

JOLANTA KOSZTEYN
PIOTR LENARTOWICZ SJ

O TERMINACH OPISUJĄCYCH PRZEKAZ INFORMACJI POMIĘDZY ORGANIZMAMI

Opublikowano w: *STUDIA PHILOSOPHIAE CHRISTIANAE*,
T. 35, Z. 1, 1999, pp. 19-41.

Opis zjawisk biologicznych, związanych z przekazem informacji, bardzo często dokonywany jest przy użyciu terminologii stosowanej w naukach formalno-logicznych, technicznych lub zajmujących się badaniem języka ludzkiego. Terminologia ta przyporządkowana jest więc pojęciom, ukształtowanym w toku badania zjawisk (lub zagadnień), związanych ze specyficznymi i stosunkowo wąskimi dziedzinami działalności ludzkiej. Czy przy pomocy tego rodzaju siatek pojęciowo-terminologicznych, można poprawnie opisać zjawiska obserwowane w świecie organizmów żywych? Jeśli tak, to w jakiej mierze jest on przystający do opisu rzeczywistości tych zjawisk?

To prawda, że organizmy żywe zdobywają orientację w otoczeniu i że są w stanie przekazywać tę orientację przy pomocy swojego rodzaju znaków i sygnałów. Analogie z ludzkimi zachowaniami są liczne i oczywiste. Mimo to, pierwotny – wstępny opis biologicznych form przekazu informacji powinien być dokonywany w ramach konkretnej całości biologicznej, a dopiero potem, pewne jego elementy mogą być porównywane z działalnością *Homo sapiens*, lub wyprodukowanymi przez niego maszynami¹.

Nie oznacza to, oczywiście, podważania sensu pewnych badań, opartych o metodę symulacji². „Symulacja ma charakter zjawiska sztucznego /.../ dokonuje się [jej] wówczas, gdy w badaniu bezpośrednim przeszkadzają nam rozmiary obiektu /.../ a także gdy przeszkodą jest czas trwania procesu”³. My natomiast mamy na myśli *bezwiedne* wyrażanie *bezpośrednio zaobserwowanych* treści przy pomocy podświadomie lub pochwycie przyjętych schematów, które te treści ograniczają, lub w inny sposób zubażają.

Dzięki refleksji nasz umysł może zwrócić baczniejszą uwagę na ewentualne rozbieżności pomiędzy oczywistą wymową danych obserwacji, a strukturą utartych schematów myślowych i językowych. Taką właśnie refleksję zamierzamy przeprowadzić

¹ Por. krytyczne uwagi E. R. Lenskiego n.t. modeli „życia”, wykorzystywanych do opisu dynamiki organizmów; *Science* 280 (1998), 849-850.

² Por. np. A. Latawiec, *Czy istnieje teoria symulacji i czy symulacja jest teorią?* *Studia Philos. Christianae* 27 (1991) nr 2, 19-30, lub tej samej autorki *Pojęcie symulacji i jej użyteczność naukowa*, Wyd. ATK, 1993.

³ A. Latawiec, *Od informacji do sztucznej inteligencji*, *Studia Philos. Christ.* 31.

w niniejszym opracowaniu. Jako materiał obserwacyjny wybraliśmy parę stosunkowo dobrze opisanych zjawisk biologicznych, w których element zdobywania, wykorzystywania lub przekazywania informacji jest oczywisty nawet dla laika.

Nasze rozważania, ze względu na konieczność drobiazgowej analizy danych i szczupłość miejsca, dotyczyć będą biologicznego i podstawowego znaczenia paru tylko terminów, potocznie związanych z koncepcją informacji. Będą to przede wszystkim terminy „orientacja”, „wpływ”, „bodziec”, „sygnał”, oraz „znak”.

To jasne, że w punkcie wyjścia konieczna jest akceptacja wielu wcześniejszych, potocznych, „zdroworozsądkowych” ujęć poznawczych. Na tej akceptacji opiera się nasz wybór przedmiotu – procesu orientacji świetlnej u roślin, u świetlików, procesów przekazywania orientacji u pszczół. Podobnie, to zdrowy rozsądek wymagał, by w naszych analizach starannie odróżniać (1) coraz szerszą – dzięki obserwacjom przyrodniczym – sferę orientacji we właściwościach przedmiotu badań biologicznych od (2) podmiotowych, pojęciowych ujęć tej orientacji, oraz (3) zaszyfrowanego, językowego sposobu przekazywania tej orientacji.

