

MACIEJ BŁASZAK

Fizyka ekologiczna czyli użytecznościowy wymiar rzeczywistości

Wprowadzenie

Działania człowieka determinują, które aspekty zewnętrznego świata tworzą przystosowawcze otoczenie dla jego organizmu. Przestrzeń trójwymiarowa musi zatem obejmować wiele różnych przestrzeni zorientowanych („wyżej/niżej”, „na lewo/na prawo”), wyznaczonych aktywnością człowieka na różnych etapach jego rozwoju. Stopnie schodów, które przemierzają ludzie dorośli, są rodzajem ławek dla małych dzieci i barier architektonicznych dla wielu seniorów. Otoczenie złożone jest z elementów zrelatywizowanych do możliwości motorycznych i poznawczych osób w różnym wieku, o różnej sprawności lokomocyjnej i odmiennych zdolnościach percepcyjnych. Takie elementy otoczenia nazywamy – za tradycją psychologii ekologicznej – ofertami (*affordances*) [Gibson, 1979].

Oferty są rodzajem zmaterializowanej informacji, której wydobyć z otoczenia inicjuje określone działania, prowadzące do zmiany wartości przystosowawczej człowieka: płaski teren *oferuje* osobie chodzącej płaszczyznę podparcia, dzięki której może ona zejść do celu; klamka *oferuje* otwarcie drzwi i zmianę lokalizacji; znak drogowy *oferuje* kierowcy wiedzę o potencjalnej sytuacji na drodze. Skoro reakcja na oferty zmienia wartość przystosowawczą człowieka, informacja w nich zawarta musi być dla odbiorcy wartościowa. Problem jest o tyle istotny i trudny zarazem, że

teoria informacji Claude'a Shannona definiuje jedynie ilość informacji, nie adresując wprost problemu wartości informacji dla odbiorcy.

Skoro oferty mają wartość dla odbiorcy, informacja środowiskowa nie może być prostym bodźcem dla organizmu, poddawanym intensywnej obróbce przez jego mózg. Organ ten miałby – jak przyjmuje standard psychologii poznawczej – dokonywać interpretacji informacyjnego bodźca i definiować jego wartość dla organizmu. Jest to po części prawda: mózg rzeczywiście przeprowadza bardzo wiele procesów obliczeniowych, dzięki którym dookreśla przystosowawcze znaczenie informacji środowiskowej. Nie oznacza to jednak, że informacja obecna w otoczeniu człowieka tego znaczenia już nie ma. Punktem wyjścia poznania nie może być informacja mierzona w kategoriach ilościowych teorii Shannona: jej przetwarzanie byłoby zbyt kosztowne dla organizmu i całkowicie bezwartościowe.

Poznanie nie zachodzi wyłącznie w głowie człowieka, ale częściowo poza nią, w kontekście fizycznym (narzędzia) i społecznym (inni ludzie) jego działań. Wytworzenie wartościowych ofert przez innych ludzi, ofert uruchamiających u odbiorcy przystosowawcze formy działań, odciąża częściowo procesy przetwarzania informacji przez jego mózg. Jest to ważne o tyle, że mózg człowieka jest organem ciała konsumującym dziesięć razy więcej energii niż dowolny inny narząd o tej samej masie [Linden, 2007]. Ekonomia poznania wymusza zaistnienie takich strategii adaptacyjnych, które wyprowadzają część procesów przetwarzania informacji poza granice ciała człowieka do jego otoczenia poznawczego. Oferty są funkcjonalną częścią umysłu, znajdującą się poza biologiczną granicą ludzkiego ciała.

Analizę umysłu człowieka przetwarzającego wartościową informację zawartą w ofertach przeprowadzimy z perspektywy czterech kluczowych pytań badawczych psychologii i nauk kognitywnych¹:

- (1) pytania filogenetycznego: „skąd pochodzi umysł człowieka?”,
- (2) pytania adaptacyjnego: „do czego służy umysł człowieka?”,
- (3) pytania funkcjonalnego: „jak działa umysł człowieka?”,
- (4) pytania ontogenetycznego: „jak rozwija się umysł człowieka?”.

¹ Pytania te zostały po raz pierwszy postawione na gruncie nauk biologicznych przez noblistę Niko Tinbergena.

Geneza umysłu człowieka

Teoria ewolucji – zaproponowana przez Karola Darwina w 1859 roku – nakładała zaledwie trzy warunki na pojawienie się gatunku drogą działania doboru naturalnego: pomnażanie (*multiplication*), zmienność (*variation*) i dziedziczność (*heredity*) obiektów działania doboru [Jablonka, Lamb, 2005]. W latach trzydziestych XX wieku nastąpiła synteza darwinizmu i genetyki, co zaowocowało standardem do dziś dominującym w większości badań biologicznych: dziedziczność może być wyłącznie genetyczna, zmienność – wyłącznie losowa (mutacje), a informacja nabywana w procesie uczenia się nie może być dziedziczona.

