

STANISŁAW KICZUK

SYSTEM LOGIKI ZMIANY

Powstają obecnie różne systemy logik nieklasycznych. Z kolei niektórzy logicy wypowiadają twierdzenia, że w chwili obecnej w logice najwięcej pozostaje do zrobienia w dziedzinie filozofii logiki i w różnych zastosowaniach tej nauki. Mówi się też, że idee ogólne dotyczące użyteczności logik nieklasycznych są najcenniejsze w całej problematyce tych logik¹. Podkreśla się też niekiedy, że pewne systemy logik nieklasycznych - przynajmniej niektórych typów - mogą być poznawczo nieużyteczne, mogą być rozwijane często dla celów prawie "sportowych"². Istnieje zapotrzebowanie na adekwatną, mającą wartość poznawczą, logikę zmiany dla współczesnych nauk przyrodniczych. W tym artykule będą skrótowo ukazane niektóre problemy dotyczące logik nieklasycznych oraz będą wypowiedziane ogólne uwagi dotyczące założeń umożliwiających ocenę i konstruowanie systemów logik nieklasycznych, które z kolei można z powodzeniem stosować w określonych naukach realnych³. Druga część artykułu będzie poświęcona głównie wyrażeniu niektórych założeń, które umożliwiają ocenę i konstruowanie systemów logiki zmiany wartościowych poznawczo we współczesnych naukach przyrodniczych. W ostatnim punkcie tej pracy zarysuje się pewien system logiki zmiany, respektujący uwagi wypowiedziane w dwóch pierwszych punktach artykułu.

1. W literaturze logicznej ukazuje się niekiedy przykłady intuicyjnie poprawnych wnioskowań, których niezawodności nie można wykazać na podstawie logicznych schematów wnioskowania zagwarantowanych przez systemy logiczne klasycznego rachunku logicznego oraz logikę tradycyjną. Takimi są wnioskowania, w których istotną rolę odgrywają funktory modalne, funktory epistemiczne, różne funktory związane z terminem "czas" itp. Powstały systemy aksjomatyczne, nadbudowane nad klasycznym rachunkiem logicznym, w których to systemach ujęto niektóre znaczenia takich funktorów. Można więc wprowadzić podział systemów logicznych na takie, w których występują tylko funktory ekstensjonalne, i na takie, w których mamy do czynienia oprócz funktorów ekstensjonalnych również z funktorami nieekstensjonal-

nymi⁴. Systemy logiczne, w których występują funktory nieekstensjonalne, zaliczane są do logik nieklasycznych /filozoficznych/. Warto zauważyć, że niektóre systemy logik nieklasycznych powstają jako konkurencyjne w stosunku do klasycznego rachunku logicznego i ich status nie jest jednak wystarczająco jasny. Dalsze uwagi zakreślone w zarysie tematem publikacji będą dotyczyły logik nieklasycznych nadbudowanych nad klasycznym rachunkiem logicznym lub tylko nad klasycznym rachunkiem zdań.

W świetle faktu, że znane są obecnie różne systemy logik, czynione są tu i ówdzie rozważania, czy logika jest dana czy wybierana przez użytkownika. B. Sobociński zauważył, że klasyczny rachunek zdań jest narzucony przez rzeczywistość⁵. W literaturze logiczno-filozoficznej zostały poczynione próby obszerniejszego potraktowania tej tezy⁶. Zachodziła potrzeba uwzględnienia pewnych analiz, które przeprowadza się na gruncie tzw. ogólnej teorii bytu. Podkreślono, że analiza ludzkiego poznania ujawnia, iż należy odróżnić poznanie treści przedmiotu, która go kwalifikuje, od bardziej pierwotnego, niewyraźnego ujęcia tegoż przedmiotu w aspekcie jego istnienia. Podstawą poznania pojęciowego jest kontakt z bytem jako istniejącym. Ten pierwotny stan poznawczy nazywany jest przez niektórych autorów pewnym stanem racjonalnym, pewnym poznawczym polem bytowym, zwanym niekiedy polem świadomości. Fragmentaryzowaniem się naszego kontaktu z bytem jako bytem jest tworzenie pojęć. To ostatnie jest związane z uświadomieniem wspomnianej treści⁷. To, jakie treści człowiek najpierw ujmuje poznawczo, zależy od wielu czynników. Na treściowym etapie poznania potrzeba wiele wysiłku, aby dostrzec związki między pojęciami⁸. To wiąże się z logiką. Warto w tym miejscu zauważyć, że na podstawie wspomnianego pierwotnego poznania przedmiotu w tym aspekcie, że on istnieje, jako racji epistemicznej poznania przedmiotów w aspekcie ilości i jakości, formułuje się pierwsze analogiczne zasady wspólne wszystkim dziedzinom przedmiotów. Tak postępuje się na gruncie ogólnej teorii bytu, która bada to, co istnieje, ze względu na to, że istnieje, czyli bada byt jako byt. Trzeba też przypomnieć, że przynajmniej niektóre pierwsze zasady pojawiły się w filozofii znacznie wcześniej, niż zostały stworzone zarysy ogólnej teorii bytu. Ryły one bowiem znane w najwcześniejszych stadiach filozofii perypatetyckiej jako tezy ontologicz-

ne lub niekiedy nawet jako tezy logiczne⁹. Godne zauważenia jest to, że filozoficzne pierwsze zasady, ukazywane na gruncie ogólnej teorii bytu, mogą być interpretowane na wiele sposobów. W metafizyce niezmiernie ważną rolę odgrywają zasady niesprzeczności i wyłączonego środka. Te i inne odpowiednio sformułowane zasady prezentują, z punktu widzenia ogólnej teorii bytu, rezultaty poznawcze odnoszące się do każdego bytu i pretendują do tego, że ustalają warunki konieczne bycia czymś istniejącym, a więc wyrażają w pierwszym rzędzie rezultaty poznawcze dotyczące tego, co warunkuje realistyczne poznanie za pomocą pojęć abstrakcyjnych. Z kolei okazuje się, że na przykład ze sformułowania metafizycznej zasady niesprzeczności, które to sformułowanie pojawia się w kontekście pozaformalnych dociekań filozoficznych, można wydobyć treść semiotyczną, dotyczącą spójnika negacji i koniunkcji. Będzie to klasyczne rozumienie tych spójników. Można więc na podstawie zasady filozoficznej sformułować odpowiednie prawo klasycznej logiki zdań, a nawet sformułowanie: "Nie jest tak, że byt istnieje i byt nie istnieje" traktować jako podstawienie prawa logicznego. Akceptacja tego wielce doniosłego prawa klasycznego rachunku zdań rzutuje na sposób rozumienia innych funktorów w tym rachunku i umożliwia ich definiowanie. Trzeba dodać, że jeszcze trzy zasady filozoficzne - tzn. tożsamości, odrębności i podwójnej negacji - też posiadają swe odpowiedniki w prawach klasycznej logiki zdań¹⁰. W świetle faktu, że pewne podstawowe zasady filozoficzne jako podstawowe twierdzenia o bycie - które na gruncie teorii bytu są formułowane na podstawie analizy intelektualnej przeprowadzanej w ciągłym kontakcie z tym, co dane bezpośrednio i naocznie - w swym sformułowaniu zawierają funktory klasycznej logiki zdań, ukazują się podstawowy charakter tego działu logiki. Przy zaakceptowaniu ogólnej teorii bytu tak można rozumieć tezę Sobocińskiego o narzucaniu przez rzeczywistość klasycznego rachunku zdań. Niesprzeczność w świetle tych ustaleń jawi się jako wyznaczona przez świat, jako atrybut rzeczywistości, a nie jako narzucona przez człowieka. Wypada jeszcze zauważyć, że przy akceptacji możliwości ogólnogzystencjalnego podejścia poznawczego do rzeczywistości i epistemologicznego pierwszeństwa takiego podejścia, przy którym nie wchodzi się w charakterystykę ilościowo-jakościową czegokolwiek, można przede wszystkim ustosunko-

wać się do wspomnianych rozważań nad tym, czy logika jest dana czy wybierana przez użytkownika. Wydaje się, że można w takim kontekście powiedzieć, iż logika stosowana tam, gdzie mamy do czynienia z ontologicznym patrzeniem na świat oraz z poznaniem rzeczywistości za pomocą pojęć uniwersalnych, jest w pewien sposób dana. Dotyczyłoby to klasycznego rachunku zdań¹¹.

W literaturze znana jest teoria racjonalnego wyboru. W związku z tą teorią przeprowadza się bardzo obszerne analizy odnośnie do teorii ekonomicznych. Trudno jest jednak zgodzić się z tezą, że wybór teorii logicznej jest szczególnym wypadkiem wyboru jakiegokolwiek teorii. Taka teza, jak się wydaje, jest związana tylko z wizją wiedzy ujmującej rzeczywistość w aspekcie właściwym szczegółowym naukom realnym. Czasami podkreśla się, że doniosłe prawdy filozoficzne są wyrażane w języku nieekstensjonalnym. Mając to na uwadze, niektórzy mniemają, iż system logiczny, który należy zaakceptować, powinien być systemem logiki nieklasycznej. Poszukują jednego takiego systemu jako konkurencyjnego dla klasycznego rachunku logicznego. Przy założeniu jedyności obowiązującego systemu logicznego, co jest związane z założeniem o pewnym monizmie typów wiedzy, mówi się o niektórych wymaganiach, które ten rachunek musi respektować. W związku z tym wskazuje się na prostotę, koherentność, zrozumiałość, testowalność systemu. Czynnikiem testującym miałyby być poprawne intuicyjnie rozumowania. Ekstensjonalność funktorów nie jawi się wśród ukazanych postulatów. Są też autorzy, którzy podkreślają, że czynnikiem wymuszającym przyjęcie takiego czy innego systemu logicznego mogą być pewne, arbitralnie przyjęte filozofie¹². Jako mniej ważne czynniki wymuszające przyjęcie pewnej teorii logicznej ukazuje się niezależność postulatów, elegancję sformułowań, osiągalność form kanonicznych. Nie wszyscy autorzy mówią o niesprzeczności systemu logiki. Utrzymują oni, że niesprzeczność jest zakładana a priori. Najczęściej jednak autorzy nie akceptują tezy, że wybór logiki jest wyłącznie kwestią pragmatyczną. Nie wystarczają bowiem takie kryteria, jak użyteczność, dogodność. Warto też zauważyć, że niekiedy zestawia się trudności związane z wyborem logiki z tymi problemami, które stoją przed ludzkością w związku z wyborem strategii energetycznej. Różne moralne wymuszenia wykluczają opowiedzenie się za nuklearną alternatywą w tym wzglę-

dzie. Z kolei można ukazać fakty, które przemawiają przeciw klasycznej strategii energetycznej. Ocena doniosłości czynników rzutujących na wybór teorii wspomnianej strategii uwarunkowana jest kulturowo i deontycznie. Niektórzy autorzy uważają, że logika Arystotelesa była pewnym wyborem dokonany na gruncie pewnej kultury. Następnym wielkim wyborem był wybór logiki klasycznej. Zdaniem R. Routleya ten ostatni wybór nie zadowalał S. Leśniewskiego, L. E. J. Brouwera, C. J. Lewisa. Trzeba jednak dodać, że różne były powody tego faktu. Na przykład Brouwer odrzucił pewne prawa klasycznego rachunku zdań dla wprowadzonych przez siebie funktorów. Lewis wprowadził nieekstensjonalny funktor ścisłej implikacji. Leśniewski rozszerzył klasyczny rachunek logiczny o prawa formułowane za pomocą stałej oraz o prototetykę.

Warto odnotować, iż panuje zgodność co do tego, że argumentacji za wyborem systemu logicznego nie można podać na gruncie takich rachunków. Skoro argumentacja za wyborem systemu logicznego nie korzysta wyłącznie z metod stosowanych w logice formalnej, dopuszczalne jest każde racjonalne uzasadnienie. Powyższe, skrótowo ukazane analizy uwzględniające ogólną teorię bytu wiele wnoszą w tym względzie¹³. Nie można pochopnie odrzucać klasycznego rachunku zdań. Faktem jest jednak, że klasyczny rachunek zdań i cały klasyczny rachunek logiczny dostarcza zbyt ubogiej aparatury inferencyjnej i językowej do kontrolowania niektórych rozumowań przeprowadzanych na gruncie nauk szczegółowych i filozoficznych oraz do ścisłego utrwalania, przechowywania i komunikowania niektórych typów wiedzy. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby ubogacać ścisły język logiki, aby wprowadzać nowe funktory nawet od argumentów zdaniowych, które to funktory nie są ekstensjonalne, a których odpowiedniki odgrywają ważną rolę w strukturze rozumowań przeprowadzanych na gruncie nauk szczegółowych i filozofii. W tego typu naukach mamy do czynienia z ich przedmiotem w punkcie wyjścia i z ich przedmiotem w punkcie dojścia. Rachunki logiczne pretendujące do tego, by stanowić podstawę takich teorii, muszą mieć tego typu funktory, taki język, za pomocą którego wyrażane myśli o przedmiocie nauki w punkcie dojścia będą faktycznie myślami o tym przedmiocie. Język ten musi być dostosowany do wyników poznania, do struktury poznawanej rzeczywistości.

