizykalną definitywnie zdobytą dla nauki. Wykrycie odpowiedniego systemu logiki (wśród – zdaniem Zawirskiego – innych równouprawnionych, a często różniących się liczbą tez) dla teorii fizykalnej, to ukazanie struktury międzyzdaniowej tej teorii, bo ujęć bardziej wewnętrznych i ilościowych dostarcza teorii fizykalnej matematyka.

Ogólnie rzecz ujmując, można powiedzieć, że zidentyfikowanie systemu logiki, który jest stosowany w danej teorii przyrodniczej, ułatwia formalne wyrażanie teorii, dopomaga – jeżeli zachodzi taka potrzeba – jej zaksjomatyzowaniu i sformalizowaniu. Dla każdej teorii naukowej zidentyfikowanie systemu logiki w niej zawartego dostarczyłoby sposobu sprawdzania wywodów naukowych, gdyż nie wolno poprzestać na własnych czy narzuconych poczuciach ścisłości.

Zdaniem Zawirskiego logika trójwartościowa Łukasiewicza daje na przykład sposób rozumienia teorii komplementarności N. Bohra. Wydaje się, że ta wypowiedź nie oznacza, iż Zawirski swoją wiedzę dotyczącą teorii Bohra uważał za niedoskonałą subiektywnie w punkcie wyjścia. Dla niego ta teoria do chwili wykazania, że związek jednych faktów naukowych (teoretycznych) z innymi, których ona dotyczy, odpowiada logice trójwartościowej, była niedoskonała obiektywnie, gdyż nie znano jej struktury²². Warto dodać, że i Łukasiewicz, i Zawirski uważali, iż w logice trójwartościowej odpadają niektóre prawa klasycznego rachunku zdań. Zawirski, logik, występuje jako rzecznik dobrze uporządkowanej teorii fizykalnej. Chce, aby wyrażenia zdaniowe teorii przyrodniczej pozostawały w odpowiedniej, odpoznanej relacji do siebie, do rzeczywistości oraz do twórcy i odbiorcy teorii. Prace Zawirskiego i innych logików, zwolenników Zawirskiego, można również nazwać w pewnym sensie poszukiwaniem modelu interpretacyjnego dla danej dziedziny obiektów, poszukiwaniem formalnej imitacji tej dziedziny.

Trzeba dodać, że zarówno Zawirski, jak i Łukasiewicz oraz inni logicy, których twórczość przypada na pierwszą połowę XX wieku, wszystkie systemy logiki zdań dzielili na systemy logiki dwuwartościowej i systemy wielowartościowe. Obecnie takiego podziału nie uznaje się za adekwatny. Należy podkreślić, że mówiąc o odpowiednim zastosowaniu systemów lo-

²² W literaturze wykazano, że szczegółowe tezy Zawirskiego, dotyczące stosowania logiki trójwartościowej do teorii komplementarności Bohra nie są do zaakceptowania. Jego ogólne tezy programowe, dotyczące m.in. wykorzystania praw logiki w fizyce, nic nie straciły na swej aktualności. Zob. K i c z u k, *Przedmiot logiki formalnej*, s. 123-127.

gicznych w teoriach fizykalnych, Zawirski nie poprzedził swoich wywodów pogłębioną analizą języka fizyki nowożytnej i współczesnej. Analizując różne przykłady podane przez Zawirskiego, H. Reichenbacha, jak i innych autorów, którzy konstruowali tzw. logikę mechaniki kwantowej, trzeba stwierdzić, że autorzy ci nie poszukiwali logiki dla fizyki, której tezy są wyrażane za pomocą ścisłego języka matematyki. Chodziło więc, jak się wydaje, o logikę związaną z jakimś innym, niż ściśle matematyczny, językiem fizyki. Tak więc można powiedzieć, że wiele nieporozumień w dyskusji dotyczącej stosowalności praw logiki formalnej w fizyce nowożytnej i współczesnej pojawiło się dlatego, że w punkcie wyjścia nie został wyczerpująco omówiony problem języka tejże dyscypliny realnej oraz język innych nauk przyrodniczych.

