

MARCIN TKACZYK

TEMPORALNA INTERPRETACJA LOGIKI MODALNEJ

Temporalna interpretacja logiki modalnej – najbardziej dziś rozpowszechniona postać logiki temporalnej – jest dziełem przede wszystkim A. N. Priora. Można powiedzieć, że odnośna koncepcja Priora ma trojaką genezę:

- program zbudowania teorii czasów gramatycznych za pomocą formalizmu logiki modalnej, sformułowany przez Findlaya;
- analizy McTaggarta dotyczące sposobów porządkowania wartości parametru czasowego;
- studia nad semiotyką starożytną i średniowieczną.

Nie bez znaczenia dla jego stanowiska w zakresie podstaw logiki temporalnej były też dociekania, które Prior poświęcił logice trójwartościowej Łukasiewicza. Wypadnie nam prześledzić te główne momenty rozwoju modalnej wersji logiki temporalnej, aby zbadać założenia, które musiał poczynić Prior. Najpierw jednak objaśnimy główne zręby semantyki światów możliwych w jej oryginalnej, modalnej interpretacji.

Celem naszego studium będzie znalezienie odpowiedzi na pytanie, jaką funkcję w logice temporalnej może *zasadnie* pełnić znana z logiki modalnej semantyka relacyjna. Pytamy w szczególności, czy semantyka relacyjna może służyć do uzasadnienia merytorycznej trafności systemu aksjomatycznego, który ma być logiką zdań czasowych, czy też po odnośnej semantyce wolno spodziewać się wyłącznie tego, że pozwoli ona na dociekanie formalnych własności rachunku logicznego.

Dr MARCIN TKACZYK OFMConv – Katedra Logiki na Wydziale Filozofii Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II; adres do korespondencji: Al. Raclawickie 14, 20-950 Lublin; e-mail: tkaczyk@kul.pl

Okazuje się, że przy wprowadzaniu do logiki temporalnej aparatury związanej z semantyką relacyjną kluczową rolę odegrały studia nad myślą starożytności i średniowiecza. Studia te – jak wiadomo – są bardzo bliskie dostojnemu Jubilatowi.

1. SEMANTYKA RELACYJNA W LOGICE MODALNEJ

Na gruncie logiki modalnej semantyka relacyjna jest pewnym (nie jedynym) sposobem reprezentowania formalnego wartości logicznej wyrażeń zdaniowych utworzonych za pomocą funktorów modalnych. Jej funkcja jest więc analogiczna do funkcji, jaką macierz dwuwartościowa pełni w klasycznym rachunku zdań. W wypadku funktorów zdaniotwórczych od argumentów zdaniowych nieekstensjonalność polega na tym, że wartość logiczna wyrażenia złożonego, zbudowanego za pomocą takiego funktora, nie jest funkcją wartości logicznych jego argumentów. Głównymi funktorami nieekstensjonalnymi badanymi w ramach logiki modalnej są: funktor konieczności: $\Box$ i funktor możliwości: $\Diamond$. Obydwa te funktory należą do kategorii składniowej $\frac{z}{z}$, a wyrażenia o postaci $(\Box\varphi)$ oraz $(\Diamond\varphi)$ należy odczytywać kolejno: jest konieczne, że φ , jest możliwe, że φ .

Przed formalną semantyką relacyjną – aczkolwiek niekiedy jest ona traktowana wyłącznie jako narzędzie rachunkowe, służące do badania własności logicznych języków sformalizowanych – często stawiane jest ambitne zadanie wykazania merytorycznej trafności systemów logiki modalnej względem ich semantyk opisowych. Przy takim podejściu trzeba przyjąć pewną teorię, dotyczącą przedmiotu odniesienia pojęć modalnych. Ta teoria, zwłaszcza od połowy XX wieku, najczęściej przyjmuje postać jakiejś ontologii możliwych stanów rzeczy. Ontologia, która może być z powodzeniem reprezentowana przez semantykę relacyjną, opiera się na trzech następujących tezach.

1. Wartość logiczna wyrażeń zdaniowych o postaci $(\Box\varphi)$ oraz $(\Diamond\varphi)$ zależy nie tylko od tego, jak się rzeczy mają, jaki jest *aktualny stan rzeczy*, ale również od tego, jak rzeczy mogłyby się mieć, to znaczy od tego, jakie są *możliwe*, nawet jeśli niezaktualizowane, *stany rzeczy*. Tymczasem, wartość logiczna zdań niemodalnych zależy wyłącznie od aktualnego stanu rzeczy.
2. Dla każdego możliwego stanu rzeczy można rozpatrywać zbiór tych możliwych stanów rzeczy, które są dopuszczane przez ten wyjściowy

stan rzeczy. Innymi słowy, natura możliwego stanu rzeczy może wpływać na zakres stanów rzeczy możliwych z jego punktu widzenia, to, co jest możliwe w pewnym stanie rzeczy, może nie być możliwe w innym stanie rzeczy i odwrotnie.

3. Zdanie o postaci ($\Box\varphi$) jest prawdziwe w danym stanie rzeczy wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie φ jest prawdziwe w każdym stanie rzeczy możliwym z punktu widzenia danego stanu rzeczy. Zdanie o postaci ($\Diamond\varphi$) jest prawdziwe w danym stanie rzeczy wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie φ jest prawdziwe w co najmniej jednym stanie rzeczy możliwym z punktu widzenia danego stanu rzeczy.¹

Co prawda, niektórzy filozofowie nader bujnie rozwijają ontologie światów możliwych, niekiedy popadając w pewną przesadę, a nawet ocierając się o granice fantastyki. Jednak dla współczesnej wersji logiki modalnej istotne są tylko trzy sformułowane założenia dotyczące możliwych stanów rzeczy, czy też możliwych światów.

Widać, że dla filozoficznych podstaw semantyki relacyjnej dla logiki modalnej kluczowe jest pojęcie możliwego stanu rzeczy oraz pojęcie dopuszczania jednego możliwego stanu rzeczy przez inny możliwy stan rzeczy. Zarysowana ontologia i oparta na niej semantyka są często nazywane odpowiednio ontologią i semantyką *światów możliwych*, ponieważ w logice modalnej najważniejszą rolę odgrywają maksymalne, globalne możliwe stany rzeczy, zwane możliwymi światami. Są one rozumiane jako sposoby, na jakie mógłby być świat jako całość, możliwe stany świata jako całości. Przy tym klarowność samego pojęcia świata często pozostawia wiele do życzenia, przede wszystkim zaś niejasne jest pojęcie dopuszczania jednych możliwości przez inne. W semantyce formalnej jego wyrazem jest relacja *dostępności* między możliwymi światami.

Mimo olśniewającego rozwoju matematycznego logiki modalnej, postępującego głównie dzięki semantynom relacyjnym, filozoficzna analiza pojęcia świata możliwego oraz pojęcia dostępności jest najeżona wielkimi trudnościami i postąpiła dotąd niewiele, a może wcale, mimo wielkiej liczby poświęconych jej studiów. Z tego względu wielu logików modalnych, poddawszy się naukowemu zwątpieniu, rezygnuje z prób dokonania tej analizy, czyniąc samą niezinterpretowaną semantykę relacyjną przedmiotem logiki

¹ Por. M. J. Hughes, G. E. Cresswell, *A New Introduction to Modal Logic*, London–New York 2005, s. 17-18.

modalnej². Mamy wówczas do czynienia z paradoksalną sytuacją, w której porażki prób ustalenia związku między semantyką formalną a przedmiotem systemu logiki doprowadzają do uznania samej semantyki formalnej za przedmiot tego systemu. Logika modalna staje się wówczas logiką samej siebie.