Ta ostatnia teza wypowiedziana w formie postulatu może być nazwana ogólną zasadą doboru kryteriów adekwatności jakiegoś systemu logiki nieklasycznej. Chodzi o to, że jeśli system logiki nieklasycznej zawierającej funktory intensjonalne ma być adekwatny względem danej nauki, to powinien dostarczyć praw prawdziwych oraz reguł niezawodnych w jej dziedzinie przedmiotowej. Wydaje się, że systemy logik nieklasycznych należy traktować tak, jak na przykład Leśniewski traktował swój system logiczny zwany ontologią. Jak wiadomo, Leśniewski przypisywał określone znaczenie stałym logicznym swych systemów, a tezy teorii dedukcyjnych traktował jako zdania prawdziwe w takim sensie, jak prawdziwe są zdania nauk empirycznych. Nie przeszkadzało to polskiemu logikowi być zarazem radykalnym formalistą. Ujmując rzecz ogólniej, należy stwierdzić, iż można konstruować dla nauk realnych systemy logiki formalnej dostosowane do przedmiotu badań tych nauk¹⁴.

Trzeba jeszcze wypowiedzieć kilka ogólnych uwag na temat konstruowania adekwatnych do pewnych typów wiedzy realnej systemów logicznych, w których występują oprócz funktorów ekstensjonalnych również funktory intensjonalne. O tych ostatnich systemach, zwanych logikami nieklasycznymi, mówi się w literaturze, iż są mniej formalne niż systemy klasycznego rachunku logicznego. W klasycznej logice zdań zmienne zdaniowe reprezentują dowolne zdania. Dokonuje się tu abstrakcji od wszelkiej treści zdań. Zwraca się uwagę na czysto formalny moment prawdziwości lub fałszywości. Z kolei w logice nieklasycznej, gdzie występują na przykład takie funktory temporalne, jak "i potem", "i następnie"; muszą być respektowane pewne założenia ontologiczne. W logice wspomnianych funktorów czasowych takimi założeniami mogą być następujące tezy kosmologiczne: czas jest linearny, czas jest kolisty, czas jest nieskończony w przeszłości itp. Przykładowo wspomniany funktor "i potem" wyraża związek prawdziwościowy i pewne następstwo czasowe. Jeżeli ustalimy, że kontinuum czasowe, które wchodzi w grę w pewnej nauce realnej, jest linearne, to można przyjąć tylko takie aksjomaty osobliwe, charakteryzujące "i potem", które nie wykluczają linearności czasu. Zdania o zdarzeniach /ewentualnie o stanach rzeczy itp./, które pozostają do siebie w odpowiedniej relacji czasowej i realizują się w czasie linearnym, wyznaczają pole neutralności tre-

ściowej tego funktora. Związki bowiem między takimi wyrażeniami zdaniowymi zawierającymi funktor "i potem", które to wyrażenia nie negują cechy linearności czasu, mogą już być czysto formalne. W konstruowaniu logiki funktora "i potem" nie można więc abstrahować od pewnej teorii czasu. To samo dotyczy innych funktorów temporalnych. Są one neutralne treściowo w systemie logiki, który respektuje przyjętą teorię czasu. W klasycznej logice zdań tezami są wyrażenia zbudowane zgodnie z regułami składni, które to wyrażenia sprawdzają się metodą zerojedynkową. W systemie funktora "i potem" tezami są tezy klasycznego rachunku zdań, specyficzne aksjomaty z funktorem "i potem" oraz konsekwencje wymienionych tez i aksjomatów. Akceptacja aksjomatów i niektórych reguł dowodzenia musi być jednak uwarunkowana ich zgodnością z przyjętymi ontologicznymi, kosmologicznymi założeniami dotyczącymi czasu. Podobnie można mówić o systemach charakteryzujących inne funktory nieekstensjonalne, które to systemy są nadbudowane nad klasycznym rachunkiem logicznym. Na przykład osobliwe aksjomaty i tezy zawierające epistemiczne funktory nieekstensjonalne wyrażają pewne założenia, które dotyczą wiedzy ludzkiej i bytu ludzkiego. Zwraca się uwagę, że tak zwana zwykła logika epistemiczna nie wyraża założeń dotyczących ludzkiej wiedzy albo wyidealizowanej ludzkiej wiedzy, ale wyraża założenia dotyczące częściowej wiedzy wszyskwiedzącego bytu¹⁵. Warto jeszcze dodać, że w najnowszej literaturze próbuje się dowodzić, iż w pewnych kontekstach, w których występują terminy modalne, można stosować taki lub inny system logiki modalnej. Podkreśla się, iż systemy modalne wyrażają różne idee możliwości i konieczności¹⁶. Wybór adekwatnego systemu modalnego związany jest więc również ze studium założeń, które są wyrażane przez systemy logik modalnych.

Należy jeszcze zauważyć, że założenia, zwłaszcza ontologiczne, które mają być respektowane przez systemy logik nieklasycznych, można nazwać semantyką opisową tych systemów. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby podać również dla tych systemów odpowiednią semantykę formalną z wykorzystaniem aparatu teoriomnogościowego. Adekwatność takiej semantyki formalnej względem określonej dziedziny nauki trzeba również wykazać za pomocą dociekań należących już do filozofii nauki. Wydaje się, że właściwy tok rozwojowy dostosowanych do określonych typów wiedzy systemów lo-

gik nieklasycznych jest następujący: najpierw trzeba konstruować adekwatny system aksjomatyczny, a potem ściśle dostosowaną do tego systemu semantykę formalną. Taki był m.in. tok rozwojowy logik zdań temporalnych A. N. Priora. Sama logiczna aparatura teoriomodelowa, bez odpowiednio uzasadnionych, wspomnianych uzgodnień, cechuje się ograniczonością z filozoficznego punktu widzenia. W literaturze filozoficzno-logicznej znane są ostrzeżenia przed zbytnimi nadziejami związanymi z jej filozoficznymi zastosowaniami¹⁷.

2. Zagadnienie zmiany jest jednym z najstarszych problemów filozoficznych. Wybierano rozmaite punkty widzenia, aby wyjaśnić przemiany zachodzące w świecie. Warto zauważyć, że na gruncie teorii nauki podkreśla się, iż wyraz "zmiana" jest jednym z kilku podstawowych terminów, za pomocą których mówi o świecie fizyka. Wielkie odkrycia w fizyce XX w. nie pozostały bez wpływu na poglądy leżące u podstaw myślenia przyrodniczego, na filozoficzne założenia przyrodoznawstwa. Musiały ulec modyfikacji pojęcia czasu i przestrzeni. W filozofii nauki poświęcono wiele miejsca temu zagadnieniu. Nie dość jednak naświetlono pojęcie zmiany, które wiąże się ściślej niż pojęcie czasu i przestrzeni z akceptowaną aktualnie wizją najgłębszego poziomu ontycznego rzeczywistości fizycznej.

Trzeba przypomnieć, że ścisłe prawa teorii fizycznej wyraża się w języku matematyki. Odkryto nawet obraz matematyczny zjawisk atomowych. Na podstawie tego obrazu można wyczytać podwójną naturę promieniowania i materii. Dzięki wzorom matematycznym istnieje możliwość wyliczenia pewnych wielkości, o ile inne są dane. Nie ulega wątpliwości, że logiką języka matematycznego jest klasyczny rachunek logiczny.

Język matematyczny nie jest jednak jedynym językiem, którego chcą używać profesjonalni fizycy oraz filozofowie nauki. L. de Broglie mówił, że fizyka współczesna rozwiązała w znacznej mierze kwestie formalizmu matematycznego, ale nie rozwiązała trudnego zagadnienia interpretacji. Rozwiązanie tego problemu, zdaniem francuskiego fizyka, będzie wymagało usilnej pracy tych, których główna troska jest skierowana ku zrozumieniu natury świata fizycznego. Tak więc można mówić o wielkich trudnościach napotykanych przez fizyków teoretyków w związku z interpretacją konkretną, ontologiczną aparatu matematycznego, który

zawarł w swych formach na przykład świat atomów, ale uczynił go niedostępnym wyobraźni. W związku z tym trudno jest mówić o zrozumieniu tego, co potocznie nazywamy materią, przez fizykę współczesną. Aby świat atomu uczynić powszechnie zrozumiałym, trzeba fakty tam odkrywane wyrażać w odpowiednim języku, zbliżonym do potocznego.

Fizycy podkreślają, że przez kilka stuleci ludzie żywili przekonanie, iż w przyrodoznawstwie nie istnieje problem adekwatnego języka. Wydawało się, iż można bez trudu mówić w języku potocznym o osiągniętych rezultatach. W XX w. sytuacja uległa zmianie. Doświadczalne odkrycia, które teoretycznie przeanalizowano na gruncie teorii względności i teorii kwantów, spowodowały rewizję podstaw fizyki. Mówienie o nowych obszarach badań zaczęło sprawiać kłopoty¹⁸. Zdaniem Heisenberga można nawet uznać, że nastąpiło przystosowanie sztucznego języka matematycznej teorii względności i odpowiedniego języka fizyków eksperymentujących. Na gruncie teorii względności powstał pewien sposób mówienia o stosunkach przestrzennych i czasowych w wielkiej skali. Przy opisie współzależności ujętych matematycznie w teorii kwantów zawodzi zbliżony do potocznego język fizyki klasycznej. Trudno jest jednoznacznie mówić o samych cząstkach, które w pewnych eksperymentach okazują oblicze korpuskularne, a w innych falowe. O takich cząstkach fizyk musi mówić w języku zbliżonym do potocznego, jeżeli chce rozumieć swoje eksperymenty. Każdy bowiem eksperyment fizyczny musi być opisany w takim języku. Językiem eksperymentującego fizyka jest dziś w zasadzie język odpowiadający matematycznemu formalizmowi fizyki klasycznej. Czynności obserwacyjne mają charakter makroskopowy. W tym znaczeniu fizyka klasyczna zachowuje prymat w stosunku do fizyki współczesnej. W języku interpretującym fizyki klasycznej można wykryć grupę niezmiernie ważnych pojęć ogólnych. Do takich należą: czas, przestrzeń, przyczynowość, masa, siła, energia, zmiana, ciało. Te pojęcia występują również w odpowiednich językach innych teorii fizycznych, ale ich treść może ulegać pewnym zmianom. W języku odpowiadającym matematycznemu formalizmowi teorii kwantów również nie może zabraknąć tych podstawowych składników pojęciowych nauk o przyrodzie /przynajmniej niektórych z nich/. Niewątpliwie wystąpi tam kategoria zmiany.

W świetle powyższych rozważań wydaje się, że logika dostosowana do nauk przyrodniczych /łącznie z fizyką/ musi być jakoś związana ze wspomnianymi pojęciami podstawowymi dla przyrodoznawstwa. W języku przystosowanym do języka matematycznego teorii fizykalnych, już ukształtowanym lub tworzonym, występują funktory związane przynajmniej z niektórymi z wyżej wspomnianych kategorii, np. funktor "i potem". W tej grupie systemów logicznych nie może zabraknąć miejsca dla logiki zmiany. Z terminem "zmiana" może być związanych wiele funktorów. A oto kontekst, w którym występuje jeden z nich: "Zmienia się to, że p". Logika zmiany, ważna dla całości fizyki i nauk przyrodniczych, miałaby za zadanie badanie formalnych własności głównie tego funktora. Nie jest to zadanie łatwe. Nie mamy tu do czynienia z funktorem prawdziwościowym. Aksjomaty specyficzne charakteryzujące ten funktor muszą uwzględnić pewne treści, muszą respektować pewne założenia, zwłaszcza ontologiczne. Wspomniana w pierwszej części artykułu zasada doboru kryteriów adekwatności ukazuje w zarysie, skąd te treści czerpać, ale nie mówi, ile ich należy uwzględnić. Zagadnienie, jak wiele informacji przedmiotowej o dziedzinie ma dostarczyć pewna formalna reprezentacja, zależy od celów, dla których konstruuje się systemy logik nieklasycznych. Trzeba więc dociekać wspomnianych treści, założeń, co jest związane również z dociekaniami kryteriów adekwatności logik nieklasycznych. Dopiero na podstawie ustaleń można będzie wypowiedzieć konkretne uwagi dotyczące systemów logiki zmiany. Tego typu analizy wyjaśnią też to, dlaczego podstawowe funktory związane z kategorią zmiany muszą być funktorami zdaniotwórczymi od argumentów zdaniowych.