Różne warianty teorii ewolucji wygenerował problem adaptacji. Darwin poświęcił całe swoje naukowe życie poszukiwaniu rozwiązania jednego podstawowego zagadnienia: „dlaczego organizmy dobrze funkcjonują, czyli robią wrażenie ‘zaprojektowanych’?”. Odpowiedź, która zdominowała standard biologiczny od lat trzydziestych XX wieku, stwierdza, że organizmy dobrze funkcjonują, czyli są dopasowane do swego otoczenia, na skutek doboru naturalnego określonych genów. Adaptacja ewolucyjna może zatem mieć wyłącznie genetyczny charakter.

William Calvin nazwał struktury biologiczne podlegające adaptacji genetycznej maszynami Darwina [Calvin, 1987, s. 33–34]. One właśnie ‘znajdują rozwiązania’ funkcjonalnych problemów drogą testowania swoich wariantów na selektywnych filtrach pasywnego otoczenia. Miarą adaptacji tych struktur jest stopień replikacji określonych obiektów: pamięć dobrych, funkcjonalnych rozwiązań jest – dla maszyn Darwina – pamięcią obiektów. Tymi obiektami, które Richard Dawkins nazywa replikatorami – są geny i rozszerzone fenotypy [Dawkins, 2003].

Dopasowanie replikatorów do pasywnego otoczenia dokonuje się w procesie majsterkowania (*bricolage*) [Jacob, 1977, s. 1161–1166]. Projektowanie – autorstwa inżyniera – zakłada wytwarzanie nowych struktur i funkcji ‘od zera’, zaś majsterkowanie ewolucji oznacza wprowadzanie nowości przez dobór naturalny z tego, co ma on ‘pod ręką’. Przykładowo, mleko i gruczoły mleczne samic ssaków – cecha taksonomiczna tej gromady zwierząt – to zmodyfikowany pot i gruczoły potowe. Majsterkowanie

zależy od przeszłości, nie ma wglądu w przyszłość i jest pozbawione celowości.

Biologia ostatnich kilku dekad zebrała dane obserwacyjne i eksperymentalne pozwalające wyjść poza standard adaptacji genetycznej. Okazało się, że istnieje również adaptacja fizjologiczna, w przypadku której o dobrym funkcjonowaniu organizmów decyduje nie selekcja określonych genów, lecz czynniki homeostazy [Turner, 2007]. Organizmy potrafią konstruować środowiska, które stają się częścią ich własnych systemów homeostatycznych. Przykładem może być kopiec termitów, który nie jest fizyczną strukturą umożliwiającą termitom oddychanie (ich rozszerzonym fenotypem), lecz stanowi część ich systemu oddechowego (jest ich rozszerzoną fizjologią).

J. Scott Turner nazywa organizmy podlegające adaptacji fizjologicznej maszynami Bernarda, na cześć XIX-wiecznego francuskiego fizjologa, który jako pierwszy analizował w fizjologii ideę homeostazy [Turner, 2007]. Zdaniem Turnera, maszyny Bernarda powstały w wyniku inteligentnego majsterkowania, kiedy to homeostaza – będąca epigenetycznym systemem dziedziczenia – uzupełnia, a nawet modyfikuje system genetyczny. Pamięć dobrych, funkcjonalnych rozwiązań jest dla maszyn Bernarda pamięcią procesów: ich stopień stabilności jest miarą adaptacji maszyn Bernarda. Procesami, które Turner nazywa persystorami, są termodynamiczne przepływy materii i energii, czyli rozszerzona fizjologia organizmu.

Wyjście poza standard adaptacji genetycznej możliwe jest nie tylko na poziomie fizjologii organizmu, lecz również jego procesów poznawczych. Kognitywiści, analizując procesy przetwarzania informacji przez różne rodzaje umysłów, wykazali istnienie stabilizującej roli otoczenia poznawczego, które współtworzy wartość adaptacyjną zamieszkującego je człowieka. Jego przystosowanie do otoczenia zbudowane jest nie tylko w oparciu o mechanizmy selekcji genetycznej i homeostazy fizjologicznej, lecz również dynamicznej równowagi informacyjnej z otoczeniem. Równowagę informacyjną z otoczeniem proponuję nazwać allostazą poznawczą.

O ile homeostaza jest terminem z połowy XX wieku, kiedy dominowało mechanistyczne wyjaśnianie funkcji organizmu, allostaza wyraźnie wydobrywa dynamiczne i nieliniowe relacje organizmu z otoczeniem, kiedy stabilność jego struktury osiągana jest nie przez stałość parametrów fizjologicznych, lecz przez zmianę parametrów poznawczych. Dla fizjologów stan równowagi organizmu miał jeden poziom idealny, a jego przywracanie angażowało mechanizmy lokalnego metabolizmu, dla kognitywistów natomiast stan poznawczej równowagi ma wiele poziomów idealnych, w przywracanie których zaangażowany jest globalnie ludzki mózg.

Ludzie potrafią konstruować środowiska, które stają się częścią ich własnych systemów allostacyjnych. Znak drogowy, młotek stolarski, bajka dla dzieci nie są semantycznymi i fizycznymi strukturami podwyższającymi wartość przystosowawczą genów ich użytkowników: nie są – jak postuluje Richard Dawkins – elementem rozszerzonego fenotypu. Przedmioty te są częścią poznawczej allostazy człowieka, czyli jego rozszerzonym umysłem.