Autorem, który wypowiedział ważne uwagi na temat języka fizyki, był wielki fizyk teoretyczny W. Heisenberg. Pisał on, że przez długi czas mniemano, iż problem języka w naukach przyrodniczych odgrywa tylko rolę podrzędną. W tych naukach wszak chodzi o to, aby możliwie dokładnie obserwować różne obszary natury i na tej podstawie zrozumieć, jak działa przyroda. Wydawało się zawsze, że trudności fizyka czy chemika są związane z niedoskonałością narzędzi zmysłowych badaczy lub aparatury, za pomocą której ma być przeprowadzona obserwacja. Uważano, że przyrodnik może mieć trudności uwarunkowane wielkim skomplikowaniem współzależności zachodzących w przyrodzie, których porządek w fazie początkowej badań przedstawia się jako niezrozumiały. Sądzono jednak – podkreśla Heisenberg – jakoby można było bez trudu mówić o osiągniętych rezultatach i że język nie wymaga odrębnej dyskusji²³.

Zdaniem niemieckiego uczonego sytuacja odnośnie do języka nauk przyrodniczych, a głównie języka fizyki, uległa zasadniczej zmianie po doświadczalnych odkryciach pierwszych dziesięcioleci XX wieku, których teoretyczną analizę udało się przeprowadzić w teorii względności i teorii kwantów. Odkrycie ciał promieniotwórczych spowodowało rewizję poglądów na budowę materii i na proces jej przemiany. Fizycy XX wieku musieli przyzwyczaić się m.in. do tego, aby nie rozpatrywać mikrokosmosu cząstek elementarnych na obraz i podobieństwo makrokosmosu dużych ciał, które są bezpośrednio dostępne zmysłom²⁴. Cząstkom elementarnym, przynajmniej do pewnego stopnia, nie mogą już być przypisane nawet takie własności geo-

²³ Por. W. Heisenberg, *Ponad granicami*, tłum. z niem. K. Wolicki, Warszawa 1979, s. 142-143.

²⁴ Por. Heisenberg, *Physics and Philosophy*, s. 7.

metryczne i kinematyczne, jak kształt i ruch w przestrzeni. Niemiecki fizyk doceniał wartość poznawczą precyzyjnego języka matematycznego, który stosuje fizyka nowożytna i współczesna, ale – wbrew pozytywistom – dostrzegał, że fizyk potrzebuje również innego języka, który nazwał wyobrażeniowym²⁵. Uważał bowiem, że schematy matematyczne mogą odtwarzać przyrodę, ale te schematy mają być porównywane z przyrodą, kontrolowane przez przyrodę. Trzeba – podkreślał – w którymś miejscu przejść od języka matematycznego do języka potocznego, jeżeli chcemy coś powiedzieć o przyrodzie. To zaś ostatnie jest zadaniem nauk przyrodniczych. Fizyka, zdaniem Heisenberga, składa się nie tylko z eksperymentowania i mierzenia po jednej stronie i z aparatu matematycznego – po stronie drugiej. Do obowiązków fizyka należy również ukazanie za pomocą języka potocznego wszystkiego, co właściwie dzieje się w tej grze między eksperymentem i matematyką²⁶. Teoria kwantów – według niego – jest wspaniałym przykładem tego, iż można z pełną jasnością zrozumieć jakąś treść i jednocześnie wiedzieć, że potrafi się ją wyrazić tylko za pomocą obrazów i przypowieści. Tymi obrazami i przypowieściami są tutaj terminy fizyki klasycznej: „fala” i „cząstka”. Nie pasują one dokładnie do rzeczywistego mikroświata. Dobra teoria mikrofizyki zapisana w języku matematycznym pozwala na poprawne wyliczenie, przewidywanie wyników obserwacji. Heisenberg zauważa jednak, że możliwość przewidywania na podstawie matematycznego szkieletu teorii wszystkich zjawisk należących do określonego obszaru nie jest jeszcze rozumieniem tego obszaru doświadczenia. Ptolemeusza ujęcie astronomii pozwalało mu dokładnie obliczyć przyszłe zaćmienie Słońca i Księżyca, ale I. Newton był pierwszym, który rozumiał ruch planet. Rozumieć – według Heisenberga – oznacza rozpoznanie powiązań, widzenie tego, co poszczególne jako przypadku czegoś ogólniejszego. Umiejętność rachunkowego obliczenia z góry jest często konsekwencją tak pojętego rozumienia, posiadania właściwych pojęć, ale nie jest tym samym co rozumienie. (Na przykład M. Faraday zaprezentował zrozumienie zjawisk elektromagnetycznych, ale sformułował to matematycznie dopiero J. G. Maxwell).