Zanim podejmiemy się to zagadnienie, trzeba wypowiedzieć kilka uwag na marginesie systemów formalnych, które w literaturze filozoficzno-logicznej nazwano logikami mechaniki kwantowej. Powstało kilka zasadniczych grup tego typu rachunków. Z. Zawirski chciał zbudować system logiki wielowartościowej uzgodniony z językiem rachunku prawdopodobieństwa. Osobliwością tej logiki w stosunku do klasycznego rachunku zdań było wprowadzenie większej liczby wartości logicznych. H. Reichenbach usiłował skonstruować język mechaniki kwantowej przez użycie logiki trójwartościowej. Funktory nowej logiki zdań tak charakteryzował matrycowo, aby miały związek z odpowiednimi tabelkami logiki dwuwar-

tościowej. Zakładał, że język nowego systemu musi być również językiem ekstensjonalnym. Mają w nim wystąpić funktory prawdziwościowe, chociaż podważał zasadę dwuwartościowości. Wizja pewnego języka była dla niego zasadą rzutującą na wybór kryteriów adekwatności, które z kolei dotyczyły wartości logicznej praw fizyki oraz wyrażen stwierdzających kauzalne anomalie, zrekonstruowanych w proponowanym języku logiki trójwartościowej. Do ujęcia logiki mechaniki kwantowej zainicjowanego przez G. Birkhoffa i J. von Neumanna nawiązali C. F. von Weizsäcker i W. Heisenberg. Tekst Heisenberga ukazujący potrzebę tej logiki w postaci systemu konkurującego z logiką klasyczną nie jest przekonujący i spójny. Logika mechaniki kwantowej w ujęciu Heisenberga to logika języka fizycznego, który jest przystosowany do matematycznego schematu teorii kwantów. Heisenberg zauważa, że w tym języku posługujemy się terminem "elektron". Podkreśla on, iż w pewnych eksperymentach tak nazwane twory jawią się jako szybko pędzące cząstki naładowane elektrycznie, a w innych jako fale, i nie mogą być traktowane jako cząstki o małej rozciągłości, ponieważ obejmują większe obszary przestrzeni. W świetle tego wyводу nie można traktować elektronu na wzór ciała rozumianego klasycznie. W dalszej części wyводу, potrzebnej do obalenia prawa wyłączniego środka, Heisenberg mówi o elektronie jako o pewnym przedmiocie w sensie fizyki klasycznej. Można uzupełnić pierwszą część jego wyводу i powiedzieć, że elektron jest pewnym zdarzeniem, jest czymś, co bez przerwy działa, zmienia się energetycznie. Wydaje się, że w logice mechaniki kwantowej nurtu von Neumanna za mało dyskutuje się nad ontologią fizyki współczesnej. Skoro elektron nie może być wyobrażony na wzór klasycznego obiektu, nie mają sensu takie zdania, jak "Elektron znajduje się w lewej połowie skrzynki". Język wyobrażeniowy ma być rozwijany zgodnie z podstawowymi ustaleniami dotyczącymi fizyki współczesnej. Wydaje się, że cząstki elementarne można ujmować, jak wspomniiano, w sądach stwierdzających zmienianie się, działanie energetyczne czegoś, aczkolwiek bliżej nieokreślonego. Wypada jeszcze dodać, że Heisenberga zasada doboru kryteriów adekwatności była w istocie związana z wizją pewnego języka logicznego, odmiennego od języka logiki klasycznej¹⁹.

Wydaje się, że systemy logik nieklasycznych adekwatne do nauk przyrodniczych trzeba konstruować tak, aby respektowały

wspomnianą w tym artykule zasadę doboru kryteriów adekwatności logik nieklasycznych. Podjęte w tym względzie inne próby, które zostały scharakteryzowane w poprzednim akapicie, budzą szeregi zastrzeżeń. Między innymi trzeba powiedzieć, że oprócz tego, iż próby te były związane z jedną teorią, zwaną mechaniką kwantową, nie realizowały one, jak się wydaje, dosyć klarownego programu rozwoju logik nieklasycznych. W związku z interesującym nas zagadnieniem logiki zmiany, która jest potrzebna fizyce współczesnej i innym naukom przyrodniczym, a nawet empirycznym, trzeba powiedzieć, że problem zmiany w ogóle i zmiany, o której mówi fizyka współczesna, jest zagadnieniem ontologicznym, gdyż dotyczy w pewien sposób rzeczywistości. Można go tylko za pomocą logiki analizować i prezentować. Aby skonstruować odpowiednią logikę zmiany potrzebną fizyce współczesnej i innym naukom przyrodniczym, które w pewien sposób opierają się na fizyce, trzeba odpowiedzieć m.in. na takie pytania: Co zmienia się w świecie fizyki? Z jakimi rodzajami zmian mamy do czynienia? Trzeba podkreślić, że w fizyce mechanistycznej i w fizyce współczesnej na te pytania udziela się nieco innej odpowiedzi²⁰. O zmianie można było mówić na gruncie wizji świata ukazanej przez Demokryta, w której zakorzenione jest nowożytnie przyrodoznawstwo. Demokryt dopuszczał zmiany zachodzące w zmysłowo rozróżnialnych przedmiotach, ale jako zmiany w psychice człowieka, w subiektywnych odczuciach. Jedynymi zmianami dopuszczalnymi w rzeczywistości obiektywnej były zmiany w relacjach przestrzennych między atomami. Fizykalne ustalenia Kartezjusza usiłowały uzupełnić rodzaj zmian, które mogą zachodzić w przyrodzie. Głosił on tezę, która nie została zaakceptowana przez następców, o podziale i łączeniu się składników elementarnych. Kartezjusz przyjął też tezę, podzielaną przez następców, że zmiany wzajemnego położenia składników elementarnych podlegają pewnym prawom. Newton odnosił zasady ruchu do składników elementarnych i do innych przedmiotów. Na gruncie współczesnego, opartego na fizyce przyrodoznawstwa zmiany trzeba wiązać przede wszystkim z cząstkami elementarnymi, których nie można traktować na sposób atomów fizyki mechanistycznej. Fizycy współcześni przyjmują, że wśród poznanych cząstek elementarnych istnieje tylko sześć rodzajów cząstek i odpowiadających im antycząstek, które w stanie swobodnym są trwałe lub względnie

trwałe. Do nich należą protony, neutrony, elektrony, fotony oraz neutrino elektronowe i mezonowe. Cztery pierwsze rodzaje cząstek odgrywają niezmiernie ważną rolę w strukturze materii. Te wszystkie elementy najgłębszego poziomu ontycznego we współczesnej wizji fizycznej świata są tworamiami osobliwymi. Należy je traktować jako pewne zdarzenia²¹. Niektóre z nich, w pewnych warunkach, mogą wzajemnie oddziaływać na siebie energetycznie. W każdym rodzaju takiego oddziaływania mamy do czynienia ze zmianą cząstek. Jedne z nich bowiem emitują, a inne absorbują nośniki energetyczne²². Trzeba też wspomnieć o swobodnych elektronach. Każdy taki elektron z natury musi emitować i absorbować fotony, czyli kwanty promieniowania elektromagnetycznego, które mogą być różnej wielkości²³. Mamy więc do czynienia ze zmianą typu energetycznego, która nie jest związana z rozważaniami kauzalnymi. Zmiana tego typu, związana przynajmniej z niektórymi rodzajami cząstek elementarnych, a więc z najgłębszym poziomem ontycznym fizyki współczesnej, jest zmianą najbardziej podstawową. Logika zmiany dla przyrodoznawstwa musi w pewien sposób ten moment uwzględnić²⁴.

Zauważono powyżej również to, że cząstki elementarne mogą oddziaływać na siebie. Ale wówczas, biorąc pod uwagę każdą cząstkę, można również powiedzieć, że cząstki zmieniają się energetycznie²⁵. Ryt cząstek jest związany z dokonywaniem się działań energetycznych. Wspomniany funktor "zmienia się to, że" jest funktorem zdaniotwórczym od argumentu zdaniowego. Zwrot z tak odczytanym funktorem można skrótowo zapisać następująco: Zm p. Zmienna "p" może reprezentować - w świetle tego, co powiedziano - zdania dotyczące cząstek elementarnych, które to cząstki są osobliwymi obiektami typu zdarzeniowego. Warto jeszcze zauważyć, że tak rozumiany funktor i tak rozumiana zmienna mogą być użyte również w związku z językiem fizyki klasycznej. Na gruncie tej ostatniej wypowiada się zdania dotyczące zdarzeń również związanych z energią. Oto przykład takiego wyrażenia zdaniowego: Ciało A przekazuje energię.

Należy podkreślić, że potrzeba wprowadzenia m.in. zmienionych zdaniowych w podstawowych systemach ewentualnej logiki zmiany wyniknęła z analizy pewnych tez teoriopoznawczych oraz ontologicznych, która to analiza w tym artykule jest przeprowadzona tylko bardzo skrótowo. Wydaje się, że rozważania filo-

zoficzne doprowadziły również Arystotelesa do wprowadzenia w jego systemie logiki zmiennych nazwowych określonego typu. Mówi się, że w logice zmienna reprezentuje dowolne wyrażenia jakiejś klasy. Zmienna zdaniowa w klasycznej logice zdań reprezentuje dowolne zdanie. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby zawęzić klasę zdań, które mają reprezentować zmienne zdaniowe w jakiejś logice nieklasycznej²⁶. W klasycznym rachunku logicznym, jak już zauważono, dokonuje się abstrakcji od wszelkiej treści zdań. W konstruowanej logice zmiany oprócz czysto formalnego momentu prawdziwości albo fałszywości zdania nie obejmuje się abstrakcją również tego momentu treściowego, że ono dotyczy zdarzenia pewnego typu²⁷.

Dotychczas zwrócono uwagę na pewne bardziej szczegółowe pryncypia przyjmowane przez fizykę. One, jak wskazano, rzutują w pewien sposób na adekwatny do fizyki współczesnej system logiki zmiany²⁸. Trzeba jeszcze zauważyć, że fizycy i przedstawiciele różnych nauk przed przystąpieniem do swej pracy naukowej czynią pewne założenia. Mówi się o założeniach pozabazowych, które dotyczą paradygmatów dyktujących sposób uprawiania nauki w danej epoce, oraz o założeniach bazowych. Innymi słowy, rozróżnia się wewnętrzną i zewnętrzną bazę teorii. Wśród elementów tej ostatniej można wyróżnić założenia teoriopoznawcze i ontologiczne. W świetle faktu, że logika zmiany usiłuje w pewien sposób wyrazić fizykalną, przyrodniczą wizję świata, w tym kontekście niezmiernie ważne są założenia ontologiczne obu wymienionych baz²⁹. Wspomniano już o pryncypjach szczegółowych. Warunkiem jednak istnienia przyrodoznawstwa jest akceptacja dwu zasad pozabazowych, tzn. zasady indukcji i zasady częściowej tożsamości³⁰. Pierwsza z tych zasad głosi powtarzalność elementów w świecie w podobnych warunkach. Druga zasada głosi, że jeżeli pewien element przyrody powtarza się, to powtarza się zawsze określony inny element³¹. Treść zasad indukcji i częściowej tożsamości czynią możliwym owocne posługiwanie się zmiennymi w języku fizyki, w którym wielką rolę odgrywają współrzędne czasu i przestrzeni. W świetle powyższych uwag i obszerniejszych analiz, które można przeprowadzić, wydaje się, iż można znaleźć treści wspólne, związane z funktorem "zmienia się to, że ..." Funktor ten może poprzedzać przynajmniej niektóre zdania o nieco odmiennych treściach. Można na przykład mówić o zmianie działania

energetycznego określonego elektronu, o zmianie działania energetycznego neutronu, o zmianie działania energetycznego Słońca lub ciała z bliska obserwowanego zmysłami. Można mówić o zmianie w przekazie energii przez pewien obiekt itp. Jest rzeczą godną podkreślenia, że treści powyższych zdań dotyczą najważniejszej wielkości każdego działu fizyki i nauk przyrodniczych w ogóle - energii. Dokonujące się działanie energetyczne może być związane z różnymi ciałami i obiektami. Z uwagi na najniższy poziom ontyczny fizyki zmiana dotyczyć będzie właśnie dokonującego się działania energetycznego. Może ona dotyczyć również, zwłaszcza w przypadku fizyki klasycznej, zdarzeń innego typu. W tym miejscu trzeba zauważyć, że funktory prawdziwościowe mogą łączyć zdania dotyczące różnych treści. Argumentami funktora "zmienia się to, że..." mogą być zdania o zdarzeniach. Otakich zdaniach można powiedzieć, że wyznaczają one pole neutralności treściowej tego funktora. Można też powiedzieć, że pole neutralności treściowej wspomnianego funktora nieekstensjonalnego jest węższe niż pole neutralności treściowej funktorów prawdziwościowych. Warto też dodać, że zważywszy na ustalenia dotyczące zmiany w przyrodoznawstwie można różnie zawęzić pola neutralności treściowej funktora "zmienia się to, że...". W tak zawężonych polach różne mogą być jego własności formalne. Wspomniany bowiem funktor, związany z terminem "zmiana", może mieć różne odcienie znaczeniowe w zależności od kontekstu, w którym występuje. W tym artykule zmierza się do skonstruowania bardzo ogólnego systemu logiki zmian, który może być przydatny we współczesnym przyrodoznawstwie i innych szczegółowych naukach realnych, jak również w filozofii nauki.