Przypomnimy skrótowo budowę semantyki relacyjnej w logice modalnej, podając równocześnie typowe intuicje, jakie są wiązane z odpowiednimi elementami struktury formalnej. Zwykłą relacyjną strukturą modelową dla logiki modalnej jest układem

$$\mathfrak{F} = \langle W, R \rangle \quad (1)$$

w którym $W \neq \emptyset$ oraz $R \subseteq W \times W$. Niepusty zbiór W intuicyjnie interpretujemy zwykle jako zbiór światów możliwych, zaś R jest relacją dostępności między światami możliwymi. Jeśli dla $w, w' \in W$ mamy wRw' , to mówimy: świat możliwy w' jest dostępny ze świata możliwego w . W ramach intuicyjnej interpretacji jest tak wtedy i tylko wtedy, gdy zajście stanu rzeczy w dopuszcza zajście stanu rzeczy w' , to jest, gdyby w był zrealizowany aktualnie, to w' byłby możliwy do zrealizowania. Model relacyjny powstaje przez uzupełnienie struktury $\mathfrak{F}$ przez funkcję wartościowania V , przypisującą wyrażeniom zdaniowym zbiory światów możliwych, w których te wyrażenia są prawdziwe. Modelem relacyjnym nazywa się zatem układ:

$$\mathfrak{M} = \langle W, R, V \rangle \quad (2)$$

w którym zbiór W i relacja R stanowią strukturę $\mathfrak{F}$, natomiast V jest funkcją wartościowania, przekształcającą zbiór wyrażeń w zbiór potęgowy zbioru światów możliwych. Mówimy, że wyrażenie φ jest prawdziwe w świecie możliwym w , symbolicznie $w \in V(\varphi)$, lub fałszywe w świecie możliwym w , symbolicznie $w \notin V(\varphi)$. Funkcja V może dowolnie przypisywać wartości wyrażeniom prostym. Dla wyrażeń złożonych zbudowanych za pomocą funktorów ekstensjonalnych obowiązują zależności klasyczne, w szczególności:

$$w \in V(\neg\varphi) \text{ wtw } w \notin V(\varphi) \quad (3)$$

$$w \in V(\varphi \wedge \psi) \text{ wtw } w \in V(\varphi) \text{ oraz } w \in V(\psi) \quad (4)$$

natomiast dla wyrażeń złożonych zbudowanych za pomocą funktorów modalnych obowiązują zależności zgodne z przytoczonymi założeniami filozoficznymi semantyki światów możliwych, w szczególności z założeniem 3:

² Por. P. Blackburn, M. de Rijke, Y. Venema, *Modal Logic*, Cambridge 2001, s. xi-xii, xiv-xv.

$$w \in V(\Box\varphi) \text{ wtw } \forall w' \in W (wRw' \rightarrow w' \in V(\varphi)) \quad (5)$$

$$w \in V(\Diamond\varphi) \text{ wtw } \exists w' \in W (wRw' \wedge w' \in V(\varphi)) \quad (6)$$

Mówi się, że wyrażenie jest prawdziwe w danym modelu wtedy i tylko wtedy, gdy jest ono prawdziwe w każdym świecie możliwym należącym do zakresu tego modelu. Wyrażenie jest natomiast prawdziwe w danej strukturze wtedy i tylko wtedy, gdy jest prawdziwe w każdym modelu opartym na tej strukturze. Najważniejsze klasy struktur, w których prawdziwe są różne wyrażenia, zwłaszcza tezy różnych systemów logiki modalnej, są uzyskiwane przez nakładanie warunków na relację dostępności R . Na przykład, wyrażenie $(\Box(p \rightarrow q) \rightarrow (\Box p \rightarrow \Box q))$ jest prawdziwe w dowolnej strukturze modelowej, a wyrażenie $(\Box p \rightarrow p)$ jest prawdziwe w każdej strukturze, w której relacja R jest zwrotna, i tylko w takich strukturach. Pełność systemów logiki modalnej jest zwykle rozumiana jako pełność względem określonych klas struktur modelowych. Zatem na gruncie logiki modalnej mamy do czynienia z wieloma pojęciami prawdy logicznej.

2. MODALNOŚCI CZASOWE

Pomysł sformalizowania teorii czasów gramatycznych, a także związania tego formalizmu z logiką modalną, pochodzi od J. Findlaya, który w tekście opublikowanym w 1941 r. wyraża pogląd, że konwencje językowe dotyczące czasów gramatycznych są już tak dobrze wypracowane, że nadają się do przekształcenia w rachunek, który powinien stać się częścią współczesnej logiki modalnej³. Dla Findlaya kluczowa jest hipoteza, że czasy gramatyczne można potraktować jako *modalności de dicto*, przypisując im specjalne funktory jednoargumentowe (choć nie ma całkowitej jasności, czy chodziłoby o funktory propozycjonalne, czy raczej funkcyjne). Funktory te określałyby czas gramatyczny zdania, które jest ich argumentem. Zamiast mówić, jak się to czyni w języku naturalnym:

³ Por. J. N. Findlay, *Time: A Treatment of Some Puzzles*, „Australian Journal of Philosophy” 12 (1941): „[...] our conventions with regard to tenses are so well worked out that we have practically the materials in them for a formal calculus. [...] the calculus of tenses should have been included in the modern development of modal logic”.

Zuzanna tańczyła,
 Zuzanna tańczy,
 Zuzanna będzie tańczyć,

należałoby wyekstrahować podstawowe, wyjściowe zdanie, a następnie dołączyć do niego – z zewnątrz – stosowny czas gramatyczny. Wymienione zdania miałyby w takim razie następujące odpowiedniki:

(Zuzanna tańczy) przeszły,
 (Zuzanna tańczy) teraźniejszy,
 (Zuzanna tańczy) przyszły.

Zauważmy przy tym, że same zdania wyjściowe nie mają charakteru bezczasowego, lecz występują w czasie teraźniejszym. Zgodnie z tym założeniem, nazwanym później tezą o *wszechobecności czasu teraźniejszego*, gramatyczna teraźniejszość charakteryzuje każde zdanie i może być dołączona do każdego zdania. Znak czasu teraźniejszego jest więc niejako pusty treściowo lub może raczej jest przekształceniem tożsamościowym. W ten sposób do modalności aleitycznych, deontycznych, epistemicznych i innych dołączyłyby modalności gramatyczne.

Zaproponowany przez Findlaya rachunek tak ujętych czasów gramatycznych zawiera prawa rządzące złożonymi czasami gramatycznymi, definiowanymi za pomocą trzech czasów wyjściowych: przeszłego, teraźniejszego i przyszłego. Do rachunku należą takie tezy, jak

$$x = x \text{ teraźniejszy} = (x \text{ teraźniejszy}) \text{ teraźniejszy}$$

$$x \text{ przyszły} = (x \text{ przyszły}) \text{ teraźniejszy} = (x \text{ teraźniejszy}) \text{ przyszły}$$

Nie jest do końca jasne, co ma reprezentować zmienna x . Wydaje się, że mamy tutaj do czynienia z algebrą podobną do algebry Boole'a, z tym, że czasy gramatyczne są pojęte jako działania zewnętrzne, zapewne na zbiorze zdań. W takim razie za zmienną x można by podstawiać nazwy zdań, zaś logika czasów gramatycznych podawałaby prawa rządzące superpozycjami funkcji odpowiadających najprostszym czasom. Wyrazy, za których pomocą odnosimy się do czasów gramatycznych, należałoby tutaj postrzegać na podobieństwo znaku funkcji silnia ($x!$) w szkolnej matematyce. Najważniejszą ideą Findlaya, ideą najbardziej typową dla całej logiki tensalnej, jest to, że czas gramatyczny można oddzielić od zdania i potraktować jako odrębny symbol. Wydzielone w ten sposób czasy gramatyczne można iterować – podobnie jak w logice modalnej⁴.

⁴ Tamże.

Przejście od osobliwej i nie całkiem klarownej algebry tensalnej Findlaya do dojrzałej zdaniowej logiki tensalnej zostało dokonane przez A. N. Priora, dla którego omówiony tekst Findlaya był jednym ze źródeł inspiracji. Początkowo Prior posługiwał się, a nawet rozwijał rachunek Findlaya. Badając ten rachunek, doszedł do przekonania, że jedno spośród twierdzeń jest błędne. Chodzi o tezę:

$$\forall x((x \text{ przeszły}) \text{ przyszły})$$

Dokładniej: błędna jest tu formalizacja słusznej idei. Odnośne twierdzenie głosi bowiem, że dla dowolnego zdania – włączając zdania, które zawsze należy odrzucać – można stwierdzić to zdanie, działając na nie superpozycją czasu przyszłego i przeszłego, to znaczy w przyszłości nadejdzie chwila, w której zdanie to, sformułowane w czasie przeszłym, będzie mogło zostać stwierdzone. Wedle Priora opisana zależność dotyczy tylko takich zdań, które wolno choć raz uznać. Wobec tego rozważane twierdzenie powinno by przyjąć postać:

$$((x \text{ terazniejszy}) \vee (x \text{ przeszły}) \vee (x \text{ przyszły})) \rightarrow ((x \text{ przeszły}) \text{ przyszły})$$

zamiast tej, którą wprowadził Findlay⁵. Wydaje się, że w tym momencie Prior wykonuje zasadniczy krok w kierunku formalizmu logiki zdaniowej. Zauważmy bowiem, że – posługując się jeszcze zmienną indywidualną x – Prior wprowadza już funktory zdaniowe, na podobieństwo logiki modalnej, zamiast używanego przez Findlaya predykatu identyczności.

Po zinterpretowaniu w formalizmie Findlaya zmiennych jako zmiennych zdaniowych, a nazw czasów gramatycznych jako funktorów zdaniotwórczych od jednego argumentu zdaniowego, a ponadto po odpowiednim zinterpretowaniu znaku równości jako równoważności powstaje język zdaniowej logiki czasu, strukturalnie identyczny z językiem zwykłej logiki modalnej. Z tego powodu czołowy twórca logiki tensalnej, Prior, uważa – jak powiedziano – Findlaya za swojego głównego prekursora i poprzednika.⁶

Pierwsze w pełni rozwinięte systemy logiki tensalnej, pochodzące od Priora, powstały we wczesnych latach pięćdziesiątych XX wieku. Ważkie wyniki w tej materii uzyskali również N. Rescher, E. J. Lemmon, A. Urquhart, D. Scott, N. A. Cocchiarella, J. Wajszczyk i inni. W zdaniowych logikach czasów gramatycznych najczęściej występują cztery osobliwe stałe logiczne, tworzące wyrażenia:

⁵ Por. A. N. Prior, *Past, Present and Future*, Oxford 1967, s. 8-9.

