

Kazimierz Trzęsicki, *Logika temporalna. Wybrane zagadnienia*, Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku 2008, ss. 443. ISBN 978-83-7431-172-4.

Systemy logiki temporalnej zaczęły być konstruowane pod koniec pierwszej połowy XX stulecia. Do dnia dzisiejszego skonstruowanych zostało wiele różnych systemów temporalnych. Mianem logiki temporalnej określane są: systemy *tense logic* (których prekursorem jest A. N. Prior), systemy logiki temporalnej G. H. von Wrighta, logika czasu empirycznego – *logic of empirical time* (zawierająca zmienną czasową), zapoczątkowana przez J. Łosia, a rozwijana zwłaszcza przez N. Reschera i A. Urquharta, systemy logiki czasu interwałowego (np. systemy J. van Benthema), logika temporalna budowana w różnych wersjach języków hybrydowych (np. systemy C. Arecesa), a obecnie zwłaszcza systemy temporalne wykorzystujące pojęcie czasu w programach komputerowych (od standardowych systemów *Linear Temporal Logic* po różne wersje *Branching Temporal Logic*). Wymienione rodzaje logiki temporalnej są od siebie niezależne (różnią się między sobą występującymi na ich gruncie specyficznymi funktorami temporalnymi), mają jednak wspólną własność: formalizują niektóre wyrażenia czasowe. Kazimierz Trzęsicki w swojej pracy *Logika temporalna. Wybrane zagadnienia* koncentruje się na logice operatorów czasów gramatycznych (*tense logic*), którą nazywa logiką tensalną, oraz na systemach temporalnych znajdujących zastosowanie w informatyce. Recenzowana praca składa się z sześciu rozdziałów.

Rozdział pierwszy nosi tytuł „Koncepcje czasu”. Autor rozpoczyna swoje rozważania od przedstawienia podziału koncepcji czasu (1.1). Wskazuje, że ze względu na status poznawczy można wyróżnić czas doświadczany i czas skonstruowany. Czas doświadczany, ze względu na rodzaj jego doświadczenia, dzielony jest na: fizyczny i fizjologiczny (czas w doświadczeniu zewnętrznym) oraz psychologiczny (czas w doświadczeniu wewnętrznym). Natomiast rodzaje czasu skonstruowanego wyróżniane są ze względu na typ konstrukcji, ze względu na dziedzinę; w szczególności mamy tu czas lingwistyczny, naukowy, mityczny, literacki i filozoficzny. W kolejnej części (1.2) autor podaje znaczenia terminu „czas”. Znaczenia te można wyróżniać, biorąc

