


BEATA WINNICKA  orcid.org/ORCID: 0000-0002-0392-6699

Instytut Psychologii, Akademia Ignatianum w Krakowie
Institute of Psychology, Jesuit University Ignatianum in Cracow
e-mail: beata.winnicka@ignatianum.edu.pl

Recenzja książki: Dean Buonomano (2019), *Mózg, władca czasu. Dlaczego dzień może być krótszy niż godzina, a minuta dłuższa od dnia.* Warszawa: Prószyński i S-ka

Dean Buonomano jest profesorem neurobiologii i psychologii na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles. Recenzowana publikacja jest drugą książką autora dotyczącą czasu; ukazała się w 2017 roku, a jej oryginalny tytuł brzmi: *Your Brain is a Time Machine: The Neuroscience and Physics of Time*. Buonomano podejmuje udaną próbę połączenia psychologii i neuro nauki czasu z odkryciami współczesnej fizyki i filozofii. Poszukiwanie zarówno wzajemnych analogii, punktów przecięcia, jak i obszarów niezgodności bardzo wzbogaca przedstawiony obraz czasu. Książka ma charakter popularno-naukowy, jest wciągającą, fascynującą opowieścią o czasie. Opowieścią przygotowaną bardzo starannie, zawierającą odniesienia do klasycznych oraz współczesnych ustaleń naukowych, zaopatrzoną w obszerną bibliografię, indeks nazwisk oraz poszerzającą narrację przypisy, odsyłające do kolejnych obszarów wiedzy wartych eksplorowania. Jest spójną całością, napisaną z dużą troską o czytelnika.

Autor w rozdziale pierwszym prezentuje mapę podróży, w którą chce nas zabrać, w czytelny, precyzyjny sposób przedstawia kolejne krajobrazy czasu, odwołuje się często do przestrzeni wcześniej zwiedzanych i umiejętnie zapowiada mające wkrótce nastąpić wydarzenia. W kluczowych dla zrozumienia narracji momentach posługuje się nośnymi metaforami, pozwalającymi czytelnikowi uchwycić nie zawsze łatwe treści, np. kodowanie czasu w stanie układów

dynamicznych porównuje do zmarszczek na wodzie wywołanych przez wrzucony w toń kamień, a zegary populacyjne do drapacza chmur z określonym, zmieniającym się układem świateł zapalonych w jego oknach. Buonomano skrupulatnie dokumentuje przedstawione w książce tezy, odwołując się do badań naukowych, a jednocześnie ilustruje je wyrazistymi przykładami z codziennych i niecodziennych sytuacji życiowych. Stawia ważne pytania, próbując znaleźć na nie odpowiedzi, ale również inspirując do samodzielnych poszukiwań. Nie waha się również prowadzić własnych podróży w czasie. Na przykład podsumowując badania ukazujące szkodliwy wpływ życia niezgodnego z naturalnym rytmem na funkcjonowanie, sugeruje, że przy zasiedlaniu planet o innym niż ziemski okresie obrotu możemy być zmuszeni do wyłączenia swoich zegarów okołodobowych.

Publikacja składa się z dwóch części. Pierwsza z nich poświęcona jest czasowi mózgu, druga dotyczy fizycznej i umysłowej natury czasu. Poszczególne rozdziały oznaczone są zamiast liczebników porządkowych kolejnymi godzinami, od 1:00 do 12:00. O godzinie 1:00, w rozdziale zatytułowanym *Różne smaki czasu*, autor wskazuje na rosnące w ostatnich dekadach zainteresowanie problemem czasu w psychologii i neuronauce. Według Buonomano nie jesteśmy w stanie zrozumieć ludzkiego umysłu bez rozwikłania tajemnicy odczuwania, postrzegania i odzwierciedlania czasu przez mózg. Autor przywołuje dwie najważniejsze

teorie filozoficzne dotyczące czasu, czyli prezentyzm i eternalizm, a jako ostateczną drogę rozstrzygnięć dotyczących prawdziwej natury czasoprzestrzeni przedstawia podróże w czasie. Wskazuje jednocześnie, że neuronauka, traktując przeszłość, terażniejszość i przyszłość jako odrębne kategorie, milcząco przyjmuje stanowisko prezentystyczne. Prezentyzm odrzuca możliwość podróży w czasie, nie można bowiem podróżować do punktów w przeszłości lub przyszłości, które już/jeszcze nie istnieją. Tymczasem, jak dowodzi autor godzinę później, mózg jest najlepszym dostępnym nam obecnie wehikułem czasu, umożliwiającym umysłowe podróże do przeszłości i przyszłości.