Faktem jest, że w przyrodoznawstwie, w fizyce, która posługuje się abstrakcją, istnieje możliwość rozpatrywania ciała, grupy ciał lub pewnych bliżej niewyobrażalnych obiektów z jednego punktu widzenia, z pominięciem wszelkich innych własności³². Można na przykład widzieć niektóre ciała lub obiekty niewyobrażalne, zwane cząstkami elementarnymi, tylko jako zmieniające się pod względem swych zasobów energetycznych czy też rodzajów posiadanej energii, czyli jako działające energetycznie, pomijając przy tym nawet fakt, że mamy do czynienia z przekazem lub absorpcją energii czy też z jakimś jeszcze przejawem działania energetycznego. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby ciała lub obiekty nie-

wyobrażalne, swane cząstkami elementarnymi, widzieć jako przekazujące bądź też absorbujące energię. Można je widzieć jako przekazujące bądź też absorbujące energię z większą lub mniejszą intensywnością w porównaniu do typowej. Nic też nie stoi na przeszkodzie, aby widzieć ciała jako zwiększające lub zmniejszające swą prędkość itp. Z funktorem zmiany Z_m , przy uwzględnieniu uwag zawartych w trzech ostatnich zdaniach, wiąże się dany niżej rachunek logiczny $Z I$.

W tym miejscu warto jeszcze dodać, iż z uwagi na fakt, że wszelka materia, wszelkie promieniowanie składają się z cząstek elementarnych, fizycy współcześni niezmiernie intensywnie poszukują praw dotyczących takich cząstek. Takie bowiem prawa ustalają ramy wszelkich prawidłowości fizycznych. Logika zmiany dla języka fizyki zbliżonego do potocznego musi to mieć na uwadze. Wydaje się, że istnieje też możliwość skonstruowania systemów logiki zmiany zawierających takie i tylko takie tezy, które są poprawnie zbudowane i prawdziwe wyłącznie w niektórych modelach zmiany związanych z podstawowym poziomem ontycznym fizyki współczesnej. Takie systemy w tym artykule nie będą konstruowane.

Aby móc konstruować wspomniany już system logiki zmiany, trzeba jeszcze wrócić do ukazanych już zasad indukcji i częściowej tożsamości. Zasada częściowej tożsamości mówi o niezmiennych relacjach zachodzących między elementami przyrody. Trzeba ukazać takie stosunki, bez których uznania przyrodoznawstwo nowożytne i współczesne byłoby niemożliwe. Należy zauważyć, że nauki przyrodnicze poszukują teorii potwierdzających się w doświadczeniu. Teoria czyni zadość temu warunkowi, gdy sprawdzają się jej hipotezy. Każda teoria mogąca sprawdzić się w doświadczeniu powołuje się na stosunki czasowe, powołuje się na to, co przeszłe, teraźniejsze i przyszłe. Można powiedzieć, że relacje czasowe są podstawowym elementem zakładanym przez każdą teorię fizykalną. Nic więc dziwnego, że przynajmniej niektórzy profesjonalni przyrodnicy widzą potrzebę logiki zdań czasowych³³. Warto też jeszcze zauważyć, że przeprowadzane są obecnie analizy dotyczące przestrzeni i czasu w aspekcie pierwotności tych pojęć. Okazuje się, że pewne rozumienie czasu ingeruje tam, gdzie czyni się krytyczne analizy dotyczące pojęcia przestrzeni. Pojęcie czasu urasta do rangi najbardziej podstawowego pojęcia fizyki nowożytnej i współczesnej. Wszystko bowiem, z punktu widzenia fizyki, łącz-

nie ze zmianami wszelkich obiektów fizycznych, dokonuje się w czasie. Wszystkie te uwagi upoważniają do stwierdzenia, że w konstruowaniu ogólnego i prostego systemu logiki zmiany będzie można korzystać z niektórych przynajmniej funktorów logiki zdań czasowych. Powstały różne takie systemy, które formalnie charakteryzują różne funktory czasowe. W pierwszej części artykułu zwrócono uwagę, że aksjomaty osobliwe systemów logiki zdań czasowych mogą respektować różne założenia ontologiczne, kosmologiczne. W konstruowaniu ogólnego systemu logiki zmiany zachodzi potrzeba wykorzystania takiego systemu logiki zdań czasowych, który respektuje podstawowe ujęcia fizyki współczesnej dotyczące czasu, oraz występujący w nim funktor czasowy wyraża najprościej ważne z punktu widzenia przyrodoznawstwa relacje czasowe. Takim systemem jest, jak się wydaje, system "And Then"³⁴. W tym systemie podana jest formalna charakterystyka funktora zdaniotwórczego od dwóch argumentów zdaniowych, które symbolicznie jest oznaczony przez T. Funktor ten posiada odpowiednik w języku potocznym. Można go bowiem odczytać "i potem". Warto dodać, że system "And Then" wyraża linearność czasu. Użycie wspomnianego funktora nie zakłada, że czas jest dyskretny, i nie zakłada, że czas jest ciągły lub gęsty. Trzeba jeszcze podkreślić, iż obecnie głoszona jest teza, że czas w fizyce ma model linii prostej³⁵.

Wypowiedziane w tym artykule uwagi, które dotyczyły założeń umożliwiających ocenę wartości poznawczej i konstruowanie wartościowych poznawczo systemów logiki zmiany dla nauk przyrodniczych, usprawiedliwiają również posługiwanie się, zwłaszcza na terenie mikrofizyki, zdaniami głoszącymi, że jeden obiekt zmienił się w inny. Tego typu zdania mówiące o zmianie będą posiadały następującą strukturę logiczną: "zmienia się to, że p i w rezultacie q". Warto zauważyć, że na gruncie nauk przyrodniczych występują często również takie wyrażenia zdaniowe, jak "zmienia się stan skupienia przedmiotu A", "zmienia się działanie energetyczne przedmiotu A". W tych ostatnich zwrotach funktor związany z terminem "zmiana" jest funktorem zdaniotwórczym od argumentu nazwowego. Mogą też być jeszcze inne funktory związane z terminem "zmiana", które to funktory pojawiają się w języku nauk przyrodniczych.

3. Ogólny rachunek logiki zmiany, który będzie tutaj konstruowany, trzeba nadbudować nad wspomnianym systemem "And Then"³⁶. Von Wright swój system logiki zdań czasowych nadbudował nad klasycznym, aksjomatycznie ujętym rachunkiem zdań. Oto aksjomaty systemu von Wrighta:

- B0. Zbiór aksjomatów klasycznego rachunku zdań
 B1. $/p \vee q \text{ T } r \vee s / \equiv /p \text{ T } r / \vee /p \text{ T } s / \vee /q \text{ T } r / \vee /q \text{ T } s /$
 B2. $/p \text{ T } q / \wedge /r \text{ T } s / \equiv /p \wedge r \text{ t } q \wedge s \vee /q \text{ T } s / \vee /s \text{ T } q /$
 B3. $p \equiv /p \text{ T } q \vee \sim q /$
 B4. $\sim /p \text{ T } q \wedge \sim q /$

Trzeba zauważyć, że w ciągu symboli $\sim, \wedge, \vee, \rightarrow, \equiv, \text{T}$ każdy symbol występujący wcześniej wiąże silniej /krócej/ od wszystkich symboli występujących po nim.

Regułami pierwotnymi systemu "And Then" są: reguła podstawiania, reguła odrywania i reguła ekstensjonalności, która głosi, że jeżeli równoważność zbudowana z dwóch wyrażeń jest tezą, to człony tej równoważności można odpowiednio zastępować wzajemnie w tezach systemu.

Fiński logik naszkicował dowody następujących twierdzeń:

- T 1. $/p \text{ T } q / \vee /p \text{ T } \sim q / \vee / \sim p \text{ T } q / \vee / \sim p \text{ T } \sim q /$
 T 2. $/p \text{ T } p / \vee /p \text{ T } \sim p / \vee / \sim p \text{ T } p / \vee / \sim p \text{ T } \sim p /$
 T 3. $/p \text{ T } q / \rightarrow p$
 T 4. $\sim /p \wedge \sim p \text{ T } q /$
 T 5. $p \wedge /q \text{ T } r / \equiv /p \wedge q \text{ T } r /$
 T 6. $/p \text{ T } q / \equiv p \wedge /t \text{ T } q /$, gdzie t reprezentuje dowolne prawo klasycznego rachunku zdań.
 T 7. $p \wedge /q \text{ T } r / \rightarrow /p \text{ T } r /$
 T 8. $/p \text{ T } q \wedge r / /p \text{ T } q /$
 T 9. $/p \text{ T } q / \wedge /p \text{ T } r / \equiv //p \text{ T } q / \text{ T } r /$
 T 10. $//p \text{ T } q / \text{ T } r / \equiv //p \text{ T } r / \text{ T } q /$
 T 11. $/p \text{ T } /q \text{ T } r // \rightarrow /p \text{ T } r /$
 T 12. $\sim /t \text{ T } \sim p / \rightarrow /t \text{ T } p /$

Nic nie stoi na przeszkodzie, aby system "And Then" oprzeć na założeniowym systemie klasycznego rachunku zdań. Oto definicja tezy tak zmodyfikowanego systemu logiki zdań czasowych:

Tezami pierwszego rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się tylko z pierwotnych reguł klasycznego rachunku zdań dołączania nowych

wierszy do dowodu, oraz 2/ aksjomaty specyficzne systemu "And Then" sformułowane w postaci tez systemu.

Tezami n-go rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się z tez rzędów mniejszych od n oraz tylko z tych reguł dołączania nowych wierszy do dowodu, które są stosowane w założeniowym klasycznym rachunku zdań, oraz 2/ wyrażenie otrzymane z tez rzędów mniejszych od n za pomocą reguły podstawiania oraz reguły ekstensjonalności³⁷.

W systemie "And Then", oprócz twierdzeń podanych przez von Wrighta, można również udowodnić m.in. następujące tezy³⁸:

$$/a/ \quad p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } q/$$

Dowód:

$$1. /p \text{ T } q/ \rightarrow p \quad \text{T } 3$$

$$2. / \sim p \text{ T } q/ \rightarrow \sim p \quad 1$$

$$p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } q/ \quad 2$$

$$/b/ \quad p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } p/$$

Dowód tezy /b/ na podstawie tezy /a/.

$$/c/ \quad p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } \sim p/$$

Dowód:

$$1. / \sim p \text{ T } \sim p/ \rightarrow \sim p \quad \text{T } 3, \text{ podst.}$$

$$p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } \sim p/ \quad 1$$

$$/d/ \quad p \rightarrow /p \text{ T } p/ \vee /p \text{ T } \sim p/$$

Dowód:

$$1. p \equiv /p \text{ T } q \vee \sim q/ \quad \text{B } 3$$

$$2. p \rightarrow /p \text{ T } p \vee \sim p/ \quad 1$$

$$p \rightarrow /p \text{ T } p/ \vee /p \text{ T } \sim p/ \quad 2, \text{ B1, prawa klas. r. zd.}$$

$$/e/ \quad p \wedge \sim /p \text{ T } \sim p/ \rightarrow /p \text{ T } p/$$

Dowód:

$$1. p \rightarrow /p \text{ T } p/ \vee /p \text{ T } \sim p/ \quad /d/$$

$$2. \sim /p \wedge \sim //p \text{ T } \sim p/ \vee /p \text{ T } p/// \quad 1$$

$$3. \sim p \vee //p \text{ T } \sim p/ \vee /p \text{ T } p// \quad 2$$

$$4. \sim /p \wedge \sim /p \text{ T } \sim p// \vee /p \text{ T } p/ \quad 3$$

$$p \wedge \sim /p \text{ T } \sim p/ \rightarrow /p \text{ T } p/ \quad 4$$

$$/f/ \quad p \rightarrow / \sim /p \text{ T } \sim p/ \rightarrow /p \text{ T } p//$$