pod uwagę status ontyczny obiektu, który określamy jako czas. Rozróżnia się więc czas jako pewną całość, strukturę oraz czas jako składową tej całości. Czas jako składową dzieli się zaś na moment (chwilę) oraz okres (przedział, interwał). Autor wyjaśnia pokrótce, co rozumie pod tymi pojęciami, oraz podaje również inne znaczenia terminu „czas”. Następne części rozdziału pierwszego poświęcone są odpowiedzi na pytanie, czy czas istnieje (1.3), a jeśli tak, to jakiego rodzaju jest on przedmiotem (1.4)? Autor przedstawia różne, powstałe przez stulecia, stanowiska dotyczące istnienia czasu (m.in. stanowisko eleatów, Platona, Arystotelesa, św. Augustyna, św. Tomasza), a następnie charakteryzuje, na podstawie poglądów reprezentatywnych autorów, sposoby istnienia czasu: czas jako byt samoistny, substancja (zdaniami P. Gassendiego, I. Newtona), czas jako atrybut (zwłaszcza według arystotelików i G. W. Leibniza) oraz czas jako przedmiot subiektywny (wśród zwolenników m.in. Plotyna, św. Augustyna). Kończąc rozważania dotyczące sposobu istnienia czasu, Autor stwierdza, że wybór jednej z tych koncepcji (substancjalistycznej lub atrybutywi-stycznej) nie jest istotny z punktu widzenia uprawiania logiki temporalnej (s. 43). W kolejnej części rozdziału pierwszego autor charakteryzuje składowe czasu (1.5). Wyróżnia czas jako strukturę punktową (punkty czasowe, momenty, to obiekty nierozciągle w czasie), czas jako strukturę atomową (atomy czasu, chronomy, to obiekty mające rozciągłość czasową, lecz niepodlegające podziałowi) oraz czas jako strukturę interwałową, przedziałową (interwały to obiekty rozciągle w czasie, podlegające podziałowi). W tej części rozważań autor stara się także odpowiedzieć na pytanie, czym jest przeszłość, teraźniejszość i przyszłość; przytacza również różne możliwe odpowiedzi na pytanie o istnienie przeszłości i przyszłości. Ostatnie części rozdziału (1.6 i 1.7) poświęcone są właściwościom czasu. Autor dzieli je na nieformalne (właściwości wiążące się z istnieniem i sposobem istnienia czasu) oraz formalne (własności czasu jako struktury matematycznej; dające się zapisać w języku formalnym). Te drugie dzielą się na topologiczne, metryczne i teoriogrupowe. Najpierw Autor charakteryzuje własności nieformalne czasu (jedność, asymetrię przeszłości i przyszłości, jednorodność i jednostajność czasu, mierzalność, ciągłość, wieczność czasu i równoczesność zdarzeń), a następnie przedstawia formalną ontologię czasu. Dla czasu jako struktury punktowej, definiowanego jako para $\langle T, \langle \rangle \rangle$ (gdzie T jest niepustym zbiorem momentów, a $\langle \rangle$ dwuczłonową relacją wcześniej-później), podaje m.in. definicję przeciwzwrotności, przechodniości, symetryczności, asymetryczności, liniowości, słabej liniowości, spójności, kolistości, gęstości, ciągłości, dyskretności, braku punktu początkowego i końcowego. Dla czasu jako struktury interwałowej Autor charakteryzuje różne relacje zachodzące między przedziałami. Na zakończenie tej części rozważań Autor omawia czas jako strukturę zdarzeniową.

Rozdział drugi recenzowanej książki zatytułowany jest „Język temporalny”. Zaczyna się on od rozważań dotyczących języka w ogólności (2.1). Na wstępie Autor zaznacza, że przez język rozumie się przede wszystkim język naturalny, ale terminu „język” używa się także, w sensie analogicznym, na oznaczenie języków sztucznych

i formalnych (s. 106). Następnie Autor podaje definicję języka jako trójki $\langle D, G, S \rangle$, gdzie D jest słownikiem (zbiorem słów), G – gramatyką, a S – zbiorem reguł znaczeniowych (sensu). Podaje także definicję wymiennalności *salva congruitate*, przynależności wyrażen do tej samej kategorii syntaktycznej i wieloznaczności składniowej. Po podaniu podstawowych definicji Autor omawia liczne różnice między językiem formalnym a naturalnym (jego zdaniem łatwiej powiedzieć, czym różnią się te języki od siebie, niż scharakteryzować, czym są) i stwierdza, że z powodu tych różnic nie da się w pełni sformalizować języka naturalnego (s. 111). W drugiej części tego rozdziału (2.2) Autor charakteryzuje temporalność w języku naturalnym: wyrażenia temporalne i czasy gramatyczne. Najpierw podaje definicję wyrażenia temporalnego (każde wyrażenie, którego interpretacja wymaga jakiegoś odniesienia do czasu, do relacji: przeszłość – teraźniejszość – przyszłość bądź relacji: przed – po, np. *dzisiaj, w przyszłości, 13 września 2006 r.*) i wyrażenia atemporalnego (wyrażenie, które nie jest temporalne; są to np. zdania matematyki – ich wartość logiczna nie zależy od czasu w ogóle). Potem Autor definiuje zdania tensalne (wyrażenia zdaniowe, w których zmiana formy czasu gramatycznego może prowadzić do zmiany jego wartości logicznej, np. *Jan czyta książkę*) i zdania atensalne (zdania, których wartość logiczna nie zależy od formy czasu gramatycznego, np. *Jan czyta książkę 13 września 2006 r.*) oraz wskazuje na podstawową rolę czasów gramatycznych: opisują one sposób, w jaki zdarzenia, procesy i stany mają się do osi czasu. W tej części pracy Autor podejmuje także inne zagadnienia, związane z temporalnością w języku naturalnym, m.in. kwestię związku między prawdziwością a czasem, kwestię miejsca semantycznego czasów gramatycznych oraz przedstawia A i B koncepcje czasów gramatycznych. Ostatnia część rozdziału drugiego poświęcona jest formalnym teoriom czasów gramatycznych (2.3). Autor przedstawia tu semiotyczne koncepcje czasów gramatycznych (O. Jespersena, H. Reichenbacha), koncepcję czasów gramatycznych Priora oraz koncepcje współczesne (m.in. H. Kampa).