⁶ Tamże, s. 1.

- $(G\varphi)$ – zawsze będzie tak, że φ ;
- $(F\varphi)$ – kiedyś będzie tak, że φ ;
- $(H\varphi)$ – zawsze było tak, że φ ;
- $(P\varphi)$ – kiedyś było tak, że φ .

Widać, że istnieje bliska analogia między tymi funktorami a znakami rachunku Findlaya. W obu wypadkach mamy do czynienia z określaniem czasu gramatycznego za pomocą zwrotów dołączanych do gotowego już zdania. Nie wolno jednak nie zauważyć różnic między obu ujęciami. Po pierwsze, tutaj mamy do czynienia z typową dla logiki modalnej notacją prefiksową, zamiast notacji sufiksowej Findlaya. Ta pierwsza różnica sama w sobie ma charakter kaligraficzny i nie jest specjalnie doniosła. Doniosłość zyskuje w połączeniu z różnicą drugą. W formalizmie Priora czasy gramatyczne są reprezentowane za pomocą przedmiotowej językowego klucza interpretacyjnego. Każdy funktor wraz z jego argumentem może być odczytany jako jednorodna całość, która sama jest poprawnie zbudowanym wyrażeniem języka naturalnego, nawet jeśli takie odczytanie bywa nieco sztuczne. Tymczasem w teorii Findlaya mieliśmy do czynienia ze wskaźnikami czasów gramatycznych o znacznie mniej jasnym statusie. Nie mogły one być jednorodnie odczytane wraz ze zdaniami, do których się odnosiły.

Niekiedy wymieniano też funktor T czasu teraźniejszego. Zdanie o postaci $(T\varphi)$ należało wówczas odczytywać: teraz jest tak, że φ . Z zasady jednak w praktyce tworzenia systemów logiki tensalnej ten funktor nie odgrywa żadnej roli, ponieważ powszechnie przyjęto, że każde zdanie, samo z siebie, występuje w czasie teraźniejszym. Obowiązuje więc zależność $(T\varphi \equiv \varphi)$, co sprawia, że funktor T zostaje zrównany z klasycznym funktorem asercji i staje się zbędny. O założeniu tym wspominaliśmy już, omawiając program Findlaya.

Funktory Priora pozwalają na konstruowanie funktorów złożonych, odpowiadających poszczególnym czasom gramatycznym, oraz badanie zależności dedukcyjnych między nimi. Na przykład ze zdania „Zuzanna zatańczyła” wynika intuicyjnie zdanie „Zuzanna tańczyła”. Tę zależność można łatwo reprezentować za pomocą funktorów Priora. Zdanie „Zuzanna tańczyła” powinno mieć postać

$$P(\text{Zuzanna tańczy}),$$

natomiast zdanie „Zuzanna zatańczyła” można by zapisać jako

$$P(P(\text{Zuzanna tańczy}) \wedge \neg(\text{Zuzanna tańczy})).$$

Założenie o zachodzeniu w języku naturalnym rozważanego związku wynikania logicznego można by wyrazić w ten sposób, że ze zdania o postaci $(P(P\varphi \wedge \neg\varphi))$ wynika na gruncie logiki tensalnej zdanie $(P\varphi)$. Należałoby zatem poszukiwać takich rachunków, w których wyrażenie

$$P(Pp \wedge \neg p) \rightarrow Pp$$

byłoby tezą. W takim razie, na poziomie semantycznym, można pytać, jakie założenia odnośnie do własności czasu leżą u podstaw poszczególnych reguł gramatycznych. W logikach omawianego typu można reprezentować liczne własności formalne modelu czasu, takie jak gęstość, dyskretność, skończoność. Na przykład – jak się okazuje – żeby wymienione ostatnio w tym akapicie wyrażenie było tezą, relacja następstwa czasowego powinna być przechodnia⁷. Można też uzyskiwać interesujące wyniki dotyczące liczby różnych, możliwych do zbudowania czasów gramatycznych, trybów i aspektów danego języka (na podobieństwo liczby oddzielnych modalności w poszczególnych systemach logiki modalnej) i zależności dedukcyjnych między nimi, a także wiele innych rezultatów badawczych. Przykładem tego typu rezultatu może być znane Twierdzenie Hamblina o 15 czasach gramatycznych⁸.

3. ANALIZY McTAGGARTA

Systematyzując pojęcia czasowe, Prior opiera się na rozważaniach zawartych w tekście *The Unreality of Time* J. M. E. McTaggarta, ogłoszonym po raz pierwszy w piśmie „Mind”, a następnie wielokrotnie przedrukowywanym i dyskutowanym do dzisiaj. Wymieniony tekst miał na celu przeprowadzenie argumentu przeciwko przypisywaniu czasowi jakiegokolwiek obiektywnego bytu. Ambicją Autora jest przedstawienie nowego argumentu, za tezą, która była już głoszona przez takich filozofów jak B. Spinoza, E. Kant, G. W. F. Hegel

⁷ Ponieważ wyrażenie o postaci $(P(\varphi \wedge \psi) \rightarrow P\varphi)$ jest tezą wszystkich logik tensalnych, uzyskujemy stąd od razu tezę $(P(Pp \wedge \neg p) \rightarrow Pp)$. Wobec tego w tych systemach, w których tezą jest wyrażenie $(PPp \rightarrow Pp)$, możemy, stosując prawo sylogizmu warunkowego, uzyskać tezę $(P(Pp \wedge \neg p) \rightarrow Pp)$. Wyrażenie $(PPp \rightarrow Pp)$ jest zaś na poziomie semantycznym związane z przechodnością relacji następstwa czasowego, o ile relację R w modelu (2) interpretujemy właśnie jako relację następstwa czasowego, a funktor P definiujemy analogicznie do funktora $\Diamond$.

⁸ Por. R. P. McArthur, *Tense Logic*, Dordrecht 1976, s. 2-7, 17-25, 79-81; Prior, *Past, Present and Future*, s. 45-57.

i F. Bradley⁹. Z punktu widzenia rozwoju logiki temporalnej znaczenie ma nie tyle sama teza, ile argumentacja, a szczególnie jej fragment.

McTaggart odróżnia wyraźnie dwa typy sposobów pojęciowego porządkowania dziedziny czasowej – czyli dwa typy uporządkowania *pozycji w czasie*.

Pozycje w czasie [...] są rozróżniane na dwa sposoby. [Pierwszy sposób polega na tym, że] każda pozycja jest wcześniejsza od jakiejś innej [pozycji]. Aby ustanowić taki porządek, potrzebna jest przechodnia, asymetryczna relacja i taki zbiór przedmiotów, że dla dowolnych dwóch jego [elementów], bądź pierwszy jest w tej relacji do drugiego, bądź drugi jest w tej relacji do pierwszego. Możemy użyć tutaj relacji „wcześniej niż” lub relacji „później niż”, jest [bowiem] oczywiste, że obydwie te [relacje] są zarówno przechodnie, jak i asymetryczne. Jeśli weźmiemy [pod uwagę] ten pierwszą [sposób], to przedmioty [reprezentujące pozycje w czasie] muszą być takie, że dla dowolnych dwóch z nich, bądź pierwszy jest wcześniejszy od drugiego, bądź drugi jest wcześniejszy od pierwszego. Przy drugim [sposobie rozróżniania pozycji w czasie] każda pozycja należy do przeszłości lub do teraźniejszości, lub też do przyszłości¹⁰.

Główna różnica między wyróżnionymi podejściami polega na tym, że przy pierwszym sposobie rozróżniania pozycji w czasie zachodzenie relacji czasowych samo nie zmienia się: jeśli jedna chwila jest wcześniejsza od drugiej, to pozostanie taką na zawsze. Natomiast określenia przeszłości, teraźniejszości i przyszłości mają charakter okazjonalny i znaczenie ich zależy od chwili, w której odnośne wyrażenie jest wypowiedziane.

Rozróżnienia pierwszego typu są trwałe, podczas gdy [rozróżnienia] drugiego [typu] takie nie są. Jeśli [bowiem] *M* jest kiedykolwiek wcześniejsze od *N*, to jest wcześniejsze zawsze. Ale zdarzenie, które obecnie należy do teraźniejszości, należało [kiedyś] do przeszłości, a [znowu kiedyś] będzie należało do przeszłości¹¹.