Organizmy – przede wszystkim człowiek – które pozostają w stanie allostazy poznawczej z własnym otoczeniem, nazywam maszynami Landauera, na cześć Rolfa Landauera; on jako pierwszy wykazał, który aspekt przetwarzania informacji generuje koszty. O jego pracach będę pisał w dalszej części artykułu. Maszyny Landauera powstały nie w wyniku majsterkowania – standardowego (Dawkins) czy inteligentnego (Turner) – lecz projektowania, kiedy inni przedstawiciele gatunku wytworzyli odpowiednie oferty do działania (*affordances*). Wytwarzanie ofert – co poddam analizie – polega na odrzucaniu nadmiaru informacji, w efekcie czego finalny bodziec cechuje się wysoką wartością i niską zawartością informacyjną.

Pamięć dobrych, funkcjonalnych rozwiązań jest – dla maszyn Landauera – pamięcią zdarzeń. Miarą adaptacji tych maszyn jest stopień przewidywalności określonych zdarzeń, które proponuję nazwać aktuatorami². Aktuatorami są informacyjne oferty wyzwalające przystosowawcze działania człowieka i stanowiące część jego rozszerzonego umysłu.

Analizy poświęcone genezie ludzkiego umysłu można podsumować w formie tabeli.

² „Aktuator” rozumiany jest standardowo jako element lub urządzenie wykonawcze.

Tabela 1. Trzy rodzaje ewolucyjnej adaptacji człowieka: genetyczna, fizjologiczna i poznawcza

Typ organizmu	Rodzaj ewolucyjnej adaptacji	Mechanizm ewolucyjnej adaptacji	Realizacja ewolucyjnej adaptacji	Pamięć ewolucyjnych rozwiązań	Forma ewolucyjnej adaptacji
Maszyna Darwina	genetyczna	selekcja genów	majsterkowanie	pamięć obiektów (replikatory)	rozszerzony fenotyp
Maszyna Bernarda	fizjologiczna	homeostaza fizjologiczna	inteligentne majsterkowanie	pamięć procesów (persystory)	rozszerzona fizjologia
Maszyna Landauera	poznawcza	allostaza poznawcza	projektowanie	pamięć zdarzeń (aktuatory)	rozszerzony umysł

Użyteczność umysłu człowieka

W jaki sposób maszyny Landauera – czyli człowiek i jego otoczenie – mogą podwyższyć własną wartość przystosowawczą? Aby udzielić odpowiedzi na to pytanie, należy odwołać się do samych podstaw wiedzy o procesach poznawczych, czyli zastanowić się, czy istnieją jakieś prawa fizyczne ograniczające moce przerobowe ludzkich mózgow.

Warto zacząć od tego, że człowiek żywi się informacją, podobnie jak materią i energią. Organizmy są informacjożerne (*informavores*) [Dennett, 1997, s. 100]. Informacja, podobnie jak materia i energia, jest czymś fizycznym, za przetwarzanie czego organizm musi płacić. Pomiar to akt materialny, postrzeganie to metabolizm, a wiedza to praca. Przez długi czas fizycy sądzili, że aspektem przetwarzania informacji, który generuje koszty, jest jej pomiar lub magazynowanie. W latach sześćdziesiątych XX wieku Rolf Landauer osiągnął zaskakujący wynik teoretyczny: okazało się, że układ płaci za wymazywanie informacji; kosztuje zapominanie.

Kiedy organizm pozbywa się informacji przez jej wymazywanie, płaci wzrostem entropii. Pozbywanie się informacji jest konieczne, ponieważ pomiar musi zostać powtórzony: układ czyści pamięć – zlokalizowaną w mózgu i innych systemach ciała – aby zresetować aparat pomiarowy do pozycji wyjściowej [Landauer, 1961, s. 183–191]. Jeśliby organizm nie uaktualniał własnej wiedzy o zmieniających się stanach otaczającego świata, „utonąłby” w jej nadmiarze, skumulowanym podczas wcześniejszych obserwacji.

Dlaczego odrzucanie nadmiaru informacji, jej wymazywanie, jest tak ważne? Informacja, tak jak o niej mówimy na co dzień, jest synonimem znaczenia, czyli czymś wartościowym. „Dostałem od Profesora informację” oznacza, że Profesor zakomunikował mi coś ważnego, co może w istotny sposób wpłynąć na jakość podejmowanych przeze mnie decyzji. Z niczym takim nie mamy jednak do czynienia na gruncie teorii informacji. Jej twórca, Claude Shannon, powiązał – w trybie definicyjnym – ilość informacji z losowością zdarzeń, nie mówiąc nic o jej znaczeniu. Informacja jest – według teorii informacji – miarą tego, co człowiek mógł powiedzieć, a nie tego, co powiedział. Określona ilość informacji może zawierać trafne uwagi lub kompletne bzdury – nie ma to znaczenia: rachunek telefoniczny w obydwu przypadkach będzie taki sam.