Rozdział trzeci, noszący tytuł „Język logiki temporalnej”, Autor rozpoczyna od uwagi, że standardowy język logiki nie umożliwia zapisu zdań tensalnych; nie radzi sobie ona z czasami gramatycznymi (s. 153). Wskazuje na dwa sposoby rozwiązania tego problemu. Jednym z nich jest stworzenie odpowiedniego języka formalnego. W języku logiki temporalnej można zdefiniować wiele operatorów odpowiadających wyrażeniom języka naturalnego. Czasy gramatyczne logika temporalna traktuje jako operatory zdaniowe. Język logiki operatorów czasów gramatycznych (operatorów tensalnych) jest językiem zdaniowym. Składają się nań: słownik D, reguły składni G oraz reguły znaczeniowe, semantyczne, S. W części pierwszej tego rozdziału (3.1) Autor podaje definicje podstawowych pojęć semantyki języka logiki temporalnej: wartościowania, modelu, stanu świata oraz spełniania i prawdziwości zdania. Kolejna część (3.2) zawiera charakterystykę języka logiki operatorów tensalnych. Przez język logiki operatorów tensalnych rozumiany jest język zdaniowy z operatorami czasów gramatycznych: P (było tak, że ...) i H (zawsze było tak, że ...) oraz F (będzie tak,

że ...) i G (zawsze będzie tak, że ...) interpretowany w czasie rozumianym jako struktura punktowa. O istocie i sensie logiki temporalnej stanowią właśnie spójniki temporalne. Dalej Autor przedstawia gramatykę języka logiki operatorów tensalnych oraz semantykę języka operatorów tensalnych. Scharakteryzowane zostają priorskie operatory tensalne oraz operatory tensalne czasu rozgałęzionego (peirce'owskie i ockhamowskie). Następnie (3.3) Autor prezentuje inne operatory temporalne (tensalne są jednym z rodzajów operatorów temporalnych), tj. operatory U i S oraz W i B, operatory czasu dyskretnego, operatory częstościowe oraz operatory temporalne czasu interwałowego. Ostatnia część rozdziału trzeciego (3.4) wyjaśnia pojęcie funkcjonalnej pełności i zawiera uwagi dotyczące translacji zdań logiki temporalnej na język rachunku predykatów.

W pierwszej części kolejnego rozdziału książki, zatytułowanego „Minimalna logika tensalna”, przedstawiony jest system K_t (4.1): jego aksjomaty, reguły, niektóre twierdzenia (wraz z dowodami) oraz definicje. W części drugiej (4.2) Autor wskazuje na dwa główne sposoby dowodzenia twierdzeń o pełności: metodę tablic semantycznych i metodę Henkina, następnie opisuje tę drugą metodę i za jej pomocą dowodzi pełności minimalnego systemu logiki tensalnej, tj. systemu K_t (4.3). Ostatnia część rozdziału czwartego (4.4) zawiera uwagi dotyczące rozstrzygalności systemów logiki temporalnej.