Pozostaje jeszcze wyjaśnić w jakim znaczeniu będziemy używać terminu „informacja”. Biologiczne znaczenie tego terminu, mimo częstego używania, pozostaje nie tylko niejasne, ale najczęściej zupełnie mylące⁴. Na przestrzeni wieków ten termin był używany w sensie czynnym, lub w sensie biernym. W sensie czynnym mógł oznaczać „wytwarzanie” treści (np. embriogeneza), „poznawanie” treści (stopniowe poznawanie przedmiotu badań), lub „przekazywanie” treści (nauczanie). Natomiast *bierny* sens „informacji” dotyczy samej „treści”. „Treść”, w tym wypadku, jest to coś już w jakiś sposób wytworzone, już zdobyte, już jakoś zmagazynowane i tak czy inaczej przekazywane.

Trzeba naszym zdaniem odróżnić cztery podstawowe rozumienia „informacji” w sensie biernym:

- a. – informację przedmiotową,
- b. – informację poznaną, czyli aktualną orientację podmiotu w a,

⁴ „/.../ it is obvious that genetic information system as a general concept of many aspects is *not* isomorphous (or even analogous) to the electronic information system. Just as the latter deals only with signals and their accompanying noise, irrespective of their meaning, so should its genetic analog comprise only the mechanisms of replication, transcription and translation that operate on sequences of monomers irrespective of their biological meaning. However, the messages of interest in molecular biology are much more than just sequences of monomers. They contain all the biologically meaningful aspects of genetic information that represent the purposeful organization of living cells and organisms. As such, they should be correlated with their corresponding meaningful aspects of human information that represent knowledge, learning, memory and the like. Rational application of Shannon-Kolmogorov-Chaitin Information Theory to molecular biology must make these distinctions. [... Otherwise, the claim ...] that information theory can serve as the mathematical foundation of molecular biology is ill-conceived”. S. Lifson, *What is Information for Molecular Biology?* BioEssays, 16 (1994), 373-374. A. Latawiec, referując parę koncepcji informacji zauważa, że „stanowią [one] niewielki zaledwie procent wszelkich propozycji. Okazuje się, iż w każdej dziedzinie tworzy się niejako na własny użytek określone pojęcia informacji”. Por. A. Latawiec, *Od informacji ...* dz. Cyt., 34-35.

- c. – informację pojęciową (lub wyobrażeniową), czyli orientację utrwaloną, oraz
- d. – informację symboliczną (por. Lenartowicz, 1986/65-66).

Ad. a. **Informacja przedmiotowa**, jest to bogactwo treści przedmiotu poznania (np. wiewiórki, orzecha, gleby, Księżyca, atomu węgla). Ta „informacja” istnieje niezależnie od podmiotu poznającego, a podmiot – jeśli do niej dociera – to tylko stopniowo, etapami. Jest ona bogatsza w przedmiotach złożonych, skomplikowanych (np. komórkach żywych), a uboższa w przedmiotach prostych, bardziej jednorodnych (np. kryształach). Informacja przedmiotowa jest **źródłem orientacji** dla podmiotu.

Ad. b. **Informacja poznana, czyli aktualna orientacja**, jest to najistotniejszy, decydujący element procesu poznawczego, a *mechanizm* jej nabywania pozostaje od stuleci przedmiotem wielu kontrowersji. Jeśli narzędzie orientacji przyrównamy do lornetki, to wyraźnie da się odróżnić pomocniczą rolę lornetki od istotnej roli samego podmiotu w budowaniu i wykorzystywaniu tego narzędzia. Analogicznie, nie traktujemy tu systemu zmysłów jako odrębnej, a tym bardziej samoistnej przyczyny procesu orientacji, lecz jako narzędzie tej orientacji, narzędzie nierozzerwalnie powiązane z całością dynamiki organizmu – a zwłaszcza embriogenezy.

Ad. c. **Informacja pojęciowa (wzgl. wyobrażeniowa) czyli orientacja „utrwalona”**, jest to ten element informacji przedmiotowej, ta treść przedmiotu, która nie koniecznie jest aktualnie ujmowana w procesie orientacji, lecz jest utrwalona w jakiś – mniejsza o to jaki – sposób. Ta utrwalona orientacja, zależnie od dynamiki przedmiotu, powinna być co jakiś czas aktualizowana przez nowe akty zdobywania orientacji aktualnej. Pozostaje ona jakby szkicem fragmentu orientacji przedmiotowej.