Warto dodać, iż Heisenberg był przekonany o tym, że nastąpi przystosowanie słowa mówionego do sztucznego języka matematycznego w teoriach mikrofizyki. Potrzebne są do tego celu nowe, bardziej abstrakcyjne terminy w języku potocznym. Podkreślał on, że w fizyce klasycznej i w teorii względ-

²⁵ Por. t e n Ź e, *Część i całość*, tłum. z niem. K. Napiórkowski, Warszawa 1987, s. 176.

²⁶ Tamże, s. 263.

ności adaptacja języka mówionego do języka ujętego w formuły matematyczne dokonała się sama przez się. Zwłaszcza terminy specyficzne teorii fizycznej Newtona mają pogładową treść zjawiskową i łatwo mogły wejść do języka wyobrazeniowego (potocznego)²⁷.

Z uwagi na powyższe analizy, w których uwzględniono poglądy Heisenberga jako fizyka i filozofa fizyki, można zasadnie powiedzieć, że fizyka nowożytna i współczesna posługuje się dwoma językami. Jednym z nich jest język matematyczny, który zwięźle opisuje stosunki zachodzące w przyrodzie i pozwala obliczyć wartości liczbowe wielkości fizycznych, gdy dane są ilościowe informacje o innych wielkościach. Logiką takiego języka jest klasyczny rachunek logiczny. Fizykowi potrzebny jest również język wyobrazeniowy zbliżony do języka potocznego, za pomocą którego można mówić o eksperymentach i przekazywać zmysłowo uchwytnie obrazy przyrody. Wszystko wskazuje na to, że zarówno Zawirski, jak i Reichenbach – chociaż tego do końca nie uświadamiali – odpowiednio w latach trzydziestych i czterdziestych XX wieku konstruowali logikę mechaniki kwantowej, ale logikę związaną z językiem wyobrazeniowym tej teorii mikrofizycznej. Trzeba też dodać, że w języku wyobrazeniowym fizyki nowożytnej i współczesnej występują funktry nieekstensjonalne, związane z kluczowymi terminami w nim występującymi, takimi jak „czas”, „zmiana”, „przyczyna” itp.

W drugiej połowie XX wieku logicy w sposób wyraźny poszerzyli zakres tego, co nazywano logiką formalną. Zaczęto konstruować systemy logiczne respektujące intensjonalną osobliwość zwrotów czasowych. Aby móc formalizować zwroty języka potocznego lub zbliżone do języka naturalnego zwroty wielu nauk przyrodniczych, logicy wprowadzili funktry wyrażające różne relacje czasowe. Nie można nie wspomnieć o funktrach, których odpowiednikami w języku potocznym są zwroty „i następnie” oraz „i potem”. Logikę takich funktrów skonstruował G. H. von Wright. Fiński logik zbudował m.in. rachunki „And Next”²⁸ i „And Then”²⁹. Studium różnych systemów logiki zdań czasowych ukazuje, że tezy logik ustalają znaczenie różnych funktrów związanych z terminem „czas”, występujących w tych tezach, oraz na różne sposoby charakteryzują następstwo czasowe. Za pomocą

²⁷ Por. Heisenberg, *Ponad granicami*, s. 273.

²⁸ Por. G. H. von Wright, „And Next”, „Acta Philosophica Fennica” 18 (1965), s. 293-304.

²⁹ Por. tenże, „And Then”, „Commentationes Physico-Mathematicae” 1966, nr 7 (32), s. 1-11.

środków logicznych można ukazać to następstwo jako linearne, rozgałęzione, jako nie kończące się w przeszłości i w przyszłości, jako kołowe itp.

O potrzebie korzystania z języka logiki formalnej w naukach przyrodniczych wiele pisał A. W. Burks. Chciał on zapisywać w ścisłej formie zdania przyczynowe nauk przyrodniczych wyrażane w języku zbliżonym do potocznego. Do tego celu potrzebna była logika zdań kauzalnych. Systemy takiej logiki konstruowali m.in. logicy polscy oraz wspomniany amerykański logik i filozof nauki A. W. Burks³⁰.