Mózg jest również według Buonomano maszyną do przewidywania/przepowiadania przyszłości, odmierzającą czas i tworzącą jego poczucie. Ustalanie relacji czasowych pomiędzy zdarzeniami badacz uznaje za jedną z najważniejszych wskazówek służących orientacji w otaczającym świecie. Przedstawia zdolność synaps do uczenia się relacji przyczynowo-skutkowych (STPD) jako przykład mechanizmu ustalania relacji czasowych o największej rozdzielczości czytelnej dla układu nerwowego. Przyjmuje stanowisko, które nazywa *zasadą wielu zegarów*, wskazując, że mózg wyposażony jest w liczne mechanizmy służące odmierzeniu czasu w różnych skalach. Poszukiwania jednego wewnętrznego zegara odpowiedzialnego za subiektywne poczucie czasu uznaje za bezzasadne.

O godzinie 3:00 autor zastanawia się nad działaniem zegara okołodobowego. Opisuje mechanizmy odpowiedzialne za cykliczne zmiany dzień–noc w organizmach ludzi i zwierząt, wskazując, że rytmy okołodobowe, koordynowane przez jądro nadskrzyżowaniowe, wpływają bezpośrednio na różnorakie funkcje fizjologiczne i poznawcze. Pokazuje m.in. skutki zaburzeń okołodobowego rytmu snu o podstawach genetycznych, tzw. rodzinny zespół przyspieszonej fazy snu, trudności wywoływane pracą zmianową lub podróżami lotniczymi połączonymi z przekraczaniem stref południkowych.

Rozdział czwarty, zatytułowany *Szósty zmysł*, autor poświęca subiektywnemu poczuciu czasu. Opisuje różnice pomiędzy prospektywnym (świadome śledzenie upływu czasu)

i retrospektywnym (wnioskowanie o upływie czasu na podstawie informacji przechowywanych w pamięci) paradygmatem szacowania czasu, podkreślając wpływ metody badania na uzyskiwane wyniki. Według autora kompresja bądź dylatacja czasu uzyskiwana w badaniach eksperymentalnych dowodzi, że nasz osąd dotyczący upływu czasu jest wysoce niedokładny i niewiarygodny. Szacowanie czasu jest zależne m.in. od obciążenia poznawczego, modalności prezentowanych bodźców, czy też ich charakterystyk fizycznych. Przyspieszanie lub zwalnianie subiektywnego czasu jest też związane z przyjmowaniem substancji psychoaktywnych, np. THC czy metamfetaminy.

Buonomano analizuje również zjawisko zwalniania czasu w sytuacjach zagrażających życiu, jako jego wyjaśnienie proponując trzy hipotezy: przetaktowania, hiperpamięci i metaluzji. Za przetaktowanie odpowiadałyby neuromodulatory, takie jak norepinefryna, które wydzielając się w sytuacjach wymagających walki lub ucieczki, wywoływałyby zmiany w latencji neuronów. Hiperpamięć byłaby złudzeniem występującym podczas rekonstruowania epizodu na skutek odtwarzania szczegółowych wspomnień zapisanych w trudnych sytuacjach w większej rozdzielczości przestrzennej i czasowej. Metaluzja natomiast zakłada, że subiektywny upływ czasu jako świadome przeżycie jest złudzeniem, konstruktem umysłowym, który może mieć różnorakie tempo, oznaczane przez mózg w elastyczny sposób. Zwolnienie tempa zdarzeń byłoby zatem rodzajem odmiennego stanu świadomości.

O godzinie 5:00 autor powraca do zagadnienia tworzenia przez mózg świadomego upływu czasu. Pokazuje znaczenie wychwytywania wzorców czasowych dla rozumienia mowy, mających znaczenie w różnicowaniu fonemów, śledzeniu prozodii czy przy nauce obcego języka. Wskazuje, że mowa matczyzna charakteryzuje się m.in. przedłużaniem samogłosek i pauz między słowami. Podaje alfabet Morse'a jako przykład przekazywania informacji według wzorca czasowego. Porównuje przy tym do mowy matczynej schemat czasowy Farnswortha stosowany w nauce alfabetu Morse'a, polegający na zwiększeniu pauz między literami i wyra-

zami przy nadawaniu liter w normalnym tempie. Przetaczając wyniki badań nad działaniem układu nerwowego u zwierząt i ludzi, stawia tezę, że zdolność odmierzenia czasu w skali setek milisekund należy uznać za wrodzoną właściwość obwodów neuronalnych. Argumentem przemawiającym za jej prawdziwością byłby m.in. brak znanych chorób neurologicznych, które skutkują utratą zdolności odbioru rytmu muzyki, czy odtwarzania krótkich interwałów czasu (w skali sekund).