Tak zwani zdrowo myślący ludzie nie są w stanie zaakceptować teorii informacji, która mówi, że komunikaty o zdarzeniach losowych – na przykład ciągu rzutów monetą – zawierają maksymalnie dużą ilość informacji, i z której wynika, że tekst wystukany na klawiaturze komputera przez małą zawiera znacznie więcej informacji niż *Krytyka czystego rozumu* Kanta. Jeśli mamy zaadaptować ustalenia teorii informacji dla potrzeb nauki o mózgu i realizowanych przez niego procesach poznawczych, musimy odpowiedzieć na pytanie: „skąd się bierze wartość informacji dla określonego organizmu?”. Teoria informacji – w sformułowaniu Shannona z 1948 roku – nie ma na ten temat nic do powiedzenia.

W życiu człowieka nie chodzi po prostu o informację, chyba że podejmuje on kluczowe decyzje na podstawie rzutu monetą. Dobry decydent eliminuje losowość z procesu decyzyjnego, i to z dwóch powodów. Po pierwsze, duża ilość informacji zawartej w zdarzeniach losowych jest nie-

zwykle kosztowna; po drugie, jest całkowicie bezwartościowa. Jednym z największych wyzwań, przed którymi stoi człowiek współczesny, jest niebezpieczeństwo „utonięcia” w nadmiarze informacji na temat wcześniejszych obserwacji – utonięcia w nadmiarze zdezaktualizowanej wiedzy. Wiedza o tym, „co w trawie piszczy”, kosztuje więcej niż zysk wynikający z kontroli tego, co w tej trawie się znajduje. Rezultaty poprzedniego pomiaru świata, czyli wczorajsza gazeta, raport i sprawozdanie, zajmują cenną przestrzeń pamięci decydenta, a koszty wymazania tej informacji – co wykazał Landauer – neutralizują korzyści, jakie decydent odniósł z przeczytania dokumentów, kiedy były jeszcze aktualne.

Co zatem zrobić, aby straty decydenta – wynikające z konieczności pozbycia się tego, co nieaktualne – były jak najmniejsze? Podstawową kwestią jest utrzymanie higieny intelektualnej, czyli poszukiwanie tylko takich bodźców informacyjnych (komunikatów), które zostały poprzedzone dużą ilością pracy wykonanej przez nadawcę i zaoszczędzonej odbiorcy. Im większych trudności doświadcza nadawca, konstruując przekaz, tym większa jego wartość dla odbiorcy. Formalną miarą wartości informacji jest głębia logiczna komunikatu – kryterium wprowadzone w latach osiemdziesiątych XX wieku przez fizyka Charlesa Bennetta [Bennett, 2003, s. 34–43]. Jest to liczba kroków obliczeniowych lub przyczynowo-skutkowych łączących informacyjny produkt z jego genezą. Im większa ilość informacji została odrzucona podczas konstrukcji takiego bodźca, tym większa wartość informacji w nim zawartej.

Użyteczność ludzkiego umysłu przejawia się konstrukcją komunikatów – czyli ofert Gibsonowskich – zawierających niewiele informacji (wymazywanie jest kosztowne), za to bardzo wartościowych dla odbiorcy. Weźmy najprostszy przykład: robienie zakupów w sklepie. Ceny zakupionych produktów są sumowane przez kasjerkę. Uzyskany wynik zawiera znacznie mniej informacji niż ceny wszystkich produktów: z końcowej kwoty nie jesteśmy w stanie odtworzyć zawartości koszyka. Liczy się – dla kasjerki – tylko końcowa suma, nawet jeśli zawiera bardzo mało informacji. Mówiąc precyzyjniej: fakt, że zawiera bardzo mało informacji, jest tym, co się liczy. Paragon zawiera dokładnie tę informację, która ma znaczenie w kontekście robienia zakupów.

Poznanie jest zatem sposobem pozbywania się informacji, którą umysł człowieka nie jest zainteresowany: odrzuca on to, co nieistotne. Eksplozja informacyjna ostatnich lat uświadomiła ludziom, że nadmiar informacji może mieć na człowieka negatywny wpływ.

Funkcjonowanie umysłu człowieka

Informacja obecna w ofertach jest widoczna dla człowieka. Informacja odrzucona podczas konstrukcji ofert – definiująca wartość informacji w nich zawartych – staje się widoczna dopiero w kontekście; dlatego bardzo trudno jest zmierzyć wartość tego, co dla człowieka jest użyteczne. Codzienne pojęcie „informacji” – będącej synonimem znaczenia – jest o informacji odrzuconej. Ludzie postrzegają oferty jako nośniki wartościowej informacji, ponieważ nie muszą odnotowywać wszystkich szczegółów, całej tej fizycznej informacji, utożsamianej przez Shannona z losowością zdarzeń. Zadowolają się niewielką liczbą różnic, jak na zdjęciu tego samego krajobrazu sfotografowanego w czterech różnych porach roku.