Dowód:

$$1. p \equiv /p \text{ T } p \vee \sim p/ \quad \text{B3, podst.}$$

$$2. p \rightarrow //p \text{ T } p/ \vee /p \text{ T } \sim p// \quad 1, \text{ B1, prawa klas. r.}$$

$$3. \quad p \rightarrow //p \text{ T } \sim p/ \vee /p \text{ T } p// \quad 2$$

$$p \rightarrow / \sim /p \text{ T } \sim p/ \rightarrow /p \text{ T } p// \quad 3$$

$$/g/ \quad /p \vee q \text{ T } r/ \equiv /p \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } r/$$

Dowód:

$$1. \quad /p \vee q \text{ T } r \vee s/ \equiv /p \text{ T } r/ \vee /p \text{ T } s/ \vee /q \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } s/$$

B1

$$2. \quad /p \vee q \text{ T } r \vee r/ \equiv /p \text{ T } r/ \vee /p \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } r/$$

1

$$/p \vee q \text{ T } r/ \quad /p \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } r/ \quad 2, \text{ prawa klas. r. zd.}$$

$$/h/ \quad /p \text{ T } r/ \rightarrow /p \vee q \text{ T } r/$$

Dowód:

$$1. \quad p \text{ T } r \quad \text{zał.}$$

$$2. \quad /p \text{ T } r/ \vee /q \text{ T } r/ \quad 1$$

$$p \vee q \text{ T } r \quad 2, /g/$$

$$/i/ \quad /p \wedge q \text{ T } r/ \rightarrow /q \text{ T } r/$$

Dowód:

$$1. \quad /p \wedge q \text{ T } r/ \equiv p \wedge /q \text{ T } r/ \quad \text{T 5}$$

$$2. \quad /p \wedge q \text{ T } r/ \rightarrow p \wedge /q \text{ T } r/ \quad 1$$

$$/p \wedge q \text{ T } r/ \rightarrow /q \text{ T } r/ \quad 2$$

Warto dodać, co zresztą już podkreślono, że wszystkie obiekty, wszystkie zdarzenia fizyki trwają w czasie. Czas trwania obiektów, zdarzeń może być różny. To trzeba mieć na uwadze przy rozumieniu odpowiednich wyrażeń logiki zmiany.

S y s t e m Z I

Język systemu Z I

Słownik języka systemu składa się z następujących wyrazów:

1. zmienne zdaniowe: $p, q, r, p_1, q_1, r_1, \dots$, zmienne te reprezentują zdania o zdarzeniach;
2. funktory prawdziwościowe: \sim /negacja/, \wedge /koniunkcja/, \vee /alternatywa/, \rightarrow /implikacja/, \equiv /równoważność/;
3. funktor zdaniotwórczy o jednym argumencie zdaniowym Z_m , który należy czytać: "zmienia się to, że...";
4. funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych T , który należy czytać: "i potem";
5. nawiasy.

W ciągu symboli: $Z_m, \sim, \wedge, \vee, \rightarrow, \equiv, T$ każdy symbol występujący wcześniej wiąże silniej /krócej/ od wszystkich sym-

boli występujących po nim.

Reguły składni języka systemu Z I

Poprawnie zbudowanymi wyrażeniami zdaniowymi są wyrażenia następujące:

1. zmienna zdaniowa;
2. wyrażenie zbudowane z funktora Zm i jego argumentu, którym może być zmienna zdaniowa, lub wyrażenie zbudowane ze zmiennych zdaniowych za pomocą znaków koniunkcji oraz alternatywy, lub wyrażenie, które jest logicznie równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań któremuś z wymienionych dotychczas argumentów. Przyjmuje się, że koniunkcja opisuje zdarzenia polegające na tym, że oba zdarzenia zachodzą. Takie zdarzenie będziemy nazywali koniunkcją zdarzeń /niekiedy jest ono nazywane iloczynem zdarzeń/. Alternatywa z kolei opisuje zdarzenie polegające na tym, że przynajmniej jedno z tych zdarzeń zachodzi. Takie zdarzenie można nazwać alternatywą zdarzeń /niekiedy jest ono nazywane sumą zdarzeń/. Nie przyjmujemy, że negacja zdania o zdarzeniu musi opisywać zdarzenie. Taka negacja stwierdza, że zdarzenie opisane przez dane zdanie nie zachodzi. Ujmując rzecz nieco inaczej, możemy powiedzieć, że dopełnienie zdarzenia nie musi być zdarzeniem w ujęciu przyrodoznawstwa. Trzeba dodać, że traktowanie dopełnienia zdarzeń jako zdarzeń prowadzi do wniosku o istnieniu tzw. zdarzeń niemożliwych³⁹;
3. wyrażenia zbudowane z wyżej wspomnianych za pomocą funktora T według reguł składni obowiązujących w rachunku "And Then";
4. wyrażenia zbudowane z wyżej wymienionych za pomocą funktorów rachunku zdań.

Aksjomaty systemu Z I

- A_0 Zbiór aksjomatów klasycznego rachunku zdań
 A_T Zbiór aksjomatów rachunku "And Then"
 A_1 $Zm\ p \rightarrow p$
 A_2 $/p\ T\ \sim p/ \rightarrow Zm\ p$
 A_3 $Zm\ /p \wedge q/ \rightarrow Zm\ p \vee Zm\ q$

$$A_4 \quad /Zm \ p/ \wedge \ q \rightarrow Zm \ /p \wedge \ q/$$

$$A_5 \quad Zm \ /p \vee \ q/ \rightarrow Zm \ p \vee \ Zm \ q$$

$$A_6 \quad Zm \ p \rightarrow Zm \ /p \vee \ q/$$

Aksjomaty $A_1, A_3 - A_6$ można też odczytać w następujący sposób:

A_1 Zmienia się tylko zdarzenie faktycznie zachodzące.

A_3 Jeśli zmienia się koniunkcja dwóch zdarzeń, to zmienia się przynajmniej jeden z jej członów.

A_4 Jeśli zmienia się jakieś zdarzenie, to zmienia się koniunkcja złożona z tego zdarzenia i dowolnego zdarzenia faktycznie zachodzącego.

A_5 Jeśli zmienia się alternatywa dwóch zdarzeń, to zmienia się przynajmniej jeden z jej członów.

A_6 Jeśli zmienia się jakiś człon alternatywy dwóch zdarzeń, to zmienia się ta alternatywa⁴⁰.

Reguły pierwotne dowodzenia

Pierwsza reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu Z I prawidłowe podstawienie jakiegokolwiek tezy klasycznego rachunku zdań oraz jakiegokolwiek tezy systemu "And Then".

Druga reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu wyrażenie będące prawidłowym podstawieniem tez, w których występuje funktor Zm . Jak już zauważono, argumentem takiego funktora może być tylko jedna zmienna zdaniowa lub też wyrażenie zbudowane z takich zmiennych za pomocą znaków koniunkcji i alternatywy, lub wyrażenie, które jest logicznie równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań któremuś z wymienionych dotychczas argumentów.

Reguła odrywania pozwala uznać za tezę systemu następnik implikacji będącej tezą systemu, o ile tezą systemu jest również poprzednik tej implikacji.

Reguła ekstensjonalności głosi, że jeżeli równoważność zbudowana z dwóch wyrażeń jest tezą, to człon tej równoważności można wzajemnie odpowiednio zastępować w tezach systemu.

Niesprzeczność systemu Z I można udowodnić metodą interpretacji. Funktor Zm zastępujemy w odpowiednich przekładach przez funktor asercji. Funktor T zastępujemy znakiem koniunkcji. Po tych zastąpieniach aksjomaty specyficzne zawierające stałe T i Zm przechodzą w tezy klasycznego rachunku zdań. Stąd - z uwagi na niesprzeczność klasycznego rachunku zdań - wynika niesprzeczność systemu Z I.

System Z I można również oprzeć, podobnie jak system "And Then"

na założeniowym systemie klasycznego rachunku zdań. Oto definicja tezy w tak rozumianym systemie Z I:

Tezami pierwszego rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się tylko z pierwotnych reguł klasycznego rachunku zdań dołączania nowych wierszy do dowodu, oraz 2/ aksjomaty specyficzne systemu "And Then" sformułowane w postaci tez systemu i aksjomaty zawierające funktor Z_m .

Tezami n-go rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się z tez rzędów mniejszych od n i tylko z tych reguł dołączania nowych wierszy do dowodu, które są stosowane w założeniowym klasycznym rachunku zdań, oraz 2/ wyrażenia otrzymane z tez rzędów mniejszych od n za pomocą reguły podstawiania lub reguły ekstensjonalności.

Na podstawie wyliczonych aksjomatów i reguł pierwotnych systemu Z I można dowodzić szeregu twierdzeń. Oto niektóre z nich:

$$/L 1/ \quad p \wedge \sim Z_m p \rightarrow /p T p/$$

Dowód:

1. $/p T \sim p/ \rightarrow Z_m p \quad A_2$
2. $\sim Z_m p \rightarrow \sim /p T \sim p/ \quad 1$
3. $p \wedge \sim Z_m p \rightarrow p \wedge \sim /p T \sim p/ \quad 2$
- $p \wedge \sim Z_m p \rightarrow /p T p/ \quad 3, /e/$

$$/L 2/ \quad \sim Z_m p \wedge \sim Z_m q \rightarrow \sim Z_m /p \wedge q/$$

Twierdzenie /L 2/ można łatwo udowodnić, korzystając z A_3 i odpowiedniego prawa klasycznego rachunku zdań.

$$/L 3/ \quad p \wedge q \rightarrow / \sim Z_m /p \wedge q/ \rightarrow \sim Z_m p \wedge \sim Z_m q/$$

Dowód:

1. $q \rightarrow /Z_m p \rightarrow Z_m /p \wedge q// \quad A_4$
2. $p \wedge q \rightarrow / \sim Z_m /p \wedge q/ \rightarrow \sim Z_m p/ \quad 1$
3. $p \rightarrow /Z_m q \rightarrow Z_m /p \wedge q// \quad A_4$
4. $p \wedge q \rightarrow / \sim Z_m /p \wedge q/ \rightarrow \sim Z_m q/ \quad 3$
- $p \wedge q \rightarrow / \sim Z_m /p \wedge q/ \rightarrow \sim Z_m p \wedge \sim Z_m q/ \quad 2, 4$

$$/L 4/ \quad Z_m /p \wedge q/ \wedge \sim Z_m p \rightarrow Z_m q$$

Twierdzenie /L 4/ można łatwo udowodnić, korzystając z A_3 i odpowiednich praw klasycznego rachunku zdań.

$$/L 5/ \quad /p T \sim p/ \rightarrow Z_m /p v q/$$

Dowód:

1. $p T \sim p \quad \text{zał.}$

$$2. /p \text{ T } \sim p/ \rightarrow \text{Zm } p \quad A_2$$

$$3. \text{Zm } p \quad 2, 1$$

$$4. \text{Zm } p \rightarrow \text{Zm } /p \vee q/ \quad A_6$$

$$\text{Zm } /p \vee q/ \quad 4, 3$$

$$/L 6/ \quad \text{Zm } /p \wedge q \wedge r/ \rightarrow \text{Zm } p \vee \text{Zm } q \vee \text{Zm } r$$

Dowód:

$$1. \text{Zm } /p \wedge q \wedge r/ \quad \text{zał.}$$

$$2. \text{Zm } //p \wedge q/ \wedge r/ \quad 1$$

$$3. \text{Zm } /p \wedge q/ \vee \text{Zm } r \quad 2, A_3$$

$$4. \text{Zm } /p \wedge q/ \rightarrow \text{Zm } p \vee \text{Zm } q \quad A_3$$

$$\text{Zm } p \vee \text{Zm } q \vee \text{Zm } r \quad 3, 4$$

$$/L 7/ \quad \text{Zm } /p \vee q \vee r/ \quad \text{Zm } p \vee \text{Zm } q \vee \text{Zm } r$$