Buonomano jest autorem przedstawionej o godzinie 6:00 hipotezy dotyczącej znaczenia krótkotrwałej plastyczności synaptycznej oraz pozostałych zależnych od czasu właściwości neuronów dla zdolności mózgu do odmierzenia czasu w zakresie setek milisekund. Proste obwody reagujące wybiórczo na rozmaite odstępy czasowe, a więc dostrojone do poszczególnych interwałów, byłyby wykorzystywane do oceny czasu słyszanych fonemów czy nut. Za rozróżnianie bardziej złożonych wzorców czasoprzestrzennych, np. słów, odpowiadałyby natomiast sieci zależne od stanu. Ważnym kodem służącym mózgowi do zapisywania czasu jest zegar populacyjny, który pozwala reprezentować poszczególne momenty czasu poprzez dużą subpopulację aktywnych neuronów. Model zegara populacyjnego zakłada, że dany obwód neuronowy stanowi wiele rozmaitych liczników czasu, wykorzystujących odmienne wzorce czasoprzestrzenne. Buonomano przytacza wyniki badań eksperymentalnych, które zdają się potwierdzać prezentowane w rozdziale koncepcje, przyznając równocześnie, że nie rozumiemy jeszcze dokładnie, w jaki sposób mózg tworzy powtarzalne wzorce, a w szczególności jak radzi sobie z problemem chaosu.

Kolejny rozdział dotyczy zagadnienia pomiaru czasu z wykorzystaniem kalendarza oraz rozmaitych zegarów, od słonecznych do atomowych. Autor przedstawia współczesne zegary jako najdokładniejsze narzędzia pomiarowe stworzone przez człowieka, zdumiewające nie tylko rozdzielczością działania, ale i jego zakresem. Wskazuje, że zegary wykorzystujemy nie tylko do pomiaru upływu czasu, lecz także do śledzenia i rejestrowania ludzkich zachowań w czasie oraz ich synchronizowania. Zauważa

jednocześnie, że ludzka zdolność do mierzenia czasu nie przybliżyła nas do zrozumienia jego natury, np. do znalezienia odpowiedzi na pytania, czy czas płynie w jednym kierunku, a jeśli tak, to dlaczego, albo czy prezentyzm oddzielający wyraźnie przeszłość, terażniejszość i przyszłość nie jest tylko złudzeniem podsuwanym nam przez mózg.

O godzinie 8:00 autor powraca do idei prezentyzmu i eternalizmu. W prezentyzmie rzeczywista jest tylko terażniejszość. W ujęciu eternalistycznym wszystkie wymiary czasowe są równie rzeczywiste, czas ulega uprzestrzennieniu, spacjalizacji do pełnego, czwartego wymiaru blokowego wszechświata. Możliwe jest również alternatywne, kompromisowe ujęcie, proponowane w teorii rozwijającego się wszechświata blokowego, w którym, jak mówi autor, terażniejszość jest jak czoło fali utrwalające nieokreśloną przyszłość i zmieniające ją w stale rosnącą, niezmienną przeszłość. Współistniejące różnorodne ujęcia teoretyczne czasu świadczą według autora o tym, że wciąż nie rozumiemy prawdziwej natury czasu. We współczesnej fizyce i filozofii faworyzowany jest eternalizm, tymczasem doświadczamy prezentystycznego subiektywnego poczucia upływu czasu. Analizując czas tensowy i beztensowy, Buonomano pokazuje, że również język z natury zakłada perspektywę prezentystyczną, traktuje czas terażniejszy jako uprzywilejowany układ odniesienia.