Badania aktywności mózgu osoby słuchającej tekstu ze zrozumieniem i bez zrozumienia potwierdzają, iż stopień energetycznego zaangażowania odbiorcy zależy od wartości informacji, którą rejestruje jego aparat poznawczy. W pierwszym wypadku, kiedy słuchający rozumie czytany tekst, aktywowane są jedynie ośrodki słuchania i językowe; w drugim, kiedy słuchający nie zna języka, w którym czytany jest tekst, aktywowany jest cały mózg [Friberg, 1991, s. 44].

Jeśli słuchacz rozumie tekst, doświadcza jedynie bitów, dla których język jest kodem. Jest to znacznie mniej bitów niż ich całkowita liczba obecna w widmie akustycznym. Więcej energii metabolicznej jest wymaganej do przetrawienia informacji niegenerującej znaczenia niż informacji znaczącej, bałaganu niż wartościowego komunikatu. Jeśli słuchacz zna język, w którym nadawany jest komunikat, czeka go mniej niespodzianek w widmie akustycznym, czyli mniej informacji będzie musiał później wy-mazać. Badania nad metabolizmem neuronów w pełni potwierdzają teoretyczne ustalenia Landauera i Bennetta.

Louis Sokoloff, pionier badań nad metabolizmem neuronów, wykazał, że to nie funkcjonowanie komórek nerwowych – uruchamiających potencjał czynnościowy – wymaga potężnej aktywności metabolicznej i tym samym podwyższonego przepływu krwi przez mózg [Sokoloff, 1999, s. 321–329]. To przygotowania komórki do następnego cyklu fizjologicznego wymagają sporych nakładów energetycznych w formie cząsteczek glukozy. Kosztuje powrót do fizjologicznej normy, czyli uwolnienie się od konsekwencji własnego metabolizmu. Przepływ krwi w mózgu jest miarą informacji odrzuconej: jest metabolizmem wymaganym do tego, by komórka nerwowa mogła ‘zapomnieć’, co właśnie zrobiła.

Odrzucanie nadmiaru informacji dokonuje się nie tylko na etapie konstruowania ofert otoczenia, lecz jest również *modus operandi* ludzkiego mózgu. W każdej sekundzie ludzkiego życia miliony bitów informacji przepływają przez organy zmysłowe. Jednak ludzka świadomość przetwarza zaledwie od 40 do 100 bitów na sekundę. Mózg odrzuca miliony bitów po to, by osiągnąć specjalny stan poznawczy zwany „świadomością”. Na czym polega jego wyjątkowość?

Świadomość, analizowana w kategoriach ilościowych, ma niewielki związek z informacją: jest to informacja, której nie ma, która została odrzucona przez aparat poznawczy człowieka. Przepustowość świadomości jest kilka rzędów wielkości mniejsza niż przepustowość narządów zmysłów i mózgu nieświadomego. Mimo niewielkiej zawartości informacyjnej świadomość ma znaczną głębię logiczną – by posłużyć się kryterium Benetta – czyli jest niezwykle złożonym i wartościowym stanem poznawczym ludzkiego umysłu. Podczas jej wytwarzania mózg odrzuca kolosalne ilości informacji sensorycznej.

Odrzucanie informacji sensorycznej w tak dużej ilości musi zabierać całkiem sporo czasu. Rzeczywiście, pomiary, jakich dokonano, począwszy od lat siedemdziesiątych XX wieku, a skończywszy na badaniach najnowszych, szacują opóźnienie świadomości w stosunku do czasu rzeczywistego na poziomie od 350 milisekund [Libet, 2004] do prawie 10 sekund [Soon, Brass, Heinze, Haynes, 2008, s. 543–545]. Innymi słowy, zanim człowiek uzmysłowi sobie, co widzi, co słyszy lub że posiada intencję wykonania działania, mózg w aktywny sposób przetwarza informację, czyli odrzuca

jej nadmiar. Fizjologowie nazywają aktywność mózgu poprzedzającą pojawienie się stanu świadomego: „potencjałem gotowości”.

Z uwagi na to, że odrzucanie informacji przez mózg zabiera względnie dużo czasu, umysł człowieka może znajdować się w dwóch różnych stanach: przepływu i hipotezy. W stanie przepływu liczy się szybkość działania – świadomość ulega wówczas zawieszeniu. Uwolnieniu ulega nieświadomość dysponująca znacznie szerszym pasmem przenoszenia informacji. To, co ludzie robią w stanie przepływu – jazda na nartach, gra w piłkę, eksperckie wykonywanie własnej pracy – jest czymś dla nich satysfakcjonującym, czego nie muszą świadomie kontrolować przez cały czas. W stanie hipotezy natomiast liczy się nie szybkość, lecz znaczenie działania. Świadomość musi wówczas zaprezentować obraz świata, znaczący w sytuacji, w której człowiek się znajduje. Świadomie nie widzi on jednak danych interpretowanych, lecz gotową interpretację, przygotowaną przez mózg nieświadomy. Choć wielu ludzi musi zobaczyć, aby uwierzyć, umysł świadomy człowieka musi najpierw uwierzyć, aby potem zobaczyć; najpierw musi postawić hipotezę – na podstawie tego, co przygotował mózg nieświadomy, odrzucający informację – dotyczącą tego, co się w otoczeniu człowieka znajduje, a następnie człowiek może to coś świadomie dostrzec.