Rozdział piąty nosi tytuł „Temporalno-logiczna charakterystyka czasów”. Autor rozpoczyna swoje rozważania od wyjaśnienia pojęcia temporalno-logicznej charakterystyki czasu (5.1), następnie przedstawia związki między czasami i ich charakterystykami (5.2) oraz związki między charakterystykami czasów a ich teoriami logicznymi (5.3). Istotną częścią tego rozdziału jest część czwarta (5.4), w której autor przedstawia temporalno-logiczne charakterystyki czasów. Opisuje w języku teorii relacji takie właściwości czasu jak: zwrotność i przeciwzwrotność, symetryczność i asymetryczność, brak punktu początkowego lub końcowego, dyskretność, gęstość i ciągłość, a także przechodniość, liniowość w przeszłość i w przyszłość oraz rozgałęzioność. Następnie Autor odpowiada na pytanie, które własności czasu można wyrazić za pomocą języka logiki temporalnej. Wskazuje, że za jego pomocą można wyrazić wszystkie wymienione własności czasu poza przeciwzwrotnością i asymetrią (rozgałęzioności się nie stwierdza, można jej jedynie nie wykluczać). Część piąta tego rozdziału (5.5) przedstawia systemy czasu liniowego: system CL i SL oraz logikę czasu cyklicznego, część szósta (5.6) przedstawia logikę operatorów U i S, siódma (5.7) logikę ockhamowską, a ostatnia część (5.8) logiki hybrydowe, zwłaszcza system K_{tH} .

Ostatni rozdział, zatytułowany „Logika temporalna w informatyce”, traktuje o logice temporalnej jako narzędziu informatyki (6.1). Autor zauważa, że logika temporalna, inspirowana zagadnieniami filozoficznymi i lingwistycznymi, znalazła liczne zastosowania w informatyce (s. 319). Systemy logiki temporalnej służą m.in. do specyfikacji i weryfikacji programów. Autor charakteryzuje temporalność w informatyce (6.2) oraz przedstawia logiki temporalne znajdujące zastosowanie w tej nauce: logikę

temporalną liniowego czasu obliczeniowego LTL (6.3), logikę rozgałęzionego czasu obliczeniowego CTL i CTL* (6.4), związki między LTL, CTL i CTL* oraz ich zastosowania (6.5) oraz inne logiki temporalne czasu obliczeniowego: TLA, ATL i ATL*, ITL, TTL, PTL (6.6).

Książka Kazimierza Trzęsickiego *Logika temporalna. Wybrane zagadnienia* łączy cechy monografii naukowej z cechami podręcznika akademickiego. We właściwy dla podręcznika sposób prezentuje od podstaw pewne kwestie związane z logiką temporalną, ale zawiera także trudniejsze analizy i zagadnienia wymagające od czytelnika sporej wiedzy logicznej. Książka może być wykorzystywana w wykładach monograficznych, proseminariach i seminariach celem zaznajomienia studentów z logiką temporalną. Może także służyć pewnemu uzupełnieniu i ugruntowaniu wiedzy czytelników mających już o niej jakieś pojęcie. W związku z tym, że niewiele jest w języku polskim publikacji traktujących o logice tensalnej, każda praca jej dotycząca jest potrzebna i wartościowa.

Niewątpliwą i największą zaletą recenzowanej książki jest bogactwo przedstawionych w niej treści: dokładne omówienie przez Autora niektórych systemów logiki temporalnej, poruszenie wielu zagadnień filozoficznych i lingwistycznych związanych z logiką temporalną oraz wskazanie na niektóre możliwości jej zastosowania. Wiadomo jednak, że nie ma prac idealnych, w związku z czym również podczas lektury tej publikacji nasuwa się kilka uwag.

Autor we wstępie pisze, że jego praca koncentruje się na najważniejszym dziale logiki temporalnej – logice operatorów czasów gramatycznych (s. 16). Pytanie, które się tutaj nasuwa, brzmi: na jakiej podstawie Autor uznaje *tense logic* za najważniejszą? Stanowisko takie należałoby jakoś umotywować. Niektórzy autorzy uważają bowiem, że najważniejszym rodzajem logiki temporalnej są systemy wykorzystywane w informatyce (o których autor pisze), systemy von Wrighta bądź logika czasu empirycznego.