⁹ Por. J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, [w:] *The Philosophy of Time*, red. R. Le Poidevin, M. MacBeath, Oxford 1993, s. 23: „I believe that nothing that exists can be temporal, and that therefore time is unreal. But I believe it for reasons which are not put forward by any of the philosophers I have just mentioned”.

¹⁰ Tamże, s. 24: „Positions in time [...] are distinguished in two ways. Each position is earlier than some and later than some of the other positions. To constitute such a series there is required a transitive asymmetrical relation, and a collection of terms such that, of any two of them, either the first is in this relation to the second, or the second is in this relation to the first. We may take here either the relation of «earlier than» or the relation of «later than», both of which, of course, are transitive and asymmetrical. If we take the first, then the terms have to be such that, of any two of them, either the first is earlier than the second, or the second is earlier than the first. In the second place, each position is either Past, Present, or Future”.

¹¹ Tamże: „The distinctions of the former class are permanent, while those of the latter are not. If *M* is ever earlier than *N*, it is always earlier. But an event, which is now present, was future, and will be past”.

Jeżeli pozycje w czasie są uporządkowane za pomocą pojęć: przeszłość, teraźniejszość, przyszłość, to McTaggart mówi o *uporządkowaniu typu A* (*A-series*). Natomiast w wypadku uporządkowania pozycji w czasie za pomocą pojęć: wcześniej i później, mówi on o uporządkowaniu typu *B* (*B-series*)¹². To nazewnictwo McTaggarta weszło na stałe do dyskusji filozoficznej. Niekiedy też uporządkowanie typu *A* jest nazywane dynamicznym, a uporządkowanie typu *B* statycznym ujęciem czasu.¹³

Zdaniem McTaggarta niemożliwe jest opisanie zmiany wyłącznie za pomocą pojęć typu *B*, bez użycia pojęć typu *A*. Tymczasem zmiana (przyjmuje on tu tradycyjny pogląd Arystotelesa) jest istotnie związana z czasem. Wobec tego dla modelu czasu istotne jest uporządkowanie typu *A*¹⁴. Innymi słowy, wedle McTaggarta można zredukować statyczne ujęcie czasu do dynamicznego, ale nie odwrotnie. To stanowisko było krytykowane od samego początku przez C. D. Broad'a i B. Russella, i jest wciąż dyskutowane¹⁵.

4. IDEA ZMIENNOŚCI WARTOŚCI LOGICZNYCH

Pierwsze kompleksowe rozważania dotyczące zmienności wartości logicznych we współczesnej logice formalnej pojawiły się w związku ze studiami Łukasiewicza nad *Hermeneutyką* Arystotelesa i zaowocowały systemem logiki trójwartościowej. Prior początkowo uważał, że właśnie logika trój-

¹² Tamże, s. 24-25.

¹³ Por. J. F. A. K. van Benthem, *The Logic of Time. A Model-Theoretic Investigation into the Varieties of Temporal Ontology and Temporal Discourse*, Dordrecht 1983, s. 10.

¹⁴ Tamże, s. 25-26: „If there is no real A series, there is no real change. The B series, therefore, is not by itself sufficient to constitute time, since time involves change”; zob. też s. 24-25.

¹⁵ Van Benthem zwraca uwagę na fakt, że eliminacja statycznego ujęcia czasu jest pozorna. Eliminacja zostaje dokonana w budowanym języku, ale cała usuwana aparatura natychmiast trafia do semantyki. Zob. van Benthem, *The Logic of Time*, s. 10: „The explicit temporal languages have sentential operators «past» and «future» instead of quantifiers over the precedence ordering, thus vindicating McTaggart. But that ordering (i.e. the B-series) is used in the semantical metalanguage underlying such A-series talk, and that in a manner rather like Russell's. E.g. «PAST ϕ » would be true at a point if ϕ is true at some position preceding that point in the B-series”. W sporze McTaggarta i Russella van Benthem przyznaje zatem – przynajmniej częściowo – rację Russellowi. Pojęcia związane z dynamiczną i statyczną koncepcją czasu mają charakter okazjonalny i odnoszą się do pewnego czasu zwanego *teraz*. Zatem (x jest przeszłością) znaczy tyle, co (czas x jest wcześniejszy od czasu *teraz*). Ostatecznie van Benthem opowiada się za obustronną redukowalnością ujęć dyskursu temporalnego. Podaje on interesujący przepis na taką redukcję. Zob. tamże s. 10-13.

wartościowa J. Łukasiewicza stanowi dobry formalny wyraz koncepcji wartości logicznej zmiennej w czasie.¹⁶ Potem, zmieniawszy zdanie w tej sprawie, zaczął poszukiwać innego sposobu sformalizowania teorii zdań, które mogą być okazjonalne pod względem czasowym. Przywoływane prace Findlaya doprowadziły Piora do przekonania, że poszukiwanych narzędzi formalnych może dostarczyć logika modalna, a nie logika wielowartościowa¹⁷. Właśnie w tym miejscu istotną rolę odegrał program Findlaya. Jednak najważniejszym źródłem inspiracji były studia nad semantyką starożytną i średniowieczną.

W latach 1949 i 1955 P. Geach opublikował dwie recenzje: pierwsza dotyczyła książki J. Weiberga, poświęconej Mikołajowi z Autricourt, a druga – słynnej książki B. Matesa o logice stoickiej. W obu recenzjach Geach zwraca uwagę na to, że logicy starożytni i średniowieczni posługiwali się pojęciami wartości logicznych w taki sposób, że można było zasadnie mówić o prawdzie lub fałszu zdania w pewnym czasie oraz o zmianie wartości logicznej w czasie. Jak zauważa Geach, z punktu widzenia dawnej logiki wyrażenie „Sokrates siedzi” jest pełnym zdaniem, mogącym zmieniać wartość logiczną w czasie, a nie wyrażeniem niepełnym, wymagającym uzupełnienia, na przykład do stwierdzenia, że Sokrates siedzi w czasie *t*¹⁸. Oprócz powszechnej praktyki, logicy starożytni i średniowieczni, począwszy

¹⁶ Por. A. N. P i o r, *Three-valued Logic And Future Contingents*, „Philosophical Quarterly” 3 (1953), s. 322, 325-326.

¹⁷ Por. t e n ż e, *Past, Present and Future*, s. 16.

¹⁸ Por. tamże, s. 15-17, zwł. 16: „[...] Aristotle, who says that *statements and opinions* vary in their truth and falsehood with the times at which they are made or held, just as concrete things have different qualities at different times; [...] changes in respect of truth and falsehood are thought of as demanded by changes in the fact referred to – from a being so to a not being so (or vice versa) [...]”. Na ten temat zob. t e n ż e, *Three-valued Logic and Future Contingents*, s. 326: „The terms «proposition» and «true» are nowadays used in such a way that we cannot speak of the truth-value of a proposition as altering with the passage of time. This usage, however, has not always been the common one. Ancient and medieval usage was generally such that logicians could speak [...] of «Socrates is sitting» as a «proposition» which is «true» at those times at which he is sitting down and false at those times at which he is not”. W. K n e a l e, M. K n e a l e, *The Development of Logic*, Oxford 1962, s. 51: „[Aristotle] thinks of the predicates «true» and «false» as applicable to something (probably a sentence) at a certain time. What puzzles him is the fact that we can say, «It is *now* true that there will be a naval battle tomorrow». But the «now» is superfluous”, zob. też tamże, s. 238. Ponadto zob. S. K i c z u k, *Zagadnienie konstruowalności logiki zdań czasowych*, „Roczniki Filozoficzne” 28 (1980), z. 1, s. 154: „Nie budzi dziś żadnej wątpliwości, iż starożytni i średniowieczni logicy czynili wyrażenia czasowe przedmiotem refleksji logicznej. Zdawali też sobie sprawę z tego, że zdanie prawdziwe w jednym czasie może być fałszywe w innym i odwrotnie”.

od Arystotelesa, wielokrotnie mówią o zmienności wartości logicznej w czasie wprost: „Tak jak niekiedy pewna myśl nie jest ani prawdziwa, ani fałszywa, a inne bywają czasem z konieczności takie lub takie, tak również ma się rzecz i z dźwiękami mówionymi” (*Hermeneutyka*, 1). Ciekawe jest przy tym, że mówią oni o tym niejako mimochodem, nie zadając sobie trudu uzasadniania ani dyskusji. Widocznie zmienność wartości logicznej w czasie musiała być dla nich czymś oczywistym. Z uwagi na ten sposób pojmowania wartości logicznych Arystoteles może pytać w *Hermeneutyce*, czy zdanie „jutro odbędzie się bitwa morska” jest już dzisiaj prawdziwe, czy też nie. Podobnie postępują inni logicy, np. Diodoros Kronos, definiując zdanie warunkowe, a także scholastycy, mówiąc o konsekwencji materialnej¹⁹.