Rozwój umysłu człowieka

Jednym z fundamentalnych problemów nauk zajmujących się procesami poznawania świata jest stopień plastyczności zachowania człowieka. Czy różnorodność poznawcza, emocjonalna i motywacyjna przedstawicieli *Homo sapiens* jest zdeterminowana genetycznie, czy też pozostaje wynikiem okoliczności, w których ludzie się znaleźli? Kognitywistyka i teoria ewolucji dostarczają wielu świadectw na rzecz tezy, iż ludzkie fenotypy kształtowane są przez środowiska, w których ludzie przebywają, czyli rozwijają się epigenetycznie.

Jest to istotne ustalenie z punktu widzenia argumentacji zaprezentowanej w artykule z następującego względu: wyposażenie biologiczne ludzkiego aparatu poznawczego, czyli przede wszystkim mózg, ewoluuje bardzo wolno

i z całą pewnością wygląda i funkcjonuje tak samo przynajmniej od 50 tysięcy lat. Z drugiej strony ilość informacji dostępnej w środowisku człowieka rośnie wykładniczo, wymuszając przetwarzanie coraz większych ilości danych za pomocą dość archaicznego biologicznego oprzyrządowania. Sytuacja ta musiała doprowadzić do przeciążenia mózgu – a konkretnie pamięci roboczej zlokalizowanej w korze przedczołowej – informacją (*information overload*), co zaowocowało wystąpieniem zupełnie nowego schorzenia: nabytego zespołu zaburzeń uwagi (ADT – *Attention Deficit Trait*).

Osoby cierpiące na ADT mają niejasne poczucie, że mogłyby z siebie dawać więcej niż dają i że są mimo wszystko bystrzejsze niż wskazują na to wyniki ich pracy. Analizując problem precyzyjniej, okazało się, że ADT objawia się przytłumieniem kilkunastu kompetencji poznawczych [Wiener, Błaszak, 2010]:

(1) Zawodzi hamowanie reakcji, czyli poprzedzanie jej choć krótką fazą refleksji. Człowiek przestaje tłumić działania, które są niepotrzebne, zaczyna mówić za dużo i nie potrafi właściwie ocenić wpływu własnego zachowania na sytuację, w której się znalazł. W efekcie miewa trudności z zaakceptowaniem obiektywnej, ale dla niego niekorzystnej oceny jego pracy.

(2) Dają o sobie znać problemy z pamięcią roboczą. Człowiek ma problemy z utrzymaniem informacji w pamięci podczas realizacji zadania oraz z wykorzystaniem przeszłych doświadczeń w trakcie planowania przyszłości. Z trudnością zapamiętuje oczekiwania ludzi, którymi kieruje, co bardzo obniża jego skuteczność negocjacyjną.

(3) Osłabieniu ulega kontrola emocjonalna. Człowiek zbyt długo jest rozczarowany doznany niepowodzeniem i nie potrafi ukryć niepokoju podczas prowadzenia trudnych rozmów.

(4) Pojawiają się problemy z kontrolą uwagi, czyli umiejętnością koncentracji na wydarzeniach przez dłuższy czas, skutek zmęczenia, znużenia i obecności bodźców rozpraszających. Człowiek ma trudności z realizacją zadań do końca, jego działania nie są płynne, a jakość osiągniętych celów plasuje się zdecydowanie poniżej oczekiwań.

(5) Zaczyna szwankować zdolność do inicjowania działań. Przekraczanie terminów realizacji projektów staje się normą.

(6) Uwidaczniają się problemy z planowaniem, w szczególności z ustalaniem priorytetów decyzyjnych. Człowiek słabo generuje scenariusze rozwiązywania konfliktów.

(7) Słabnie zmysł organizacyjny. Zaczyna zawodzić kontrola przepływu informacji, coraz większe trudności sprawia uchwycenie logicznych i przyczynowych związków między poszczególnymi elementami przyjętej strategii działania.

(8) Zawodzi zarządzanie czasem. Pojawiają się problemy z oceną dostępnej jego ilości oraz sposobami jego rozdysponowania na poszczególne zadania. Ustalanie harmonogramów, poprzedzone rzetelną analizą czasu wymaganego na danym etapie projektu, stanowi wyzwanie dla ludzi cierpiących na ADT.

(9) Pogarsza się umiejętność formułowania celów i skłonność do poświęceń prowadzących do osiągnięcia wytyczonych celów.

(10) Obniża się elastyczność człowieka, z trudnością poddaje on rewizji plany w obliczu nowych faktów. Zdolności przystosowawcze do ciągle zmieniających się warunków są słabe, czyli człowiek jest zbyt często czymś zaskakiwany.

(11) Zanika metapoznanie, czyli umiejętność spojrzenia na własne działania i dokonania z pewnego dystansu. Człowiek w warunkach natłoku informacji nie jest w stanie monitorować tego, co aktualnie robi, poddawać rezultatów jakiegokolwiek analizie i uczyć się na popełnionych błędach.