Trzeba zauważyć, że na gruncie współczesnej teorii nauki podkreśla się, iż wyraz „zmiana” jest jednym z tych terminów, którym się posługuje każda nauka przyrodnicza, a zwłaszcza fizyka. Zbudowane zostały systemy logiki zmiany³¹, których specyficzne funkctory, związane z terminem „zmiana”, oprócz tego, że są wyznacznikami wnioskotwórczych prawidłowości (obok funkctorów prawdziwościowych), mogą być użyte jako terminy techniczne, które mogą służyć wyrażaniu myśli na pewne tematy z większą precyzją, niż czynią to pewne potoczne zwroty. Można powiedzieć, że język odpowiednich systemów logiki zmiany może służyć utrwalaniu, przechowywaniu i komunikowaniu poznania dotyczącego zmiany w naukach przyrodniczych³². We właściwym pełnieniu tych funkcji należy m.in. upatrywać użyteczność poznawczą systemów logiki zmiany i innych systemów współczesnych logik nieklasycznych dla nauk przyrodniczych. Warto dodać, że wspomniane funkcje nazywane są czasem w literaturze czynnościami przypoznawczymi, gdyż w nich wprost nie uzyskujemy informacji o przedmiotach. Te czynności są jednak ściśle związane z uzyskiwaniem informacji. Należy też mieć na uwadze to, że język systemów logicznych nie spełnia wspomnianych funkcji samodzielnie. Muszą wchodzić w grę również odpowiednie uzdolnienia podmiotów poznających³³. W każdym bądź razie w naukach przyrodniczych, w fizyce, stosowanie logiki formalnej może również polegać na odpowiednim wykorzystaniu jej języka, jej stałych logicznych, a zwłaszcza funkctorów nieekstensjonalnych, nieprawdziwościowych. Za pomocą tych funkctorów wyrażane są związki między faktami (zdarzeniami) mniej podstawowe niż za pomocą funkctorów prawdziwościowych. Może to być związek przyczynowy, związek następstwa czasowego itp.

³⁰ Por. A. W. Burks, *Chance, Cause, Reason*, Chicago–London 1977, s. 339-426.

³¹ Por. S. Kiczuk, *Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany*, Lublin 1984, s. 222-243.

³² Por. A. B. Stępień, *Teoria poznania*, Lublin 1971, s. 62.

³³ Por. tenże, *Elementy filozofii*, Lublin 1982, s. 38.

Warto jeszcze dodać, że przyrodnikowi przydatna jest również wiedza czerpana z semiotyki logicznej. W tym dziale logiki szeroko pojętej zawarta jest m.in. teoria dotycząca znaczeniowej strony języka, która zajmuje się sprawą precyzji wyrażeń i, ukazując środki służące do tego celu, podaje bogaty arsenał definicji.

Sumując uwagi wypowiedziane w tym artykule, należy stwierdzić, że logicy, począwszy od lat trzydziestych XX wieku, podejmowali problematykę stosowalności logiki w naukach przyrodniczych, a w wielu przypadkach praktycznie logikę w tych naukach stosowali. W powyższym tekście ukazano, na czym polega stosowanie praw logiki formalnej do nauk przyrodniczych. Podkreślano też, że szeroko pojęta logika formalna nie tylko dostarcza wzoru metody porządkowania też naukom przyrodniczym, zwłaszcza fizyce, ale również usposabia odpowiednio przyrodników do przyjęcia tej metody. Wiele uwagi poświęcono językowi fizyki nowożytnej i współczesnej. Fizyka nowożytna i współczesna posługuje się dwoma językami, tj. językiem matematycznym i tzw. językiem wyobraźniowym. Logiką związaną z pierwszym językiem jest klasyczny rachunek logiczny. W związku z językiem wyobraźniowym fizyki logicy skonstruowali wiele systemów logik nieklasycznych, w których to systemach podaje się prawa rządzące poprawnym użyciem funktorów nieekstensjonalnych, związanych z kluczowymi terminami występującymi w naukach przyrodniczych, takimi jak „czas”, „zmiana”, „przyczyna”. W takich systemach logiki nieklasycznej nie odpadają prawa klasycznego rachunku zdań. Pojawiają się natomiast nowe prawa dotyczące funktorów nieekstensjonalnych, za których pomocą stwierdza się różnego typu związki zachodzące między różnymi zdarzeniami, ale związki bardziej szczegółowe niż te, do których stwierdzenia używa się funktorów prawdziwościowych. Język odpowiednich systemów logik nieklasycznych może służyć utrwalaniu, przechowywaniu i precyzyjnemu komunikowaniu rezultatów poznawczych uzyskiwanych na gruncie nauk przyrodniczych. Tego typu systemy logik nieklasycznych, nadbudowywane nad klasycznym rachunkiem zdań, konstruowane są przez autorów respektujących ontologiczne podejście do szeroko rozumianej rzeczywistości przyrodniczej.