Dowód:

$$1. \text{Zm } /p \vee q \vee r/ \quad \text{zał.}$$

$$2. \text{Zm } //p \vee q/ \vee r/ \quad 1$$

$$3. \text{Zm } /p \vee q/ \vee \text{Zm } r \quad 2, A_5$$

$$4. \text{Zm } /p \vee q/ \rightarrow \text{Zm } p \vee \text{Zm } q \quad A_5$$

$$\text{Zm } p \vee \text{Zm } q \vee \text{Zm } r \quad 3, 4$$

$$/L 8/ \quad \sim p \rightarrow \sim \text{Zm } /p \wedge q/$$

Dowód:

$$1. \sim p \quad \text{zał.}$$

$$2. \text{Zm } p \rightarrow p \quad A_1$$

$$3. \text{Zm } /p \wedge q/ \rightarrow /p \wedge q/ \quad 2$$

$$4. \text{Zm } /p \wedge q/ \rightarrow p \quad 3$$

$$\sim \text{Zm } /p \wedge q/ \quad 4, 1$$

Ostatnie twierdzenie może łatwo być uogólnione do postaci:

$$p_1 \rightarrow \sim \text{Zm } /p_1 \wedge \dots \wedge p_n/ \quad \text{dla } 1 \leq i \leq n.$$

$$/L 9/ \quad \text{Zm } /p_1 \wedge q_1 \vee p_2 \wedge q_2/ \rightarrow \text{Zm } /p_1/ \vee \text{Zm } /q_1 \vee \text{Zm } /p_2/ \vee \text{Zm } /q_2/$$

$$1. \text{Zm } /p_1 \wedge q_1 \vee p_2 \wedge q_2/ \quad \text{zał.}$$

$$2. \text{Zm } /p_1 \wedge q_1/ \vee \text{Zm } /p_2 \wedge q_2/ \quad 1, A_5$$

$$\text{Zm } /p_1/ \vee \text{Zm } /q_1/ \vee \text{Zm } /p_2/ \vee \text{Zm } /q_2/ \quad 2, A_3,$$

prawa klas. r. zdań

Warto podkreślić, że twierdzenie /L 9/ można odpowiednio uogólnić.

$$/ 10/ \quad \text{Zm } p \rightarrow \sim / \sim p \text{ T } \sim p/$$

Twierdzenie /L 10/ można łatwo udowodnić, korzystając z A_2 i /c/.

$$/L 11/ \quad \sim p \rightarrow / \sim q \rightarrow \sim Z_m / p \vee q /$$

Twierdzenie /L 11/ można udowodnić na podstawie tezy $\sim p \wedge \sim q \rightarrow \sim Z_m / p \vee q /$.

$$/L 12/ \quad / \sim p \text{ T } q / \rightarrow \sim Z_m / p \wedge q /$$

Twierdzenie /L 12/ można udowodnić, korzystając z /a/ i /L 8/.

Jak już zauważono w tym artykule, w języku nauk przyrodniczych oprócz bardzo ważnego funktora od jednego argumentu zdaniowego, związanego z terminem "zmiana", występują inne funkcory dotyczące tego terminu. Mówi się bowiem o zmianie przedmiotów, stanów. Nawet można mówić o zmianie zdarzeń, ujętych jako pewne indywidua i wyrażonych za pomocą osobliwie skonstruowanych nazw⁴¹. Wydaje się, że w systemie Z I dają się wyrazić przynajmniej niektóre tego typu zwroty dotyczące zmiany, zwroty, które są używane w języku przyrodoznawstwa. Można bowiem na gruncie systemu Z I rozszerzonego o rachunek predykatów sformułować następujące definicje⁴²:

$$D 1 \quad Z/x/ \equiv \bigvee_P Z_m / P/x /$$

x zmienia się wtedy i tylko wtedy, gdy dla pewnego P zmienia się to, że P/x/.

$$D 2 \quad Z/x, K/ \equiv \bigvee_P / Z_m / P/x / \wedge K/P /$$

x zmienia się ze względu na własności należące do rodzaju K wtedy i tylko wtedy, gdy x zmienia się ze względu na jakąś określoną własność należącą do rodzaju K.

Na przykład przedmiot x zmienia się ze względu na zapach wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje taki określony zapach, że zmienia się to, że x posiada ten zapach.

Oprócz powyższych definicji można jeszcze wprowadzić w Z I rozszerzonym o rachunek predykatów definicje iloczynu i sumy dwóch predykatów⁴³.

$$D 3 \quad P_1 \wedge P_2 /x/ \equiv P_1 /x/ \wedge P_2 /x/$$

$$D 4 \quad P_1 \cup P_2 /x/ \equiv P_1 /x/ \vee P_2 /x/$$

W Z I, który jest ubogacony o definicje D 1, D 2, D 3 i D 4, dowodzi się szeregu twierdzeń. Oto ich przykłady:

$$/Z 1/ \quad \sim \bigvee_P K/P/ \rightarrow \sim Z/x, K/$$

Dowód:

1. $\bigvee_P /Zm/P/x// \wedge K/P// \equiv Z/x, K/$ D 2
2. $\bigvee_P /Zm/P/x// \wedge K/P// \rightarrow \sim Z/x, K/$ 1
3. $\sim \bigvee_P K/P// \rightarrow \sim \bigvee_P /Zm/P/x// \wedge K/P//$ 2, twierdzenie
 $\sim \bigvee_P K/P// \rightarrow \sim Z/x, K/$ 2, 3

$$/Z 2/ \quad \sim \bigvee_P /Zm/P/x// \rightarrow \sim Z/x, K/$$

Twierdzenia /Z 2/ dowodzi się w analogiczny sposób jak twierdzenia /Z 1/.

$$/Z 3/ \quad Z/x, K/ \rightarrow Z/x/$$

Dowód:

1. $Z/x, K/ \rightarrow \bigvee_P /Zm/P/x//$ /Z 2/
2. $\bigvee_P /Zm/P/x// \rightarrow Z/x/$ D 1
 $Z/x, K/ \rightarrow Z/x/$ 1, 2

$$/Z 4/ \quad Zm/P_1/x// \wedge P_2/x/ \rightarrow Zm/P_1 \cap P_2/x//$$

Dowód:

1. $/Zm p/ \wedge q \rightarrow Zm/p \wedge q/$ A₄
2. $Zm/P_1/x// \wedge P_2/x/ \rightarrow Zm/P_1/x/ \wedge P_2/x//$ 1
 $Zm/P_1/x// \wedge P_2/x/ \rightarrow Zm/P_1 \cap P_2/x//$ 2, D 3

$$/Z 5/ \quad Zm/P_1/x// \rightarrow Zm/P_1 \cup P_2/x//$$

Dowód:

1. $Zm p \rightarrow Zm/p \vee q/$ A₆
2. $Zm/P_1/x// \rightarrow Zm/P_1/x/ \vee P_2/x//$ 1
 $Zm/P_1/x// \rightarrow Zm/P_1 \cup P_2/x//$ 2, D 4

Należy jeszcze dodać, że definicje analogiczne do D 1 i D 2 można wprowadzić w systemie Z I rozszerzonym o ontologię Leśniewskiego:

$$DO 1 \quad Z/A/ \equiv A \in V \wedge \bigvee_{\Psi} Zm \Psi /A/$$

A zmienia się wtedy i tylko wtedy, gdy A jest przedmiotem i dla pewnego Ψ zmienia się to, że $\Psi/A/$.

$$DO 2 \quad Z/A, K/ \equiv A \in V \wedge \bigvee_{\Psi \in K} Zm \Psi /A/$$

A zmienia się ze względu na własności należące do rodzaju K wtedy i tylko wtedy, gdy A jest przedmiotem i dla pewnego $\Psi \in K$ zmienia się to, że $\Psi/A/$.

Ze względu na to, że język ontologii Leśniewskiego zawiera wielkie bogactwo kategorii składniowych i jest dobrze skorelowany z językiem potocznym, definicje pewnych terminów dotyczą-

cych zmiany mogą być w systemie Z I rozszerzonym o ontologię Leśniewskiego sformułowane w sposób bardziej zbliżony do tego, w jaki są używane na gruncie języka naturalnego. W takim naturalnym języku, używanym również w naukach szczegółowych, m.in. w przyrodoznawstwie, mówi się często o zmianie cech przedmiotów, ich stanów itp. Na przykład zamiast definicji DO 2 można by wprowadzić określenie:

$$DO\ 2^{\circ}\ Z/C\ \langle A \rangle\ /\equiv\ A\ \in\ V\ \wedge\ \bigvee_{\psi \in C} \langle A \rangle\ Zm\ \psi\ /A/$$

Zmienia się cecha rodzaju C, przysługująca przedmiotowi A wtedy i tylko wtedy, gdy A jest przedmiotem i dla pewnego ψ , które jest określoną cechą rodzaju C przysługującą przedmiotowi A, zmienia się to, że $\psi\ /A/$.

Na przykład zmienia się barwa przedmiotu $A \equiv A$ jest przedmiotem i dla pewnego ψ będącego określoną barwą przedmiotu A zmienia się to, że $\psi\ /A/$. Zmienia się sposób działania energetycznego przedmiotu $A \equiv A$ jest przedmiotem i dla pewnego ψ , będącego określonym sposobem działania energetycznego przedmiotu A, zmienia się to, że $\psi\ /A/$.

Wydaje się, że dla zdefiniowania w systemie logiki zmiany pewnych pojęć dotyczących zmiany, np. pojęcia zmiany ciągłej, nieciągłej, korzystne, a może i niezbędne byłoby oparcie aksjomatów zawierających funktor Zm na jakimś bogatszym systemie logiki zdań czasowych, np. na metrycznej logice zdań czasowych czy też logice zdań czasowych zawierających funktor $U_t p$ /jest tak w chwili t, że p/ i termin denotujący relację wcześniejszości między momentami czasowymi.

Dotychczasowe próby konstrukcji pewnego dosyć ogólnego rachunku, jak również zarysowana skrótowo perspektywa ewentualnego rozwoju logiki zmiany, uwzględniły bardzo podstawowy ze względu na ustalenia semantyki opisowej funktor jednoargumentowy od argumentu zdaniowego "zmienia się to, że...". Zachodzi też potrzeba, jak wyżej zauważono, formalnej charakterystyki funktora występującego w wyrażeniu zdaniowym "zmienia się to, że p i w rezultacie q". Niewątpliwie tego rodzaju funktor można charakteryzować aksjomatycznie, uwzględniając intuicje dotyczące odpowiedniego rodzaju zdarzeń. Można też podać pewną charakterystykę tego funktora, przy bardzo ogólnym ujęciu zmiany, w rachunku, który opiera się na systemie "And Then" z kwantyfikato-

rami wiążącymi zmienne zdaniowe. Ten rachunek oznaczymy symbolem Z II. W rachunku tym wprowadzimy następujące bardzo ogólne definicje⁴⁴:

$$D I \quad p \text{ Zmm } q \quad /p \text{ T } q / \wedge /q \rightarrow \sim p /$$

Zmienia się to, że p i w rezultacie q, wtedy i tylko wtedy, gdy p i potem q i jeżeli q, to nie jest tak, że p.

$$D II \quad \text{Zm } p \equiv \bigvee_q /p \text{ Zmm } q /$$

Zmienia się to, że p, wtedy i tylko wtedy, gdy dla pewnego q zmienia się to, że p i w rezultacie q.

Tak konstruowany system Z II można ująć założeniowo. Dla takiego systemu można podać następującą definicję tezy:

Tezami pierwszego rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się tylko z pierwotnych reguł klasycznego rachunku zdań i reguł dla kwantyfikatorów pozwalających na dołączanie nowych wierszy do dowodu /RO, DA, OA, DK, OK, DE, OE, D \wedge , O \wedge , D \vee , O \vee /, oraz 2/ aksjomaty systemu "And Then" i 3/ definicja D I i DII⁴⁵.

Tezami n-go rzędu są: 1/ wyrażenia, dla których istnieje założeniowy dowód nie wprost, w którym korzysta się z tez rzędów mniejszych od n i tylko z tych reguł dołączania nowych wierszy do dowodu, które są stosowane w założeniowym klasycznym rachunku zdań z kwantyfikatorami, oraz 2/ wyrażenia otrzymane z tez rzędów mniejszych od n za pomocą reguły ekstensjonalności⁴⁶.