Dobrą metaforą umysłu człowieka cierpiącego na ADT jest radio samochodowe, które na pustkowiu ma problemy ze złapaniem stacji, prezentującej muzykę dobrej jakości. Radio takie przeskakuje od jednej długości fali do drugiej, ale zawsze słyhać szumy. Tak jak radio nie potrafi utrzymać dobrej stacji, ponieważ żaden sygnał nie jest dostatecznie mocny, tak umysł człowieka z ADT nie potrafi utrzymać informacji, ponieważ jest ona wypierana przez kolejne jej pakiety, związane z zupełnie czymś innym. Gdy człowiek cierpiący na ADT ma okazję na wypoczynek, objawy choroby ustępują.

Co zatem należy robić – poza zafundowaniem sobie urlopu – aby wyeliminować ADT? Na podstawie dotychczasowych analiz możemy powiedzieć, że należy podwyższyć wartość informacyjnego bodźca.

Ludzie poszukują informacji spełniającej ich oczekiwania. Kiepscy decydenci unikają sytuacji zaskakujących, dobrzy – modyfikują sytuacje zaskakujące, podejmując określone działania. Ponieważ – zgodnie z teorią informacji Shannona – wartość zaskoczenia (*surprise value*) jest miarą ilości informacji, kiepscy decydenci narzekają na przeładowanie informacją (*information overload*), dobrzy natomiast usiłują z informacji wydobyć określoną wartość. Wartość informacji mierzymy – jak już wiadomo – za pomocą kryterium głębi logicznej Bennetta, czyli liczby kroków obliczeniowych lub przyczynowych, łączących informatyczny produkt z jego genezą. Z kryterium głębi logicznej wynikają dla rozwoju umysłu człowieka trzy ważne konsekwencje:

(1) Nie trzeba mówić dużo, aby cieszyć się opinią eksperta w danej dziedzinie lub lidera w zespole. Czas potrzebny do wyjaśnienia komunikatu, mierzący informację w nim zawartą, nie jest tak ważny – liczy się dla firm telekomunikacyjnych, które wystawiają rachunek za telefon. Krytyczny jest natomiast czas potrzebny do skonstruowania komunikatu, ponieważ jest on miarą tego, ile komunikat jest wart dla odbiorcy. Można to zilustrować prostym przykładem: wypowiedź zawiera tym więcej informacji, im mniejsze jest prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji w niej opisanej, czyli im bardziej sytuacja ta jest zaskakująca. W tym znaczeniu uwaga Profesora: „uzasadniony optymizm jest ważny podczas ustalania negocjacyjnych celów” nie zawiera zbyt wiele informacji. Jednak wartość tego komunikatu jest spora, jeśli podejrzewam, że negocjatorzy zamiast na celach koncentrują się na cenie granicznej, lecz nie wiem, dlaczego tak jest, a Profesor wie, znając heurystyki zakotwiczenia i dostosowania, opisane przez Daniela Kahnemana i Amosa Tversky’ego. Słowem, aby wypowiedzi wyglądały na proste – a na taką wygląda uwaga Profesora – ich autor musi się napracować.

(2) Mądrość człowieka wymaga czasu, w którym powstaje wartość komunikatu, a informacja jest odrzucana, aby odbiorca mógł zarządzać jej mniejszą ilością. Znaczenie zawarte w wypowiedzi człowieka – czyli jej

wartość dla odbiorcy – jest miarą czasu produkcji, a nie samego produktu, czasu pracy, a nie rezultatu tej pracy, informacji odrzuconej, a nie tej pozostawionej w komunikacie. Doświadczeni decydenci z definicji muszą mieć za sobą wiele przeżyć, doświadczeń, prób i błędów. Decyzje, które podejmują, mają znaczenie, ale owa wartość nie powstaje z informacji zawartej w opisie tych decyzji, lecz z informacji odrzuconej podczas ich przygotowywania.

Po trzecie, kryterium głębi logicznej wyostrza zmysł krytyczny człowieka, pozwalając mu odróżnić dobry periodyk naukowy od słabego, wartościowy wykład od marnego, wybitną książkę od przeciętnej, wiadomość wartą dużych pieniędzy od zwykłego naciągania przez kontrahenta. Łatwo jest dostrzec, ile informacji artykuł, wykład czy informacja zawierają, ale znacznie trudniej zorientować się, ile informacji odrzuconej za nimi się kryje – a to ona decyduje o wartości tego, co czytamy lub co słyszymy.

Można napisać tekst na podstawie pojedynczego doniesienia prasowego lub też przeczytać masę dobrych artykułów, książek, uwzględnić własne doświadczenie i postrzeżenia innych, twórczo przetworzyć to wszystko, a następnie odrzucić podczas pisania własnego tekstu. Tylko wówczas głębia logiczna tego, co człowiek czyta, będzie znaczna, a więc i wartość tego, co zostało napisane.

Informacja zawarta w tekście jest widoczna, informacja odrzucona staje się widoczna dopiero w kontekście, którym są pozostałe artykuły autora, wykonywana przez niego praca i związane z nią sposoby nabywania wiedzy, oraz jego doświadczenie zawodowe. Drugorzędna kwestią jest tytuł tekstu czy temat szkolenia – ważne, kto jest autorem.