Kolejny rozdział autor poświęca zagadnieniu spacjalizacji czasu w fizyce. Buonomano, wychodząc od teorii względności, dostarczającej przekonujących argumentów za eternalizmem, analizuje dysonans pomiędzy fizyką a neuro nauką czasu i zastanawia się, czy upływ czasu, ewidentny w subiektywnym odczuciu, może być tylko złudzeniem mózgu. Dokonuje przy tym rozróżnienia pojęcia *złudzenie* w fizyce i neuronauce. Zgodnie z ujęciem eternalistycznym upływ czasu jest złudzeniem, ponieważ istnieje wyłącznie w umyśle, zgodnie z ujęciem prezentystycznym przyjmowanym w neuronauce czas jest złudzeniem, czyli umysłowym konstruktem, który reprezentuje zjawisko istniejące w świecie zewnętrznym, chociaż czyni to niezbyt wiernie. Buonomano wskazuje, że układ nerwowy jest

dobrze przystosowany do praw fizyki, a *qualia* są stanami adaptacyjnymi, ponieważ korelują ze zjawiskami fizycznymi. Pozostaje zagadką, po co mózg reprezentowałby czas, gdyby ten w ogóle nie istniał.

W kolejnym rozdziale autor analizuje zagadnienie spacylizacji czasu w neuronauce. Przytaczając dane lingwistyczne, psychofizyczne i neurofizjologiczne, pokazuje, że przestrzeń i czas są wzajemnie połączone w układzie nerwowym. Na początku rozdziału Buonomano przywołuje spotkanie Alberta Einsteina z Jeanem Piagetem na interdyscyplinarnej konferencji w Davos w 1928 roku. Kilkanaście lat później w książce *Le développement de la notion de temps chez l'enfant* Piaget (1946) wspomina, jak inspirujące były postawione mu wówczas przez Einsteina pytania dotyczące czasu, w tym pytanie o to, czy intuicyjny sposób pojmowania czasu przez ludzi jest ich cechą wrodzoną, czy też nabytą. Buonomano przytacza klasyczne eksperymenty Piageta dotyczące związków czasu, drogi i prędkości, wskazując, że badacz zainspirowany szczególną teorią względności uznawał, iż dzieci intuicyjnie pojmują ideę zależności czasu od prędkości. Autor odnosi się również do przestrzennej metafory czasu w języku. Łączy ją z teorią, według której zdolność rozumienia pojęć związanych z czasem łączy się z wtórnym wykorzystaniem obwodów neuronalnych, służących pierwotnie znajdowaniu drogi, tworzenia map poznawczych i rozumieniu przestrzeni. Zaznacza przy tym, że sposób spacylizacji czasu bywa odmienny w poszczególnych językach. Na przykład przyszłość może znajdować się zarówno przed osobą mówiącą, jak i za nią. Autor przypomina także, że w naszych wypowiedziach o czasie stosujemy zamiennie perspektywę ruchomego ego (*wchodzimy w przyszłość*) i ruchomego czasu (*czas płynie*). Wskazuje, że relacja między czasem i przestrzenią z punktu widzenia językoznawstwa jest asymetryczna – metafory przestrzenne są częściej wykorzystywane do mówienia o czasie niż metafory czasowe do określania przestrzeni. Autor przytacza również przykłady eksperymentów pokazujących, że charakterystyki przestrzenne bodźców wpływają na oceny związanych z nimi interwałów czasu, a zauwa-

żony przez Piageta wpływ przestrzeni na czas nie kończy się w dzieciństwie.

Buonomano przywołuje również teorię wspólnego systemu przetwarzania danych o wielkości, zakładającą istnienie w mózgu (płat ciemieniowy) wielozadaniowego systemu odpowiedzialnego za przetwarzanie danych ilościowych. Na jej poparcie przytacza wyniki eksperymentów dotyczących umysłowej linii czasu, np. efekt STEARC, czy też deficyty w zakresie zapamiętywania czasowego kontekstu wydarzeń u osób z zespołem zaniedbania połowiczego. Autor książki podkreśla, że mózg specjalizuje się w wyszukiwaniu informacji we wzorcach występujących w świecie zewnętrznym. Kierując się korelacjami pomiędzy odstępami czasowymi i przestrzennymi, wykorzystuje informacje o odległości w celu optymalizacji szacowania upływu czasu.