W celu formalizacji wyrażen języka potocznego oraz zbliżonych do języka naturalnego wyrażen z wielu nauk skonstruowane zostały systemy logiki temporalnej zawierające inne niż systemy *tense logic* funktry. Są to przede wszystkim systemy zawierające funktry temporalne, których odpowiednikami w języku potocznym są wyrażenia *i potem*, *i następnie*. Systemy logiki temporalnej *And Next* i *And Then*, na których gruncie występują takie funktry, skonstruowane zostały w latach 60. XX wieku przez fińskiego logika G. H. von Wrighta. W systemach tych występują funktry temporalne tzw. koniunkcji uczasowionej (oznaczane symbolem T). Na gruncie systemu *And Next* funktry T odczytywany jest: *i następnie* (w chwili bezpośrednio następującej). Na gruncie systemu *And Then* występuje funktry T odczytywany: *i potem* (kiedyś potem).

Innym rodzajem logiki temporalnej są systemy ze zmienną czasową, zawierające funktry R odczytywany w następujący sposób: $R t p - p$ jest realizowane w czasie t (jest tak w czasie t , że p). Tego rodzaju systemy logiki temporalnej zapoczątkowane zostały przez polskiego logika J. Łosia, który podjął pierwszą próbę (czyli wcześniej

niż Prior) skonstruowania formalnego systemu logiki temporalnej, budując w 1947 r. pierwszy współczesny (logiczna teoria zmiennej czasowej sięga Arystotelesa i Szkoły Megarejsko-Stoickiej, była też rozwijana w średniowieczu) system logiki dat i interwałów czasowych. Następnie systemy zawierające zmienną czasową konstruowane i rozwijane były przede wszystkim przez Reschera, a także w pewnym stopniu przez Urquharta i Priora. Systemy temporalne, w których występuje formuła $R t p$, ich twórcy nazywali *temporal logic* (bądź *chronological logic*) w celu odróżnienia ich od systemów *tense logic*. Warto wspomnieć, że ostatnio została skonstruowana, zbadana i przedstawiona przez M. Tkaczyka (w pracy *Logika czasu empirycznego*) minimalna logika czasu empirycznego (ET). Logika ta podaje prawa rządzące poprawnym użyciem zwrotu „w czasie” na gruncie teorii fizykalnych (zdarzenie z zachodzi w czasie t).

Autor recenzowanej książki tylko wspomina o systemach von Wrighta oraz logice czasu fizykalnego: R-rachunku Reschera (s. 13). Wydaje się jednak, że dla pełnego obrazu i zaznajomienia czytelnika ze wszystkimi rodzajami logik temporalnych należałoby zamieścić (choćby w wstępie) krótką charakterystykę tych systemów.

Kolejna uwaga dotyczy zastosowań logiki temporalnej. We wstępie (s. 10) Autor wskazuje na możliwe zastosowania logiki temporalnej: zwłaszcza w informatyce, ale także w matematyce. Deklaruje (s. 18) pokazanie w swojej pracy różnych możliwości wykorzystania logiki temporalnej. Przedstawia jednak głównie możliwe zastosowania tych systemów w informatyce. Nie wspomina natomiast o możliwości zastosowania systemów temporalnych w fizyce. Powstało na ten temat kilka prac, które należałoby tu uwzględnić. S. Kiczuk wspomina o możliwościach takiego zastosowania niektórych systemów temporalnych w artykule *Zagadnienie konstruowalności logiki zdań czasowych* („Roczniki Filozoficzne” 28 (1980), z. 1) oraz w książce *Przedmiot logiki formalnej oraz jej stosowalność* (Lublin 2001). Przy okazji dodam, że Autor (korzystający przede wszystkim z literatury obcojęzycznej) nie wykorzystuje ważnych, choć nielicznych, prac dotyczących logiki tensalnej napisanych przez polskich autorów, m.in. J. Wajszczyka *Logika a czas i zmiana* oraz S. Kiczuka.