Pod wpływem wymienionych recenzji Geacha Prior zdał sobie sprawę z tego, że problem zmienności wartości logicznej w czasie nie stanowił na większą skalę przedmiotu zainteresowania logików formalnych drugiej połowy XIX i pierwszej połowy XX wieku. W tym czasie logika formalna od czasu G. Boole’a i A. De Morgana była związana głównie z matematyką, a od czasu G. Fregego związki logiczne występujące w języku matematyki były niemalże jedynym przedmiotem dociekań logicznych. W ten sposób całkiem naturalnie utrwaliło się bolzanowskie przekonanie o beczasowości wartości logicznych (jedną z własności przypisywanych przez Bolzana prawdzie jest to, że prawdy nie istnieją w czasie ani w przestrzeni)²⁰. Zostało ono umocnione i niejako kanonizowane przez A. Tarskiego w semantycznej teorii prawdy. Zgodnie z tą teorią definicja prawdziwości zdań pewnego języka (języka, o którym mówimy) powinna być sformułowana w innym języku (języku, w którym mówimy). Do języka, w którym mówimy, powinna należeć nazwa i przekład każdego zdania języka, o którym mówimy. Wówczas na gruncie języka, w którym mówimy, można sformułować zależność

zdanie φ jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy, gdy p ,

¹⁹ Por. M. Tkaczyk, *Zdania warunkowe w logice starożytnej*, „Kwartalnik Filozoficzny” 35 (2007), z. 4, s. 30-34; tenże, *Zmienna czasowa w starożytnej i średniowiecznej teorii zdań warunkowych*, „Roczniki Filozoficzne” 55 (2007), nr 2, s. 103-106, 111-113.

²⁰ Por. J. Wołęński, *Theories of Truth in Austrian Philosophy*, [w:] tenże, *Essays in the History of Logic and Logical Philosophy*, Kraków 1999, s. 164: „[...] truth for the Brentanists was an objective and absolute concept. Truth is timeless. Generally speaking, their view was similar to that of Bolzano, but they were not aware of this connection. Bolzano’s view was that time indexes should be put into the subject or copula (Stumpf), and that we should avoid phrases, like «it is true at t »”; zob. też tamże, s. 151.

przy czym w miejscu zmiennej „ φ ” występuje należąca do języka, w którym mówimy, nazwa pewnego zdania języka, o którym mówimy, a w miejscu zmiennej „ p ” występuje przekład tego samego zdania na język, w którym mówimy. Przy takim podejściu do prawdziwości własności czasowe nie odgrywają istotnej roli.

5. TEMPORALNA WERSJA SEMANTYKI RELACYJNEJ

Semantyka światów możliwych może być zreinterpretowana w taki sposób, by stać się semantyką logiki temporalnej. Pod względem formalnym nic się nie zmienia: (punktową) strukturą modelową w logice temporalnej nazywa się parę (1) taką, że $W \neq \emptyset$, a R jest relacją określoną na zbiorze W . Modele powstają przez uzupełnienie struktury (1) o odpowiednią funkcję wartościowania w sposób w znacznym stopniu analogiczny do semantyki dla logiki modalnej.

Przekształcenie semantyki światów możliwych w semantykę logiki temporalnej odbywa się w drodze zinterpretowania na nowo tej samej struktury formalnej. Elementy zbioru W nie są w tym wypadku interpretowane jako możliwe stany świata, ale jako czasowe stany świata, stany świata w pewnej chwili²¹. Natomiast relacja R nie jest interpretowana jako dopuszczanie jednego stanu rzeczy przez drugi, ale jako relacja następstwa czasowego między chwilami, czyli dla $t, t' \in W$, wyrażenie tRt' jest odczytywane: chwila t jest wcześniejsza niż chwila t' ²². Różne klasy struktur można uzyskiwać – podobnie jak w logice modalnej – przez nakładanie różnych warunków na relację następstwa czasowego R . Takie ujęcie semantyki pozwala na badanie logik poprawnych i pełnych – na przykład – względem klas struktur o relacji następstwa czasowego reprezentującej czas dyskretny, gęsty, ciągły, mający

²¹ Por. McArthur, *Tense Logic*, s. 8: „In tense logic a truth-value assignment can conveniently be understood as representing a *temporal* state of the world. It gives an accounting of the contents of an interval of time, or, alternatively, what is happening at a certain date, by means of the assignment of truth-values to atomic statements”.

²² Tamże: „[...] having agreed with Wittgenstein that «The world is all that is the case», at least at a given temporal interval, it is reasonable to think of a depiction of the passage of time as requiring a series of these temporal world-states. Such a series can be formally portrayed as a *sequence* of truth-value assignments; one for each temporal world-state in the series. And, like any sequence, it can be generated out of a set (here of truth-value assignments) by imposing an ordering relation on its membership”.

punkt początkowy lub końcowy, niemający takiego punktu, liniowy, a nawet kołowy lub rozgałęziony. Własności relacji R mogą też być kombinowane ze sobą na różne sposoby.²³

W tej interpretacji funkcja V , występująca w modelu (2), nie jest interpretowana jako prawdziwość w danym możliwym stanie rzeczy, ale jako prawdziwość w danej chwili, czyli w danym czasowym stanie świata. Dla funktorów prawdziwościowych funkcja V może być określona w taki sam sposób, w jaki była określona w logice modalnej, czyli za pomocą reguł (3) i (4). Natomiast dla funktorów tensalnych trzeba sformułować reguły analogiczne do reguł (5) i (6), uwzględniając koncepcję zmiennej w czasie wartości logicznej. Reguły te mogą przyjąć następującą postać:

$$t \in V(G\varphi) \text{ wtw } \forall t' \in W (tRt' \rightarrow t' \in V(\varphi)), \quad (7)$$

$$t \in V(F\varphi) \text{ wtw } \exists t' \in W (tRt' \wedge t' \in V(\varphi)), \quad (8)$$

$$t \in V(H\varphi) \text{ wtw } \forall t' \in W (t'Rt \rightarrow t' \in V(\varphi)), \quad (9)$$

$$t \in V(P\varphi) \text{ wtw } \exists t' \in W (t'Rt \wedge t' \in V(\varphi)). \quad (10)$$

Widać, że pod względem formalnym mamy tu do czynienia po prostu z dwiema parami funktorów modalnych, zdefiniowanych w sposób ujęty w regułach (5) i (6). Jedna para funktorów jest związana bezpośrednio z relacją R , a druga z konwersem tej relacji.

Takie zaadoptowanie technik rachunkowych związanych z semantykami relacyjnymi pozwala na bujny rozwój systemów logiki tensalnej, związanych z różnymi własnościami relacji następstwa czasowego. W tej dziedzinie powstaje wciąż wiele nowych rachunków, o licznych, różnorodnych, interesujących zastosowaniach.

Przy omówionym sposobie podejścia do semantyki logik temporalnych logiki te stają się praktycznie temporalnymi interpretacjami logiki modalnej²⁴. Ma to duże znaczenie, ponieważ w co najmniej niektórych, kluczowych wypadkach semantyka relacyjna była punktem wyjścia, a nawet inspiracją twórców logiki temporalnej. Założenia leżące u podstaw semantyki są więc automatycznie, mocą samego rachunku, przejmowane przez poszczególne systemy logiczne²⁵. Logiki tensalne zostały sformalizowane za pomocą

²³ Por. van Benthem, *The Logic of Time*, s. 15-18.

²⁴ Por. Hughes, Cresswell, *A New Introduction to Modal Logic*, s. 127: „[...] we shall look at what can be called *temporal interpretations of modal logic*”.

²⁵ Por. K. Świrydowicz, *Podstawy logiki modalnej*, Poznań 2004, s. 150: „Na współczesnej logice temporalnej [...] wycisnęły swe piętno semantyki relacyjne. O ile punktem wyjścia

narzędzi matematycznych, zaczerpniętych z logiki modalnej. Jednak zasadność posłużenia się tymi narzędziami opiera się na założeniu o zmienności wartości logicznej zdań w czasie. Takie założenie, założenie swoistej okazjonalności wartości logicznej, było akceptowane przez najważniejszych twórców logiki temporalnej²⁶.

Wiadomo jednak, że sama formalizacja nie zwiększa stopnia uzasadnienia teorii. Skoro więc semantyki relacyjne nie są tylko maszynami do obliczania własności systemów tensalnych, ale dostarczają tym systemom podstaw teoretycznych, to należy postawić pytanie o merytoryczną trafność tych podstaw.