O godzinie 11:00 autor podejmuje temat umysłowych podróży w czasie, podkreślając znaczenie wyjątkowej ludzkiej funkcji poznawczej, jaką jest zdolność dokonywania mentalnych projekcji siebie samego w przyszłość. Przytaczając dane z badań pacjentów z amnezją, autor wskazuje, że umysłowe podróże w czasie opierają się częściowo na funkcjach poznawczych wykorzystywanych do przechowywania i odtwarzania informacji autobiograficznych. Podróże w czasie wymagają wykorzystania pamięci semantycznej i epizodycznej, języka, operowania liczbami, a także stworzenia w umyśle linii czasu. Buonomano podkreśla, że umysłowa podróż w czasie nie tylko pozwala przewidywać przyszłość, lecz także umożliwia czynne jej kreowanie. Autor wskazuje, że wśród ludzi możemy znaleźć zarówno jednostki żyjące z dnia na dzień, jak i osoby znajdujące się na drugim krańcu kontinuum, skupione głównie na celach umiejscowionych w przyszłości, aż do wizjonerów wybiegających bardzo daleko w przyszłość. Ukazuje podania ludowe, jaskiniowe malowidła naskalne, komunikaty utrwalane za pomocą pisma jako przykłady jednostronnych rozmów z przyszłymi pokoleniami. Mówi też o negatywnych skutkach krótkowzroczności, jak problemy zdrowotne, ekonomiczne czy środowiskowe (zmiany klimatyczne). Według autora ludzkie wyposażenie neuronalne uzyskane

w wyniku ewolucji w ogromnej mierze pochodzi od zwierząt, żyjących w bezpośredniej teraźniejszości. Dlatego ludzie jako gatunek muszą wciąż doskonalić stosunkowo niedawno nabyte umiejętności odraczania gratyfikacji. Buonomano ukazuje praktykę, wykształcenie oraz czas poświęcony na namysł i refleksję o przyszłości jako środki służące podejmowaniu optymalnych decyzji, zapewniające wzrost wartości czynnika dyskontowania w czasie. Uważa, że uruchamianie umysłowego obrazowania przyszłych wydarzeń pomaga przeobrazić decyzje z impulsywnych na przemyślane. Autor zastanawia się także nad neuronalnym podłożem podróży w czasie, wskazując, że to złożone poznawczo zadanie, wymagające uruchomienia reprezentacji przeszłości, teraźniejszości i przyszłości jest realizowane przy wsparciu sieci różnych ośrodków w mózgu. Bazę w postaci doświadczeń z przeszłości zapewniałaby środkowa część płata skroniowego, natomiast kora przedczołowa umożliwiałaby manipulowanie wspomnieniami w celu wymyślenia i poddawania ocenie nowych scenariuszy.

O godzinie 12:00 kończy się fascynująca podróż w czasie. Buonomano umieszcza zagadnienie subiektywnego poczucia czasu „w centrum istnego wiru nierozwiązanych tajemnic naukowych: świadomości, wolnej woli, względności, mechaniki kwantowej oraz natury czasu” (s. 298). Podkreśla, że mózg dostarcza świadomości pewną wersję rzeczywistości. Na przykład „wycina” przerwy w dopływie danych wzrokowych w trakcie ruchów sakkadowych i mrugnien oczu tak, że nie zauważamy przerw w strumieniu informacji wizualnych.

Mózg scala również informacje wzrokowe i słuchowe w pojedyncze spostrzeżenia w obrębie tzw. okna czasowego integracji. I chociaż informacje słuchowe mogą docierać do nas z pewnym opóźnieniem w stosunku do wzrokowych (do 100 milisekund), mózg będzie uznawał je za jednoczesne. Okno czasowe integracji jest przy tym asymetryczne – opóźnienie sygnału wzrokowego w stosunku do słuchowego w odpowiednio spreparowanym filmie jest wychwytywane przy opóźnieniu 50-milisekundowym. Posługując się różnicą w znaczeniu słowa *mysz* w zdaniach *Mysz się zepsuła* i *Mysz padła*, Buonomano wskazuje, że późniejsze doznania zmysłowe mogą zmieniać świadomą percepcję zdarzeń wcześniejszych. Według autora mózg przetwarza strumień bodźców w sposób ciągły, ale do świadomości wysyła co pewien czas zredegowaną narrację na temat doświadczeń wydarzeń.

Autor podejmuje zagadnienie wolnej woli i przewidywalności ludzkich zachowań w kontekście eksperymentów pokazujących zmiany w aktywności grup neuronów przed zgłoszeniem przez badanych świadomej decyzji o wykonaniu ruchu. Stawia hipotezę, że wolna wola może być zjawiskiem ukierunkowanym na przyszłość, aby np. poprzez indukowanie przekonania, że sami kierujemy naszym losem, motywować nas brania odpowiedzialności za swoją przyszłość. W podsumowaniu Buonomano zachęca do doskonalenia umiejętności umysłowych podróży w czasie, tak aby „działać teraz na rzecz stworzenia takiej przyszłości, którą chcielibyśmy zamieszkiwać, gdy w końcu stanie się ona teraźniejszością” (s. 321).