W rachunku "And Then" z kwantyfikatorami wiążącymi zmienne zdaniowe, który jest ubogacony o definicje D I i D II, można udowodnić wszystkie aksjomaty, a więc i wszystkie tezy systemu Z I. Oto dowody aksjomatów rachunku Z I:

$$T I \quad \text{Zm } p \rightarrow p$$

Dowód:

1. $\text{Zm } p$ zał.
2. $\bigvee_q /p \text{ Zmm } q /$ 1, D II
3. $p \text{ Zmm } q_1$ 2
4. $p \text{ T } q_1$ 3, D I
- p 4, T 3

$$T II \quad p \text{ T } \sim p \rightarrow \text{Zm } p$$

Dowód:

1. $p \text{ T } \sim p$ zał.
2. $/p \text{ T } \sim p/ \wedge / \sim p \rightarrow \sim p/$ 1
3. $\bigvee_q //p \text{ T } q/ \wedge /q \rightarrow \sim p//$ 2
4. $\bigvee_q /p \text{ Zmm } q/$ 3, D I
 $\text{Zm } p$ 4, D II

T III $\text{Zm } /p \wedge q/ \rightarrow \text{Zm } p \vee \text{Zm } q$

Dowód:

1. $\text{Zm } /p \wedge q/$ zał.
2. $\bigvee_r //p \wedge q/ \text{ Zmm } r/$ 1, D II
3. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim/p \wedge q//$ 2, D I
4. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p \vee \sim q/$ 3
5. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge //r_1 \rightarrow \sim p/ \vee /r_1 \rightarrow \sim q/$ 4
6. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/ \vee /p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim q/$ 5
7. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/ \rightarrow /p \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/$ T 5, T 7
8. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim q/ \rightarrow /q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim q/$ T 5, /i/
9. $/p \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/ \vee /q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim q/$ 6, 7, 8
10. $/p \text{ Zmm } r_1/ \vee /q \text{ Zmm } r_1/$ 9, D I
11. $\bigvee_r //p \text{ Zmm } r/ \vee /q \text{ Zmm } r//$ 10
12. $\bigvee_r /p \text{ Zmm } r/ \vee \bigvee_r /q \text{ Zmm } r/$ 11
 $\text{Zm } p \vee \text{Zm } p$ 12, D II

T IV $/\text{Zm } p/ \wedge q \rightarrow \text{Zm } /p \wedge q/$

Dowód:

1. $\text{Zm } p$ zał.
2. q zał.
3. $\bigvee_r /p \text{ Zmm } r/$ 1, D II
4. $/p \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/$ 3, D I
5. $/p \wedge q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim /p \wedge q//$ T 5, 4, 2
 $\text{Zm } /p \wedge q/$ 4, D I, D II

T V $\text{Zm } /p \vee q/ \quad \text{Zm } p \vee \text{Zm } q$

Dowód:

1. $\text{Zm } /p \vee q/$ zał.
2. $/p \vee q/ \text{ Zmm } r_1$ 1, D II
3. $/p \vee q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p \wedge \sim q/$ 2, D I
4. $//p \text{ T } r_1/ \vee /q \text{ T } r_1// \wedge /r_1 \rightarrow \sim p \wedge \sim q/$ 3, /g/
5. $/p \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p \wedge \sim q/ \vee /q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p \wedge \sim q/$ 4
6. $/p \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/ \vee /q \text{ T } r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim q/$ 5
 $\text{Zm } p \vee \text{Zm } q$ 5, D I, D II

T VI $\text{zm } \quad \text{Zm } /p \vee q/$

Dowód:

1. $Zm\ p\ \text{zał.}$
2. $\sim Zm\ /p\ v\ q/ \quad z. d. n.$
3. $\bigvee_x /p\ Zmm\ r/ \quad 1, D\ II$
4. $/p\ T\ r_1/ \wedge /r_1 \rightarrow \sim p/ \quad 3, D\ I$
5. $\sim \bigvee_x //p\ v\ q/ Zmm\ r/ \quad 2, D\ II$
6. $\sim \bigvee_x //p\ v\ q\ T\ r/ \wedge /r \rightarrow \sim /p\ v\ q// \quad 5, D\ I$
7. $\bigwedge_x //p\ v\ q\ T\ r/ \rightarrow r \wedge /p\ v\ q// \quad 6$
8. $/p\ v\ q\ T\ r_1/ \rightarrow r_1 \wedge /p\ v\ q/ \quad 7$
9. $/p\ T\ r_1/ \rightarrow /p\ v\ q\ T\ r_1/ \quad /h/$
10. $r_1 \quad 4, 9, 8$
11. $\sim p \quad 4, 10$
12. $p \quad 4, T\ 3$

sprzeczność: 11, 12

Tak więc jeżeli przyjmie się bardzo ogólny system Z II, to rachunek Z I jest jego częścią.

Niesprzeczność systemu Z II można udowodnić, interpretując funktor T jako znak koniunkcji, zaś funktory Zmm i Zm odpowiednio jako fałsum dwuargumentowe i jednoargumentowe.

Dotychczas była mowa o systemach logiki zmiany, mogących dostarczyć takiego języka, który z kolei może służyć utrwalaniu, przechowywaniu i komunikowaniu poznania dotyczącego zmiany w naukach przyrodniczych. Najwięcej uwagi poświęcono systemowi Z I, który jako bardziej podstawowo traktujący zmianę, może mieć więcej zastosowań. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby funktora Zm użyć m.in. w formalnej charakterystyce odpowiedniej implikacji kauzalnej. Warto jeszcze dodać, że na podstawie zarysowanych w tym artykule - zresztą bardzo skrótowo - zasad oceniania odpowiedniości logik zmiany można udzielić odpowiedzi na pytanie, czy znane w literaturze systemy logiki zmiany są adekwatne do fizyki współczesnej i opartych na niej nauk przyrodniczych. Krótka odpowiedź na to pytanie byłaby następująca: System logiki kierunkowej L. S. Rogowskiego, będący w gruncie rzeczy systemem logiki zmiany, posiada wartość poznawczą raczej w związku z pewnego typu filozofią niż z przyrodoznawstwem⁴⁷. Podobnie można powiedzieć o systemach S. V. Šešića⁴⁸. Niektóre prace von Wrighta, który wprowadził termin "logika zmiany", są również poświęcone logice zmiany⁴⁹. Do tych prac nawiązują również polscy autorzy⁵⁰. Trzeba jednak zauważyć, że te ostatnio

wspomniane prace fińskiego logika oraz publikacje jego polskich kontynuatorów są związane z logiką czynów i norm. Na gruncie polskim, m.in. w pracach T. Kubińskiego, znajdujemy istotne pogłębienie formalne logiki zmiany zarysowanej przez von Wrighta. Nie wykonano tego jednak ze względu na semantykę opisową związaną z naukami przyrodniczymi. Logika zmiany pozostała w kręgu semantyki opisowej związanej z zachowaniami ludzkimi, z logiką czynów⁵¹. Należy podkreślić formalne wirtuozostwo ujęć w zakresie semantyki formalnej. Trzeba jeszcze dodać, że logika zmiany A. Zinovieva pełni funkcję poznawczą w stosunku do pewnych działań fizyki jako pewnego typu metodologia nauk przyrodniczych⁵².

P r z y p i s y

¹ Por. A. M o r t o n, Recenzja: S. Haack. *Deviant Logic*. Cambridge 1974. "The Journal of Philosophy", 74/1977/ 309.

² Por. N. D. B e l n a p, *Modal and Relevace Logics*, w: *Modern Logic - A Survey*, Dordrecht - Holland 1981, s. 133.

³ Podkreśla się niekiedy, że analiza założeń koniecznych do zbudowania logik nieklasycznych wymaga długich i niełatwych badań. Zob. J. S z u p e c k i, *Próba intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza*, w: *Rozprawy logiczne*, red. T. Kotarbiński, Warszawa 1964, s. 191.

⁴ Funktor jest ekstensjonalny w języku J wtedy i tylko wtedy, gdy wartość logiczna żadnego zdania języka J zawierającego ten funktor nie zmienia się po zastąpieniu jego argumentów odpowiednio przez:

/1/ zdania o tej samej wartości logicznej w wypadku argumentów zdaniowych,

/2/ nazwy lub funkctory równozakresowe w wypadku argumentów nazwowych lub funkctorowych /L. Borkowski/.

⁵ Por. In Memoriam Jan Łukasiewicz, "Philosophical Studies", 6/1956/ 31.

⁶ Por. S. K i o z u k, *Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany*, Lublin 1984, s. 49-56.

⁷ Por. M. A. K r ą p i e c, *Pojęcie - słowo*, "Roczniki Filozoficzne", 26/1978/, z. 1, s. 91-94.

⁸ Trzeba zauważyć, że w treści pojęć uniwersalnych nie występuje odniesienie do istnienia przedmiotu oznaczonego przez te pojęcia. Pojęciami uniwersalnymi są bowiem zarówno "człowiek", jak i "rusałka".

⁹ Por. S. K a m i ń s k i, *Czym są w filozofii i w logice tzw. pierwsze zasady?*, "Roczniki Filozoficzne", 11/1963/, z. 1,

s. 20-22; M. A. K r ą p i e c, *Metafizyka*, Poznań 1966, s. 104-204; A. B. S t ę p i e ń, *Wprowadzenie do metafizyki*, Kraków 1964, s. 45-82; T. K w i a t k o w s k i, Jan Łukasiewicz jako historyk logiki, "Ruch Filozoficzny", 36/1978/, nr 1, s. 1-11.

10 Takiego odpowiednika nie ma filozoficzna zasada racji dostatecznej.

11 Najczęściej mówi się o wyborze, w pewien sposób wymuszonym, systemu logicznego. Autorzy, aczkolwiek niewielu pisze na ten temat, podkreślają, że wybór taki powinien być gruntownie uzasadniony. Często bowiem jest tak, że systemy logiczne bezkrytycznie przyjmuje się od innych. Krytyczna ocena systemów logicznych jest zjawiskiem rzadko dotychczas spotykanym w literaturze.

12 Na przykład nominalizm może skłonić do przyjęcia logiki, w której nie mówi się o istnieniu zbiorów.

13 Wydaje się, że pewne światło na wzajemną zależność i hierarchię przynajmniej wśród systemów logiki zdań rzuca studium wspomnianych pierwszych zasad filozoficznych.

14 Por. S t ę p i e ń, *Wprowadzenie do metafizyki*, s. 82-84.

15 Na ten moment zwrócił uwagę m.in. P. Weingartner w odczycie pt. Paradoxes Solved by Simple Relevance Criteria, który to odczyt został wygłoszony w dniu 21 października 1984 r. na XXX Konferencji Historii Logiki w Krakowie.

16 R. K a n e, *The Modal Ontological Argument*, "Mind", 93/1984/ 336-350.

17 Por. M. P r z e ń c k i, *O świecie rzeczywistym i światach możliwych*, "Studia Filozoficzne", 1974, nr 7/104/, s. 56.

18 Por. W. H e i s e n b e r g, *Ponad granicami*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1979, s. 143-150.

19 Wydaje się, że Heisenberg uległ wpływom środowiska kulturowego lat trzydziestych i czterdziestych naszego stulecia, które to środowisko, zdaniem A. Zinovieva, dążyło do nadania ważnym odkryciom naukowym znamienia przewrotu, nie tylko w pojęciach ludzi o tej lub innej dziedzinie rzeczywistości, ale w samych logicznych podstawach nauki.

20 Obszerniejsze analizy dotyczące rozumienia zmiany w przyrodoznawstwie zamieszczam we wspomnianej książce *Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany*, s. 90-116, 188-193.

21 Przez zdarzenie na ogół rozumie się to, że pewien przedmiot albo pewne przedmioty, lub też pewne całości zmieniają się w pewien sposób. O zdarzeniach mówi się, że wydarzają się, że trwają w czasie. Trudno im przypisać wymiary przestrzenne, chociaż można mówić o ich lokacji przestrzennej. Zob. m.in. P. M. S. H a c k e r, *Events and Objects in Space and Time*, "Mind" 91/1982/ 1-15; J. Ł u k a s i e w i c z, *Analiza i konstrukcja*

pojęcia przyczyny, Warszawa 1906, s. 51; R. M. M a r t i n, *Logic, Language and Metaphysics*, New York-London 1971, s. 101-102; B. R u s s e l l, *Mój rozwój filozoficzny*, tłum. H. Kraheńska i Cz. Znamierowski, Warszawa 1971, s. 15.

Takie ujęcie zdarzenia nie jest opowiedzeniem się bez restrykcji za stanowiskiem A. N. Whiteheada w tej kwestii. Wydaje się, że u podstaw ujęć angielskiego filozofa leżało jego monistyczne stanowisko wobec problemu typów wiedzy. Podkreśla się też w literaturze, że do wyrażenia poznawczo ujętych zdarzeń używa się zdań.

W tym artykule bierzemy termin zdarzenie w takim sensie, w jakim używają go filozofowie nauki. Używamy więc tego terminu w nieco innym sensie, niż czynił to R. Ingarden. Trzeba jednak dodać, że Ingarden był świadom różnych znaczeń tego słowa. Zob. R. I n g a r d e n, *Spór o istnienie świata*, t. I, Warszawa 1960, s. 216-217.

Warto jeszcze zauważyć, że z kolei przez stan rzeczy filozofowie nauki rozumieją posiadanie przez daną rzecz pewnej istotnej z jakis względów cechy, a raczej zespołu cech. Zob. W. K r a j e w s k i, *Związek przyczynowy*, Warszawa 1967, s. 9-11.

22 W tego typu zmianach ma się właściwie do czynienia ze zmianami zmian. Podkreśla się jednak, że nowożytna nauka zaczęła się wtedy, kiedy ludzie przyzwyczaili się do idei zmian zmieniających się /przyspieszenie, opóźnienie w ruchu/. Zob. R u s s e l l, *Mój rozwój filozoficzny*, s. 12. Tego typu ujęcie ma związek z ruchem ruchów, o którym mówił Bergson, oraz z ujęciami A. N. Whiteheada.