6. MODALNA A TEMPORALNA INTERPRETACJA WARTOŚCI LOGICZNEJ

Dla temporalnej interpretacji semantyki relacyjnej istotne wydaje się to, że Prior decyduje się na zastąpienie jednoargumentowego predykatu, za którego pomocą można tworzyć zdania o postaci (zdanie ϕ jest prawdziwe) dwuargumentowym predykatem, który pozwala na tworzenie zdań o postaci (zdanie ϕ jest prawdziwe w czasie t). Klasyczne pojęcie prawdy zostaje w ten sposób zrelatywizowane do czasu. Za pomocą zrelatywizowanego pojęcia prawdy można w logice pierwszego rzędu łatwo definiować różne warianty niezrelatywizowanego pojęcia prawdy, na przykład pojęcie zdania zawsze prawdziwego i zdania kiedyś prawdziwego:

konstrukcji tradycyjnych logik modalnych była analiza funkcjonowania pojęć możliwości i konieczności w języku naturalnym czy językach specjalnych – języku filozofii, prawa czy etyki, o tyle część przynajmniej systemów logiki czasu była budowana od strony semantyki, od analizy tego, jakie własności powinna mieć relacja następstwa czasowego. Ponieważ, jak była o tym mowa już wyżej, istnieją formuły modalne wyrażające niektóre własności relacji R [dostępności], interpretującej symbol $\Box$ w semantyce, można spróbować odwrócić relację: syntaktyka – semantyka. Tradycyjnie syntaktykę uznawano za podstawę, a semantyka miała charakter poniekąd pomocniczy i wtórny. W przypadku logiki czasu niektórzy z logików postanowili odwrócić sytuację: założywszy, że relacja następstwa czasowego ma pewne własności formalne, uznali, że to semantyka jest podstawowa, a syntaktyka jest wtórna, problem zaś dotyczy tego, co o relacji następstwa czasowego da się powiedzieć w syntaktyce”. W cytowanej monografii Świrydowicza rozdział poświęcony logikom temporalnym został włączony do części zatytułowanej *Zastosowania logiki modalnej*.

²⁶ Por. Hughes, Cresswell, *A New Introduction to Modal Logic*, s. 127: „Prior was thinking of propositions as things which could change their truth-values (could become true or become false) with the passage of time [...]”

zdanie φ jest zawsze prawdziwe wtedy i tylko wtedy, gdy, dla dowolnego t , zdanie φ jest prawdziwe w czasie t ;

zdanie φ jest kiedyś prawdziwe wtedy i tylko wtedy, gdy, dla pewnego t , zdanie φ jest prawdziwe w czasie t .

Po wprowadzeniu do języka nazwy czasu teraźniejszego można też zdefiniować zdanie teraz prawdziwe jako zdanie prawdziwe w czasie teraźniejszym. Mając do dyspozycji zrelatywizowane pojęcie prawdy, łatwo też jest wprowadzić pojęcie zdania, którego wartość logiczna jest zależna od czasu:

wartość logiczna zdania φ jest zależna od czasu wtedy i tylko wtedy, gdy, (dla pewnego t , zdanie φ jest prawdziwe w czasie t) oraz (dla pewnego t , zdanie φ nie jest prawdziwe w czasie t);

i zdania, którego wartość logiczna jest niezależna od czasu:

wartość logiczna zdania φ jest niezależna od czasu wtedy i tylko wtedy, gdy (dla każdego t , zdanie φ jest prawdziwe w czasie t) lub (dla każdego t , zdanie φ nie jest prawdziwe w czasie t);

Zauważmy, że jest tu mowa o czasie, w którym zdanie jest lub nie jest prawdziwe, a nie o czasie, w którym zachodzi lub nie zachodzi stan rzeczy stwierdzany przez to zdanie. Dlatego do zdań, których wartość logiczna jest niezależna od czasu, są zaliczane zarówno zdania, które stwierdzają zachodzenie w czasie stanów rzeczy, które zachodzą zawsze lub nie zachodzą nigdy, jak i zdania, które stwierdzają zachodzenie jakichś pozaczasowych stanów rzeczy. Powiedzenie o byciu prawdziwym w pewnym stanie rzeczy zostaje tu po prostu zastąpione powiedzeniem o byciu prawdziwym w pewnej chwili (w chwilowym stanie świata).

Pod wpływem lektury McTaggarta, w szczególności jego argumentacji za tezą, zgodnie z którą okazjonalne uporządkowanie typu A jest w dziedzinie pozycji czasowych bardziej pierwotne niż wolne od okazjonalności uporządkowanie typu B , Prior położył ideę okazjonalności temporalnej zdań jako fundament logiki temporalnej. Prior mówi o tym wielokrotnie, zarówno w kontekście logiki trójwartościowej Łukasiewicza, jak i w kontekście logiki temporalnej. Nie wiadomo nam jednak, by istota bycia prawdziwym w pewnym czasie doczekała się już dostatecznie dogłębnej analizy i zadowalającej eksplikacji. Raczej przeważają wnikliwe krytyki czasowej relatywizacji prawdy²⁷.

²⁷ Na przykład K. Twardowski, *O tak zwanych prawdach względnych*, [w:] tenże, *Wybrane pisma filozoficzne*, Warszawa 1965.

Ten problem zdawał się nie istnieć dla Priora – jak się wydaje – z uwagi na charakter jego filozoficznych inspiracji: program Findlaya, analizy McTaggarta i przedbolzanowski sposób traktowania wartości logicznych. Wydaje się jednak, że prosta reinterpretacja semantyki relacyjnej w logice temporalnej jest narażona na poważny zarzut.

Zakładamy, że możemy się zgodzić na szeroko rozumianą klasyczną koncepcję prawdy, a więc zakładamy, że zdanie jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie to zdaje sprawę z pewnego stanu rzeczy i ten stan rzeczy zachodzi. Innymi słowy, zdanie to stwierdza (wyraża myśl), że jest tak a tak, i tak właśnie jest²⁸. Jak powiedzieliśmy, semantyka formalna logiki modalnej opiera się m.in. na takim założeniu (założenie 1), że ocena wartości logicznej zdań modalnych wymaga rozważenia nie tylko aktualnie zachodzącego stanu rzeczy, ale także niezachodzących, ale *możliwych* stanów rzeczy. Dlatego w semantyce formalnej logik modalnych dochodzi do zrelatywizowania wartości logicznej zdań do stanu rzeczy. Można mówić nie tylko o tym, że zdanie jest po prostu prawdziwe, ale również o tym, że zdanie jest prawdziwe w takim a takim stanie rzeczy:

zdanie ϕ jest prawdziwe w stanie rzeczy w wtedy i tylko wtedy, gdy, jeśliby stan rzeczy w zachodził, to zdanie ϕ byłoby prawdziwe.

Przy tym niektóre ze zdań mogą być prawdziwe we wszystkich stanach rzeczy, inne tylko w pewnych stanach rzeczy, a jeszcze inne mogą nie być prawdziwe w żadnym stanie rzeczy. Prior przenosi ten sposób mówienia do logiki temporalnej. Mówi o tym, że zdania są prawdziwe w pewnych *czasowych* stanach rzeczy. Wraz z nim przenosi do logiki temporalnej takie pojęcia, jak pojęcie zdania zawsze prawdziwego i pojęcie zdania kiedyś prawdziwego.

Ten właśnie krok jest, naszym zdaniem, bezzasadny. Mówiąc bowiem o prawdziwości w różnych stanach rzeczy, posługujemy się – jak pokazuje

²⁸ Problematyka prawdziwości należy do centralnych dziedzin filozofii i zarazem do najbardziej rozbudowanych sporów filozoficznych. Szeroko rozumiana klasyczna koncepcja prawdy ma fundamentalną pozycję i daje się dość skutecznie bronić. Najtrudniej jest jednak znaleźć w pełni zadowalające, precyzyjne sformułowania tej koncepcji klasycznej. Mimo że zaliczamy tę problematykę do najciekawszych i najdonioślejszych, nie możemy sobie tutaj pozwolić na jej szersze podjęcie. Dlatego, założywszy po prostu, że klasyczne rozumienie prawdy w przytoczonej tutaj wersji jest mniej więcej zrozumiałe, pytamy, w jaki sposób może być do niego wprowadzona okazjonalność czasowa. Obszerną monografię problematyki prawdziwości zawierają rozdziały III-IX pracy J. Woleńskiego *Epistemologia. Poznanie, prawda, wiedza, realizm* (Kraków 2005). Całościowy wykład semantycznej teorii prawdy i toczonej nad nią dyskusji zajmuje w wymienionym tekście centralne miejsce.

określenie sformułowane w poprzednim akapicie – tym samym pojęciem prawdy, które wchodzi w grę wtedy, gdy mówimy o prawdziwości po prostu. Jeśli bowiem założymy, że rozumiemy mniej więcej, co znaczy, że zdanie jest prawdziwe, to rozumiemy również, co znaczy, że zdanie byłoby prawdziwe, gdyby rzeczy miały się inaczej. Jeśli rozumiem, co to znaczy, że zdanie jest prawdziwe w realnym świecie, to powinienem rozumieć też, co to znaczy, że jest ono prawdziwe w zmyślonym świecie jakiejś powieści. W każdym razie można powiedzieć, że gdyby zachodziły stany rzeczy opisywane przez tę powieść, to rozważane zdanie byłoby prawdziwe w najzwyczajniejszym sensie. W obu wypadkach mamy bowiem do czynienia z tą samą prawdziwością w pewnym stanie rzeczy, a różnica polega na tym, że najpierw rozważamy tylko faktyczny stan rzeczy, a potem również pewne kontrfaktyczne stany rzeczy.