Francis Bacon, twórca nowożytnej metody naukowej, powiedział, że wiedza jest władzą. Władza, czyli kontrola nad otoczeniem, może zostać wzmocniona przez człowieka zdobyciem wiedzy, która jest informacją posiadającą dla niego określoną wartość³. Niższe koszty dostępu do tej

³ Wiedzę – oczywiście – definiuje się, według kryteriów platońskich, jako zbiór przekonania prawdziwych i uzasadnionych. W pracy przyjmuję rozumienie wiedzy znacznie bardziej liberalne, jako bodziec informacyjny mający dla odbiorcy określoną wartość. „Liberalne” oznacza, że wiedza może być również atrybutem zwierząt i przyczyniać się do podwyższenia ich wartości adaptacyjnej.

wiedzy człowiek uzyskuje, starannie selekcjonując jej źródła, według kryterium ilości informacji odrzuconej w trakcie ich tworzenia.

Zakończenie

Punktem wyjścia przeprowadzonych analiz było ustalenie – autorstwa fizyków – że informacja jest czymś fizycznym: pomiar to akt materialny, postrzeganie to metabolizm, a wiedza to praca. Który aspekt przetwarzania informacji generuje koszty? Reguła Landauera mówi, że odrzucanie informacji, jej wymazywanie. Mózg pobiera zastrzyk energii (w formie cząstek glukozy) wówczas, gdy zapomina wartość poprzedniego pomiaru. Poznanie to tworzenie 40–100-bitowej mapy rzeczywistości – mapą tą jest świadomość – z wielomilionowobitowych pobudzeń sensorycznych.

Informacja – w teorii Shannona – nie jest czymś wartościowym. Informacja jest miarą tego, co osoba mogła powiedzieć, a nie tego, co powiedziała. Informacja wyraża różne sposoby aranżacji stymulacji sensorycznej, bez zwiększenia przepustowości receptorów.

Odrzucanie informacji jest sposobem wprowadzania wartości do bodźca informacyjnego: jest to kryterium głębi logicznej Charlesa Bennetta. Informację odrzuca mózg: świadomość pojawia się przynajmniej z 350-milisekundowym opóźnieniem (a według najnowszych pomiarów – nawet 10-sekundowym). Umysł znajduje się w konsekwencji w dwóch stanach: przepływu i hipotezy. Informację odrzucają również inni ludzie – wykładowcy, projektanci, architekci – których praca polega na tworzeniu ofert (*affordances*) o niewielkiej zawartości informacyjnej i wysokiej wartości.

Bibliografia

- Bennett Ch., (2003), „How to define complexity in physics, and why”, [w:] *From Complexity to Life*, [red.] N.H. Gregersen, Oxford, Oxford University Press, s. 34–43.
- Calvin W., (1987), „The brain as a Darwin machine”, *Nature*, no 330, s. 33–34.
- Dawkins R., (2003), *Fenotyp rozszerzony*, Warszawa, Prószyński i S-ka.
- Dennett D., (1997), *Natura umysłów*, Warszawa, CIS.

- Friberg L., (1991), „Auditory and language processing”, [w:] *Brain Work and Mental Activity*, [eds.] N. Lassen, D. Ingvar, M. Raichle, L. Friberg, Alfred Benzon Symposium 31, Copenhagen, Munksgaard, s. 44.
- Gibson J.J., (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Houghton-Mifflin.
- Jablonka E., Lamb M., (2005), *Evolution in Four Dimensions*, Cambridge, Mass., The MIT Press.
- Jacob F., (1977), „Evolution and tinkering”, *Science*, vol. 196, s. 1161–1166.
- Landauer R., (1961), „Irreversibility and heat generation in computing process”, *IBM Journal of Research and Development*, 3, s. 183–191.
- Libet B., (2004), *Mind Time: The Temporal Factor in Consciousness*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Linden D., (2007), *The Accidental Mind*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Sokoloff L., (1999), „Energetics of functional activation in neural tissues”, *Neurochemical Research*, vol. 24, no. 2, s. 321–329.
- Soon C.S., Brass M., Heinze H.J., Haynes J.D., (2008), „Unconscious determinants of free decisions in the human brain”, *Nature Neuroscience*, 11(5), s. 543–545.
- Turner J.S., (2007), *The Tinkerer's Accomplice: How Design Emerges from Life Itself*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Wiener D., Błaszak M., (2010), „Brainfitness, czyli radzenie sobie z nadmiarem informacji”, *ThinkTank* (1).

Ecological physics: the usable dimension of reality

ABSTRACT. A human being actively constructs the cognitive niche, which is composed of packets of valuable information. This paper analyses the extended human mind (the brain plus the somatic body and the cognitive niche) from the standpoint of four questions: a functional (how does it work?), phylogenetic (where does it come from?), ontogenetic (how does it develop?), and adaptive one (what is it for?).

KEY WORDS: quantity and quality of information, Rolf Landauer, Charles Bennett, logical depth, affordances

Maciej Błaszak, Zakład Epistemologii i Kognitywistyki, Instytut Filozofii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Szamarzewskiego 89C, 60-568 Poznań