23 Podobnie zachowują się protony i neutrony. W wypadku tych ostatnich cząstkami wirtualnymi nie będą fotony, ale pewne rodzaje hadronów.

24 Wiązanie się w pewien sposób podstawowej logiki zmiany z mikrofizyką jest koherentne z tezą L. de Broglie'a, że w dziedzinie mikroskopowej trzeba szukać ostatecznych tajemników rzeczywistości.

25 Przemiana cząstek elementarnych w inne cząstki elementarne to również zmiana typu energetycznego. Jest to jednak zmiana kreująca nowy, elementarny i na obecnym etapie rozwoju nauki nie traktowany jako złożony składnik materii, który ma początek w czasie.

26 J. Słupecki, nadając uwagom filozoficznym Łukasiewicza dotyczącym podstaw trójwartościowej logiki zdań pełniejszą postać formalną, zakłada, że zmienne zdaniowe w niektórych jego wzorach reprezentują wyłącznie zdania o zdarzeniach /dość osobliwie rozumianych/. Dopuszcza też, że w tym samym systemie logiki można mówić o zdaniach, które nie opisują zdarzeń. Zob. S ł u p e c k i, *Próba intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza*, s. 186, 190. Zob. też A. N. P r i o r, *Past, Present and Future*, Oxford 1967, s. 122-127.

27 Prawa tak rozumianej logiki zmiany będą prawdziwe m.in. w każdym niepustym zbiorze ściśle określonych zdarzeń, które mogą się zmieniać.

28 Warto zwrócić uwagę na to, że według fizyki mechanicznej - elementarne, pozbawione struktury wewnętrznej składniki materii były traktowane inaczej. Były one traktowane jako niezmiennie, a zmieniały się tylko relacje przestrzenne między nimi. Logika zmiany konstruowana wyłącznie w związku z fizyką mechanistyczną byłaby inna.

29 Takie ujęcie sprawy respektuje ogólną zasadę doboru kryteriów adekwatności, ukazaną w części pierwszej artykułu.

Wiele cennych uwag, które dotyczą założeń bazowych teorii fizykalnych, dostarcza książka Z. Majewskiego pt. Dialektyka struktury materii /Warszawa 1974/.

30 Por. J. M e t a l l m a n n, Determinizm nauk przyrodniczych, Kraków 1934, s. 374-392.

31 W grę mogą wchodzić przedmioty, stany rzeczy, zdarzenia, własności.

Z zasadą indukcji wiąże się to, co w najnowszej literaturze nazywa się niekiedy zasadą jednorodności czasu, która głosi równoważność wszelkich momentów czasowych ze względu na prawa fizyki. Toczy się dyskusja, czy zasada jednorodności czasu obowiązuje na poziomie mikrokosmosu, makrokosmosu i megakosmosu. Nie poddaje się wątpliwość jej obowiązywalności na poziomie mikrokosmosu i makrokosmosu. Tych obszarów dotyczy fizyka, która bada różne układy. Nauką o wszechświecie jako całości jest kosmologia przyrodnicza. Zob. M. H e l l e r, J. Ż y c i ń s k i, Wszechświat i filozofia, Kraków 1980, s. 200-201.

Mówi się niekiedy, że postulat o niezmienniczości doświadczeń, o niezmienniczości oddziaływań ze względu na przesunięcia w czasie, jak każdy postulat w fizyce, jest tego typu, że nie prowadzi do niezgodności z całym doświadczeniem i obserwacją astronomiczną. Zob. S. S z p i k o w s k i, Czas w mechanice kwantowej, "Roczniki Filozoficzne", 25/1977/, z. 3, s. 21.

Mówi się również o zasadach jednolitości materii i jednolitości praw przyrody. Podkreśla się przy tym, że do XVII w. uważano, iż materia Ziemi jest inna niż materia Księżyca. Słońce miało być zbudowane z jeszcze innego tworzywa. Przy takich założeniach niemożliwa była astrofizyka. Treść tych zasad, jak się wydaje, zawiera się w treści zasad indukcji i częściowej tożsamości. Zob. J. W e r l e, Fizyka w dobie rewolucji naukowo-technicznej, w: Nauka a rewolucja naukowo-techniczna, Wrocław-Warszawa-Kraków 1979, s. 109-111.

32 Por. H e i s e n b e r g, Ponad granicami, s. 174.

33 Do takich autorów należą m.in. J. H. Woodger i C. F. von Weizsäcker.

34 Por. G. H. v o n W r i g h t, "And Then", "Commentationes Physico-Mathematicae. Societas Scientiarum Fennica", 32/1966/, 7, s. 1-11 oraz t e n ż e, "Always", "Theoria", 34/1968/ 208-221.

35 Analizy poświęcone zagadnieniu własności czasu w fizyce można znaleźć m.in. w następujących pracach: Z. A u g u s t y n e k, Własności czasu, Warszawa 1970; E. S k a r ż y ń s k i,

Zagadnienie nieskończoności czasu globalnego, "Roczniki Filozoficzne", 25/1977/, z. 3, s. 47-54; H e l l e r, Ż y c i ń s k i, Wszelki świat i filozofia, s. 194-209.

36 W świetle poczynionych w części drugiej artykułu ustaleń i podobnych im analiz, które można zaliczyć do semantyki opisowej systemów logik nieklasycznych związanych z naukami przyrodniczymi, staje się jasnym to, że w wielu takich systemach należy korzystać w sposób istotny z pewnych rachunków logiki zdań czasowych. Kolejność konstruowania pewnych działów logiki związanych z fizyką nie jest dowolna. Niewątpliwie jako pierwsze muszą być konstruowane odpowiednie logiki zdań czasowych. Logika zmiany z kolei musi być konstruowana przed logiką przyczynowości.

37 Jak wyżej zauważono, oryginalny system "And Then" von Wrighta jest oparty na aksjomatycznym systemie klasycznego rachunku zdań. W związku z kwestią, czy można stosować dowody założeniowe w takich ujętych aksjomatycznie i opartych na klasycznym rachunku logicznym systemach, w których oprócz aksjomatów specyficznych występują reguły specyficzne prowadzące od tez do tez, zostały udowodnione dwa twierdzenia, z których wynika, że można tak postępować. Zob. S. K i c z u k, Stosowalność dowodów założeniowych w systemach opartych na klasycznym rachunku logicznym, "Roczniki Filozoficzne", 32/1984/, z. 1 /w druku/.

Termin "dowód założeniowy" będziemy rozumieli tak, jak to zostało zaprezentowane w książce J. Szupeckiego i L. Borkowskiego pt. Elementy logiki matematycznej i teorii mnogości, Warszawa 1966, s. 10-45, 77-117.

38 Każdy dowód podany w tym artykule można przedstawić w postaci założeniowej w sensie wyżej wskazanym. Niektóre jednak dowody w postaci zwykłych dowodów opartych na aksjomatach są znacznie krótsze. W takich wypadkach przyjmujemy postać krótszą dowodów.

39 Por. L. B o r k o w s k i, W sprawie intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza, "Roczniki Filozoficzne", 25/1977/, z. 1, s. 62, 65.

40 W związku z aksjomatami A_5 i A_6 warto zauważyć, że zdanie alternatywne dotyczy stanu rzeczy, a nie wiedzy o stanie rzeczy. Zdanie takie jest prawdziwe, jeżeli jeden z jego członów jest prawdziwy. Zob. K. A j d u k i e w i c z, Okres warunkowy a implikacja materialna, "Studia Logica", 4/1956/ 121, 123, 124.

41 Tak ujęte i wyrażane nazwowo zdarzenia są o wiele bardziej pojęciowymi konstrukcjami niż ujęte poznawczo i wyrażane za pomocą nazw osoby, zwierzęta itp. Zob. J. L y o n s, Semantics, vol. II, Cambridge 1979, s. 444.

42 W D 1 i w D 2 oraz w dalszych wzorach kwantyfikatory szczegółowy i ogólny będziemy odpowiednio oznaczali symbolami
1 .

43 Definicje D 3 i D 4 mogą być odpowiednio uogólniane.

44 Definicje D I i D II respektują w pewien sposób omówione w tym artykule podstawowe założenia, które umożliwiają ocenę i konstruowanie wartościowych poznawczo w naukach przyrodniczych systemów logiki zmiany. Definicja D II ujmuje również w pewien sposób intuicje K. Ajdukiewicza wyrażone w jego artykule *Zmiana i sprzeczność /w: Język i poznanie, t. II, Warszawa 1965, s. 104/*. Ajdukiewicz stwierdza, że wszelka zmiana polega na przejściu od stanu A do stanu non A, ale że nazwa "stan non A" nie jest nazwą jednostkową jakiegoś określonego stanu rzeczy, lecz nazwą ogólną, pod którą podpadają wszystkie stany różne od A. My przyjmujemy, że zmienne zdaniowe reprezentują zdania o zdarzeniach, a zmiana polega na przejściu od danego zdarzenia do określonego, następującego po nim, różnego od niego zdarzenia.

45 Użyte w tym zdaniu symbole należy rozumieć następująco: RO - reguła odrywania, DA - reguła dołączania alternatywy, OA - reguła opuszczania alternatywy, DK - reguła dołączania koniunkcji, OK - reguła opuszczania koniunkcji, DE - reguła dołączania równoważności, OE - reguła opuszczania równoważności, D - reguła dołączania kwantyfikatora ogólnego, O - reguła opuszczania kwantyfikatora ogólnego, D - reguła dołączania kwantyfikatora szczegółowego, O - reguła opuszczania kwantyfikatora szczegółowego.

46 Trzeba dodać, że reguła podstawiania do tez jest tu regułą wtórną ze względu na regułę D i O .

47 Por. L. S. R o g o w s k i, *Logika kierunkowa a heglowska teza o sprzeczności zmiany*, Toruń 1964.

48 Por. S. V. Š e š i ć, *Logic of Change*, Bologna 1972.

49 Por. G. H. v o n W r i g h t, *Norm and Action*, New York 1963 oraz t e n ż e, *An Essay in Deontic Logic and the General Theory of Action*, Amsterdam 1968.

50 Oto niektóre prace logików polskich poświęcone tej problematyce: T. K u b i Ń s k i, *Kryterium matrycowe dla logiki zmiany von Wrighta*, "Ruch Filozoficzny", 29/1971/, nr 1; t e n ż e, *Logiki czynów i ich semantyka*, "Ruch Filozoficzny", 30/1972/, nr 2; t e n ż e, *Pewna hierarchia nieskończona modalnych logik zmiany*, "Ruch Filozoficzny", 33/1975/, nr 2; S. J. R u d z i Ń s k i, *Logika zmian w "Norm and Action"* G. H. von Wrighta, "Acta Universitatis Wratislaviensis. Prace Filozoficzne /Logika 3/, 12/1973/; Z. Z i e m b a, *Logika deontyczna jako formalizacja rozumowań normatywnych*, Warszawa 1969.

51 Rzucona mimochodem przez S. J. Rudzińskiego /1973/ propozycja wiązania logiki zmiany dla przyrodoznawstwa z kontekstem typu "czynnik x powoduje zmianę T" nie uwzględnia, jak się wydaje, w dostateczny sposób ontologii podstawowej dyscypliny współczesnego przyrodoznawstwa.

52 Obszerniejsze omówienia najbardziej znanych w literaturze systemów logiki zmiany i oceny tych rachunków z punktu widzenia ich odpowiedzialności względem nauk przyrodniczych zamieszczam w cytowanej już książce pt. *Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany*, s. 197-220.

DAS SYSTEM DER ÄNDERUNGSLOGIK

Zusammenfassung

Im ersten Teil des Artikels werden einige Probleme nichtklassischer Logiksysteme besprochen, die der klassischen logischen Rechnung übergebaut sind. Berührt wird hauptsächlich das Problem der ungewöhnlichen Axiome nichtklassischer logischer Rechnungen, in denen nichttextentionale Faktoren auftreten, und damit verbundene Angelegenheiten werden angesprochen.

Der zweite Teil des Artikels ist vor allem dem Ausdrücken der Voraussetzungen gewidmet, die die Beurteilung und das Konstruieren nichtklassischer Rechnungen der Änderungslogik ermöglichen, welche in den zeitgenössischen Naturwissenschaften erkenntnistätig wertvoll sind.

Im letzten Teil der Arbeit werden zwei Systeme der Änderungslogik konstruiert, das sog. System Z I und das System Z II, wobei die in den beiden ersten Teilen dieses Artikels gemachten entsprechenden Festlegungen ausgenutzt werden. Genaue Aufmerksamkeit wird der weniger allgemeinen Rechnung Z I gewidmet, die eine Reihe von Anwendungen haben kann.