Tej analogii brakuje w wypadku okazjonalności temporalnej w ujęciu Priora. Nie można, analogicznie do logiki modalnej, powiedzieć, że

zdanie φ jest prawdziwe w czasie t wtedy i tylko wtedy, gdy, jeśliby czas t właśnie trwał, to zdanie φ byłoby prawdziwe.

ponieważ okazjonalne czasowo zdanie φ pozostaje okazjonalne w każdym czasie i nigdy nie staje się prawdziwe po prostu. Pojęcie prawdziwości w czasie nie redukuje się zatem do zwykłego pojęcia prawdziwości i pojęć czasowych, analogicznie jak pojęcie prawdziwości w możliwym stanie rzeczy redukuje się do zwykłego pojęcia prawdziwości i pojęć modalnych. Odwołajmy się do prostego przykładu. Możemy powiedzieć, że zdanie „Aleksander Wielki przegrał bitwę pod Gaugamelą” jest prawdziwe w takim stanie rzeczy (możliwym świecie), w którym Aleksander przegrywa tę bitwę. Rozumiemy przez to tylko tyle i aż tyle, że gdyby świat był taki, że Aleksander przegrał bitwę pod Gaugamelą, to przykładowe zdanie byłoby prawdziwe w zwykłym sensie. Mówiąc jeszcze krócej, gdyby Aleksander przegrał bitwę pod Gaugamelą, to odnośne zdanie byłoby prawdziwe w najzwyczajniejszym, klasycznym sensie. Jeśli jednak powiemy, że zdanie „Aleksander walczy dzisiaj pod Gaugamelą” jest prawdziwe 1 października 331 r. przed Chrystusem, to analogiczne rozumienie tej wypowiedzi zawodzi. Zdanie to nie jest bowiem prawdziwe w zwykłym sensie, pod warunkiem że stan rzeczy lub nawet chwila obecna jest taka, jak wtedy, gdy Aleksander rzucił się w pogoń za Dariuszem. Zdanie to 1 października 331 r. było okazjonalnie prawdziwe, podobnie jak dzisiaj jest ono okazjonalnie fałszywe. Gdyby więc teraz był 1 października 331 r. przed Chrystusem, to niektóre egzemplarze

rozważanego zdania mogłyby być prawdziwe, a inne – wypowiedane akurat w innym czasie – pozostawałyby fałszywe. Przykładowe zdanie pozostaje w tym wypadku wyrażeniem okazjonalnym.

7. POJĘCIE PRAWDZIWOŚCI W CZASIE

Staraliśmy się uzasadnić tezę, że nie ma bezpośredniej analogii między relatywizacją klasycznego pojęcia prawdy do możliwego stanu rzeczy a relatywizacją tego pojęcia do czasu. W pierwszym wypadku można z pewnymi zastrzeżeniami powiedzieć, że zachowujemy to samo pojęcie prawdy. Nie da się tego stwierdzić w wypadku drugim. Aby uzyskać zadowalającą definicję prawdziwości w czasie – taką, która mogłaby znaleźć parafrazę formalną w warunkach (7)-(10) – musimy zmodyfikować klasyczne pojęcie prawdy.

Jeśli definicja zrelatywizowanej czasowo prawdziwości miałaby powstać po prostu przez takie rozwinięcie definicji klasycznej, by można było uwzględnić moment okazjonalności czasowej zdań, to należałoby rozważyć przede wszystkim to, do którego składnika definiensa odnosi się relatywizacja czasowa. Dostrzegamy dwie możliwości: nazwiemy je odpowiednio *pierwszą* i *drugą* wersją definicji prawdy w czasie.

W pierwszej wersji definicji relatywizacja czasowa miałaby odnosić się do tego, co jest stwierdzane. Definicja powinna by brzmieć:

zdanie φ jest prawdziwe w czasie t wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie φ stwierdza, że pewien stan rzeczy zachodzi i ten stan rzeczy zachodzi w czasie t .

Jest jeszcze jedna możliwość. Relatywizacja czasowa w definiensie mogłaby odnosić się do samego stwierdzania. Mielibyśmy wówczas wersję drugą definicji:

zdanie φ jest prawdziwe w czasie t wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie φ w czasie t stwierdza, że pewien stan rzeczy zachodzi, i ten stan rzeczy zachodzi.

Ta ostatnia wersja definicji wskazuje wyraźnie na istotę zjawiska okazjonalności: to samo zdanie φ może w różnym czasie stwierdzać zachodzenie różnych stanów rzeczy. Przy tym stany rzeczy mogą być tu pojmowane w bardzo ogólny sposób, tak samo, jak w wypadku definicji prawdziwości niezrelatywizowanej.

Żeby zrozumieć, na czym polega prawdziwość zdania w pewnym czasie, w rozumieniu pierwszej ze sformułowanych w poprzednim akapicie definicji, należałoby zastanowić się nad tym, na czym polega zachodzenie w czasie pewnego stanu rzeczy. Współczesny obraz czasu empirycznego musi wiązać się z podstawami teorii względności²⁹. Do założeń teorii A. Einsteina należy wybitna charakterystyka fizycznego znaczenia zdań czasowych. Aby bowiem móc zmierzyć się z trudnościami współczesnej sobie fizyki, tworząc szczególną teorię względności, Einstein musiał zdać sobie w pełni sprawę z tego, co ma na myśli, mówiąc, że w pewnym czasie stało się to a to. Powiemy zatem, że sens zdań czasowych ustalają następujące słowa Einsteina, zaczerpnięte z przełomowej pracy *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, ogłoszonej w 1905 r. w „Annalen der Physik”:

Chcąc opisać ruch cząstki, podajemy wartości jej współrzędnych jako funkcje czasu. Musimy jednak pamiętać, że taki opis matematyczny ma sens fizyczny tylko wtedy, gdy jest w pełni jasne, co rozumiemy tutaj przez „czas”. Należy zatem pamiętać, że wszystkie nasze sądy dotyczące czasu są sądami o *zdarzeniach równoczesnych*. Jeśli, na przykład, mówię, że „pociąg przyjeżdża tutaj o godzinie siódmej”, oznacza to mniej więcej: „wskazanie przez małą wskazówkę mojego zegarka godziny siódmej i przybycie pociągu to zdarzenia równoczesne”³⁰.

Pierwsza wersja definicji odwołuje się zatem do pojęcia równoczesności zdarzeń fizycznych. Tymczasem w świetle przytoczonych słów Einsteina zdania stwierdzające równoczesność zdarzeń same nie są okazjonalne, nie są więc prawdziwe w określonym czasie, ale prawdziwe – lub fałszywe – po prostu, bezczasowo. Dwa zdarzenia są równoczesne lub nie, nie mogą najpierw być równoczesne, a potem przestać być takimi. Równoczesność należy zatem do uporządkowania typu *B* w sensie McTaggarta. Skoro zatem Prior zalicza tego typu zdania do zdań zawsze prawdziwych, w jego ujęciu nie może chodzić o pierwszą wersję definicji zrelatywizowanej prawdy.

Inaczej rzecz się ma z drugą zaproponowaną wersją definicji. Skoro relatywizacja czasowa odnosi się do aktu stwierdzania, to ta definicja jest

²⁹ Por. H. Feigl, *Philosophy of Science*, [w:] *Philosophy*, Princeton 1964 s. 501: „[...] length and duration can be more precisely understood only within the framework of the theory of relativity”.

³⁰ Por. A. Einstein, *O elektrodynamice ciał w ruchu*, [w:] tenże, *5 prac, które zmieniły oblicze fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 1998, s. 123. Zob. też W. Laprus, *Współczesna koncepcja przestrzeni i czasu*, Warszawa [b.r.w.], s. 33: „Zdanie: «Na Placu Zamkowym w Warszawie o godzinie 17.20 zdarzył się wypadek» wyraża fakt, że w momencie wypadku zegar wskazywał godzinę 17.20. Innymi słowy, została stwierdzona koincydencja czasowa wypadku i pewnej konfiguracji wskazówek zegara”.

wyrazem przekonania, że czasowy charakter zdania polega na *okazjonalności*. To znaczy: różne egzemplarze tego samego zdania, należące do tego samego języka, mogą mieć różne znaczenie. Odwołując się do słów Einsteina, moglibyśmy podjąć następującą próbę objaśnienia, na czym polega prawdziwość zdania o postaci (φ w czasie t):

zdarzenie fizyczne $z(t)$, które jest desygnatem nazwy t , jest równoczesne z takimi zdarzeniami, że gdyby $z(t)$ mierzyło czas pewnego obiektu fizycznego, będącego zarazem podmiotem świadomym i gdyby ten podmiot świadomy dokonał równocześnie ze zdarzeniem $z(t)$ aktu uznania zdania φ , to byłby to akt uznania zdania prawdziwego.