Drobne zastrzeżenie można by też mieć do konstrukcji recenzowanej pracy. W części 1.2 autor podaje różne znaczenia terminu „czas” i wyróżnia czas jako pewną całość, strukturę oraz czas jako składową tej całości. Czas jako składową dzieli się zaś na moment (chwilę) oraz okres (przedział, interwał). Autor wyjaśnia pokrótce, co rozumie pod tymi pojęciami. Dokładna charakterystyka składowych czasu: punktów, momentów, atomów, chronomów (właściwa nazwa brzmi chyba chrononów?) oraz interwałów, przedziałów znajduje się jednak dopiero w części 1.5. Nie wiem, dlaczego rozważania z części 1.2. i 1.5 przeplatane są rozważaniami dotyczącymi zagadnienia istnienia czasu. Poza tym, kończąc rozważania dotyczące sposobu istnienia czasu, Autor stwierdza, że wybór koncepcji substancjalistycznej lub atrybutywistycznej nie jest istotny z punktu widzenia uprawiania logiki temporalnej. Nasuwa się więc pytanie: po co Autor tak szczegółowo je omówił?

Ostatnia uwaga dotyczy kilku drobnych błędów, powstałych zapewne z winy wydawnictwa, które znalazły się w książce (m.in. w definicji wyrażenia „ $x \leq y$ ” na s. 84) oraz licznych błędów stylistycznych (np. strona 98, 304).

Podsumowując, poza wymienionymi drobnymi zastrzeżeniami, recenzowana książka jest bardzo wartościowa – stanowi użyteczne narzędzie dydaktyczne oraz wnosi ważny wkład w polską literaturę dotyczącą logiki temporalnej. W związku z faktem, że niewiele jest w języku polskim publikacji dotyczących logiki tensalnej, podkreślić raz jeszcze należy, że tego rodzaju książka była zdecydowanie potrzebna.

Anna Kozanecka-Dymek
Katedra Logiki KUL

David Makinson, *Od logiki klasycznej do niemonotonicznej*, przeł. T. Jarmużek, Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika 2008, ss. 212. ISBN 978-83-231-2196-1.

Wraz z rozwojem badań nad sztuczną inteligencją w latach sześćdziesiątych XX wieku narodziła się potrzeba reprezentacji wiedzy i rozumowań faktycznie przeprowadzanych przez ludzi. Okazało się wówczas, że wiele takich rozumowań nie przebiega według schematów dostarczanych przez logikę klasyczną. Jedną z zasad, która często nie jest respektowana w potocznych rozumowaniach jest podstawowa dla logiki klasycznej zasada monotoniczności, głosząca, iż jeśli zdanie wynika z pewnego określonego zbioru przesłanek, to wynika również z sumy tego zbioru z dowolnym zbiorem (odpowiednikiem jej jest prawo klasycznego rachunku zdań $(p \rightarrow q) \rightarrow (r \wedge p \rightarrow q)$). Tymczasem często bywa, że dodanie do zbioru przesłanek nowego zdania blokuje inferencje, które można było wyprowadzić ze zbioru wyjściowego. Tak jest np. gdy wychodzimy we wnioskowaniu od zdania „Jeśli zażyjesz aspirynę, to poczujesz się lepiej” i dochodzimy do zdania „Jeśli aspirynę rozpuścisz w cyjanku potasu i ją zażyjesz, to poczujesz się lepiej”. Łatwo zauważyć, że takie wnioskowanie jest dedukcyjne (opiera się ono bowiem na przywołanym wyżej prawie monotoniczności). Tymczasem w zdroworoządkowym myśleniu dodatkowa informacja o rozpuszczeniu aspiryny w cyjanku potasu zdaje się blokować wcześniejszą inferencję. I takiego rodzaju wnioskowania (gdzie zamiast zwrotów „Jeśli prawdą jest, że p , to prawdą jest, że q ” występują zwroty „Jeśli p , to zwykle q ”, czy „Jeśli p jest akceptowalne, to akceptowalne jest q ”) legły u podstaw potrzeby logik niemonotonicznych, których przedmiotem jest recenzowane dzieło.

Książka wydana przez Wydawnictwo Naukowe UMK to praca napisana przez jednego ze znakomych logików współczesnych, Davida Makinsona, profesora Londyńskiego King's College. Podkreślić należy fakt, i chwała za to tłumaczowi książki,