Wydaje się, że uwagi zawarte w tym artykule uświadamiają przyrodnikom i teoretykom poznania przyrodniczego, w jaki sposób badacz przyrody może korzystać z dorobku logików, z różnych działów logiki współczesnej. Świadomość wartości dróg i środków naukotwórczych może służyć wielką pomocą w zdobywaniu i komunikowaniu wiedzy o przyrodzie.

BIBLIOGRAFIA

- Ajdukiewicz K.: Zarys logiki, Warszawa 1960.
- Borkowski L.: Wprowadzenie do logiki i teorii mnogości, Lublin 1991.
- Burks A.W.: Chance, Cause, Reason, Chicago–London 1977.
- Dopp J.: Notions de logique formelle, Louvain–Paris 1965.
- Heisenberg W.: Część i całość, tłum. z niem. K. Napiórkowski, Warszawa 1987.
- Physics and Philosophy, New York 1958.
- Ponad granicami, tłum. z niem. K. Wolicki, Warszawa 1979.
- Kiczuk S.: Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany, Lublin 1984.
- Przedmiot logiki formalnej oraz jej stosowalność, Lublin 2001.
- Kotarbiński T.: Wykłady z dziejów logiki, Warszawa 1985.
- Kraszewski Z.: Logika – nauka rozumowania, Warszawa 1975.
- Lechniak M.: Interpretacje wartości matryc logik wielowartościowych, Lublin 1999.
- Łukasiewicz J.: O determinizmie, [w:] Z zagadnień logiki i filozofii, red. J. Słupecki, Warszawa 1961, s. 114-126.
- W obronie logistyki, „Studia Gnesnensia” 15 (1937), s. 12-25.
- Stępień A.B.: Elementy filozofii, Lublin 1982.
- Teoria poznania, Lublin 1971.
- Such J.: Prawo naukowe, [w:] Filozofia a nauka, red. Z. Cackowski, Warszawa 1987, s. 519-532.
- Wright G.H. von: “And Next”, „Acta Philosophica Fennica” 18 (1965), s. 293-304.
- “And Then”, „Commentationes Physico-Mathematicae” 1966, nr 7 (32), s. 1-11.
- Zawirski Z.: Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo, „Kwartalnik Filozoficzny” 2 (1923-1924), s. 129-157.
- Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo, „Kwartalnik Filozoficzny” 1 (1922-1923), s. 508-545.
- Próby aksjomatyzacji fizyki i ich znaczenie filozoficzne, „Przegląd Filozoficzny” 30 (1927), s. 289-290.
- Próby stosowania logiki wielowartościowej do współczesnego przyrodoznawstwa, „Sprawozdania Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk” 5 (1931), s. 40-42.
- Science et philosophie, Varsovie 1937.
- W sprawie syntezy naukowej, „Przegląd Filozoficzny” 39 (1936), s. 347-352.

LOGICIANS AND LOGIC ON STUDY OF NATURE

Summary

Starting from the 1930s logicians tackled problems connected with applicability of logic in natural sciences and in many cases they tried to practically apply logic in these sciences.

In the article entitled ‘Logicians and logic on study of nature’ it is stressed that the broadly understood formal logic supplies natural sciences, and especially physics, with a paradigm for a method of ordering theses. It is also shown what application of logic laws to natural sciences consists in, and theses are formulated concerning what the laws of classical propositional calculus state. A lot of attention is devoted to the language of modern and contemporary physics. Modern and contemporary physics uses two languages, i.e. the mathematical language and the so-called notional language. The logic of the former language is classical logical calculus. In connection with the notional language logicians construed a lot of systems of non-classical logics in which laws are given that govern the correct use of non-extensional operators connected with

such terms occurring in natural sciences as “time”, “cause”, “change” etc. The language of well construed systems of non-classical logics may serve saving, storing and precise communicating the results obtained on the ground of natural sciences.

Translated by Tadeusz Karłowicz

Słowa kluczowe: logika, funktor prawdziwościowy, funktor nieprawdziwościowy, dwuwartościowy rachunek zdań, wielowartościowy rachunek zdań.

Key words: logic, truth-functional operator, not truth-functional operator, two valued propositional calculus, many-valued propositional calculus