W zasugerowanym ujęciu zrelatywizowane czasowo pojęcie prawdy jest zdefiniowane za pomocą niezrelatywizowanego pojęcia prawdy. Skoro więc założyliśmy, że mniej więcej rozumiemy niezrelatywizowane pojęcie prawdy, możemy uznać, że potrafimy zrozumieć też pojęcie zrelatywizowane. Przy zrelatywizowanym czasowo ujęciu prawdy nośnikiem wartości logicznych jest akt sądzenia³¹.

Jednakże powiedzieć, że w czasie t jest tak, że φ , to coś całkiem innego niż powiedzieć, że w czasie t Zdzisław wypowiedział zdanie φ i była to wypowiedź sądu prawdziwego. Zauważmy, że w określeniu Einsteina nie ma w ogóle mowy o akcie stwierdzania i moment okazjonalności nie odgrywa tam żadnej roli. Wydaje się to zgodne z oczekiwaniami, na co wskazuje K. Twardowski:

Nauka, wystrzegając się o ile możności wyrazów wieloznacznych, wyrzeka się też w zupełności wyrazów „teraz” i „tutaj” i zastępuje je wyrazami jednoznacznie określonymi. Gdy więc np. człowiek zwyczajny wyczekuje zaćmienia księżyca, a spostrzegłszy, że cień ziemi dotyka się tarczy księżyca, powiada: „teraz rozpoczyna się zaćmienie”, astronom, nie zadowolając się wyrazem „teraz”, odczytuje dokładne jego znaczenie na chronometrze albo przeprowadza jego automatyczne zarejestrowanie, a posiłkując się kalendarzem określa znaczenie wypowiedzianego wówczas wyrazu „teraz” za pomocą następującego szeregu wyrazów: Dnia 17 grudnia 1899 r. wedle kalendarza gregoriańskiego, o godzinie 0 minut 13 rano wedle czasu środkowoeuropejskiego. Cały ten szereg wyrazów znaczy dokładnie to samo, co słówko „teraz” w owej wyrzeczone chwili; różnica między oboma sposobami wyrażania się polega na tym, że sposób potoczny mówienia jest krótszy, lecz za to wieloznaczny, gdy tymczasem astronom wyraża się mniej krótko, lecz za to w sposób zupełnie jednoznaczny³².

³¹ Szerzej na temat zagadnienia nośników wartości logicznej zob. Wołęński, *Epistemiologia*, s. 133-155.

³² Por. Twardowski, *O tak zwanych prawdach względnych*, s. 319-320.

W języku naukowym powinniśmy brać pod uwagę obiektywne związki czasowe zachodzące między zdarzeniami fizycznymi, a nie związki między czasem aktu pomyślenia lub uznania zdania a wartością logiczną sądu wypowiedzianego w takim razie za pomocą tego zdania.

Powiedzielibyśmy więc, że wyrażone w słowach Einsteina pojęcie zdania czasowego jest istotnie różne od pojęcia opierającego się na zjawisku okazjonalności czasowej niektórych wyrażań. Powstaje pytanie: na czym ta różnica polega? Idea Priora daje się sprowadzić do idei sformalizowania zdań okazjonalnych. Jak powiedziano, w charakterystyce Einsteina nie mamy w ogóle do czynienia z zagadnieniem okazjonalności. Relacja równoczesności po prostu zachodzi lub nie zachodzi między rozważanymi zdarzeniami. Należy więc powiedzieć, co takiego może być przedmiotem formalizacji, która opierałaby się na fizycznym sensie zdań czasowych. Wydaje się, że o ile w logice klasycznej bierzemy pod uwagę tylko ekstensjonalne aspekty znaczenia stałych, to w logice zdań czasowych powinniśmy brać też pod uwagę pewne aspekty nieekstensjonalne. Za pomocą klasycznego funktora koniunkcji mówimy o współzachodzeniu dwóch stanów rzeczy, natomiast za pomocą zdań czasowych mówimy nie tylko o tym, ale ponadto podajemy jeszcze pewne informacje o tym, z jakimi stanami rzeczy mamy do czynienia – że są one zdarzeniami fizycznymi – oraz jaki zachodzi między nimi związek czasowy – mianowicie równoczesność.

Wydaje się, że przeprowadzone analizy upoważniają nas do stwierdzenia, że zastosowanie w logice temporalnej semantyk relacyjnych nie stanowi dostatecznego uzasadnienia dla tezy, że odpowiednie systemy są merytorycznie trafnymi logikami zdań czasowych. Logiki temporalne mogą być zasadnie uznawane za logiki okazjonalności, dostarczające formalnej reprezentacji związków między aktem uznania zdania a prawdziwością sądu wypowiedzianego w danym wypadku za pomocą tego zdania. Jednak w językach nauk, w których mowa jest o zdarzeniach zachodzących w czasie, nie bierze się pod uwagę aktu uznania poszczególnych egzemplarzy zdań tych języków. W tej sytuacji niezbędne jest poszukiwanie niezależnych od semantyki relacyjnej sposobów uzasadnienia merytorycznej trafności logik temporalnych stosowanych w różnych dziedzinach. Takie uzasadnienia niekiedy są podawane, ale ich całościowa teoria jest wciąż daleka od opracowania.

BIBLIOGRAFIA

- Blackburn P., de Rijke M., Venema Y.: *Modal Logic*, Cambridge 2001.
- Einstein A.: *O elektrodynamice ciał w ruchu*, [w:] *tenże*, 5 prac, które zmieniły oblicze fizyki, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 1998.
- Feigl H.: *Philosophy of Science*, [w:] *Philosophy*, Princeton University Press 1964, s. 465-539.
- Findlay J. N.: *Time: A Treatment of Some Puzzles*, „*Australian Journal of Philosophy*” 12 (1941).
- Hughes M. J., Cresswell G. E.: *A New Introduction to Modal Logic*, London–New York 2005.
- Kiczuk S.: *Zagadnienie konstruowalności logiki zdań czasowych*, „*Roczniki Filozoficzne*” 28 (1980), z. 1, s. 155-166.
- Kneale W., Kneale M.: *The Development of Logic*, Oxford 1962.
- Laprus W.: *Współczesna koncepcja przestrzeni i czasu*, Warszawa: Wiedza Powszechna [b.r.w.].
- McArthur R. P.: *Tense Logic*, Dordrecht 1976.
- McTaggart J. M. E.: *The Unreality of Time*, [w:] *The Philosophy of Time*, red. R. Le Poidevin, M. MacBeath, Oxford 1993.
- Prior A. N.: *Three-valued Logic And Future Contingents*, „*Philosophical Quarterly*” 3 (1953), s. 322-326.
- *Past, Present and Future*, Oxford 1967.
- Świrydowicz K.: *Podstawy logiki modalnej*, Poznań: Wydawnictwo UAM 2004.
- Tkaczyk M.: *Zdania warunkowe w logice starożytnej*, „*Kwartalnik Filozoficzny*” 35 (2007), z. 4, s. 30-34.
- *Zmienna czasowa w starożytnej i średniowiecznej teorii zdań warunkowych*, „*Roczniki Filozoficzne*” 55 (2007), nr 2, s. 103-106, 111-113.
- Twardowski K.: *O tak zwanych prawdach względnych*, [w:] *tenże*, *Wybrane pisma filozoficzne*, Warszawa 1965.
- Van Benthem J. F. A. K.: *The Logic of Time. A Model-Theoretic Investigation into the Varieties of Temporal Ontology and Temporal Discourse*, Dordrecht 1983.
- Woleński J.: *Epistemologia. Poznanie, prawda, wiedza, realizm*, Kraków 2005.
- *Theories of Truth in Austrian Philosophy*, [w:] *tenże*, *Essays in the History of Logic and Logical Philosophy*, Kraków 1999, s. 150-175.

THE TEMPORAL INTERPRETATION OF MODAL LOGIC

Summary

The temporal interpretation of modal logic consists in replacing possible worlds with temporal states of the world or any time determinates and the accessibility relation with a relation of passage of time. That issue has been raised by A. N. Prior, who was thinking of propositions as things which could change their truth-values (could become true or become false) with the passage of time. Under such interpretation Prior was reading a formula ($\Box\varphi$) as: it (is and) will always be the case that φ or: it (is and) has always been the case that φ . The formula ($\Diamond\varphi$) should be read respectively.

In the present paper the interpretation in question is examined. Its sources are presented and its consequences are analysed. It is claimed that the interpretation is highly disputable because of its disagreement with the physical meaning of temporal statements, established in the special relativity theory.

Summarised and translated by Marcin Tkaczyk

Słowa kluczowe: logika temporalna, logika tensalna, logika modalna, semantyka relacyjna.

Key words: temporal logic, tense logic, modal logic, relational semantics.

Information about Author: Dr MARCIN TKACZYK OFM Conv – Chair of Logic, Faculty of Philosophy, The John Paul II Catholic University of Lublin; address for correspondence: Al. Raławickie 14, PL 20-950 Lublin; e-mail: tkaczyk@kul.pl