Ad. d. **Informacja symboliczna** jest to symbol (znak, znaczek), lub zbiór symboli (znaków, znaczków) *powiązanych* z określonymi fragmentami utrwalonej orientacji. Przykładem informacji symbolicznej jest np. kółko ze skośną strzałką (symbol osobników męskich roślin i zwierząt) lub słowo „kot”. Wiąż o której tu mowa różni się od relacji przyczynowo-skutkowych i od prawidłowości fizyczno-chemicznych. Jest nazywana konwencją, więzią umowną lub arbitralną. Oddając numerek szatniarzowi wiemy, że odda nam naszą własną teczkę lub kapelusz, a wypisując sygnaturę książki z katalogu wiemy, że z magazynu nie przyniosą nam byle czego.

Gdy korzystając z encyklopedii angielskiej staramy się zdobyć wiedzę, czyli orientację w sprawach dotyczących np. bakterii, wtedy przedzieramy się przez symbole języka angielskiego (informacja symboliczna), by dotrzeć do wiedzy, czyli pojęć autora artykułu o bakteriach, do jego osobistej orientacji w życiu bakterii (informacji wyobrażeniowo-pojęciowej). Do samych bakterii (informacji przedmiotowej) przy pomocy książki nigdy nie dotrzemy. Informacja przedmiotowa o bakteriach jest dostępna dla człowieka jedynie przy pomocy mikroskopu i innych tego typu narzędzi obserwacji.

We współczesnej terminologii technicznej, a nawet filozoficznej, termin „informacja” oznacza często sam **przekaz** komunikatu, rozumianego, jako „znak lub seria znaków”⁵. Komunikaty (zbiory znaczków) mogą być przekazywane (niezależnie od ich treści) pomiędzy organizmami żywymi, podmiotami, oraz samymi maszynami.

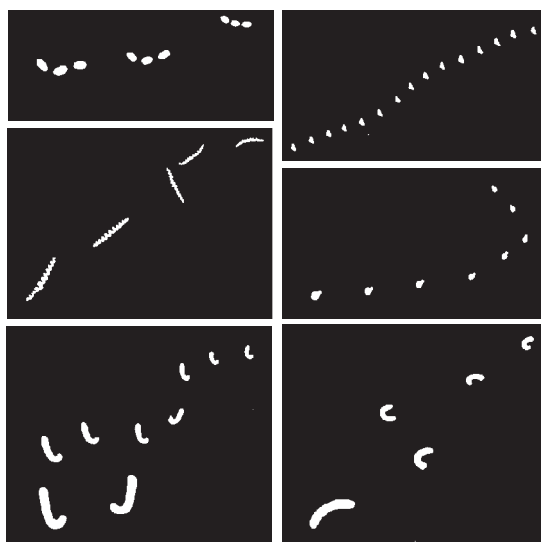
⁵ „A message is a sign, or a series of signs, transmitted from a sign-producer, or source, to a sign-receiver, or destination. Any source and any destination is a living entity or the product

W takim rozumieniu *przekazu informacji* tkwi – rodząca nieporozumienia – dwuznaczność. Zaciera ona radykalną różnicę między rzeczywistością komunikatu-znaku (symbolu, np. kształtu graficznego lub specyficznego dźwięku) a rzeczywistością komunikatu-treści. Przekaz dotyczy tylko rzeczywistości znaku. Nie dotyczy treści (orientacji), czyli właściwej, orientującej właściwości komunikatu.

DEFINICJA OSTENSYWNA PRZEDMIOTU

Zacniemy więc od ukazania przedmiotu tak, by obserwator mógł sam dostrzec w nim dynamikę przekazu informacji i sam mógł prześledzić obiektywne powody skłaniające do takiego, a nie innego opisu owej dynamiki. W ten sposób treść używanych w opisie terminów języka potocznego zostanie precyzyjniej i bardziej obiektywnie określona.

Przekazywanie orientacji pomiędzy chrząszczami z rodziny świetlików (*Lampyridae*) – popularnie zwanych „robaczkami świętojańskimi”). W okresie godowym, po zmierzchu, samczyki świetlików krążąc na tle ciemnego nieba, wysyłają różnokolorowe błyski światła o różnym natężeniu. To wznosząc się, to nieco opadając, układają pojedyncze impulsy świetlne w różnokształtne, ale charakterystyczne dla danego gatunku sekwencje błysków (por. Ryc. 1). Np. samczyk „czarnego świetlika” (*Photinus pyralis*) leci falistym torem o dokładnym rytmie wznoszenia się i opadania co



Ryc. 1. Sygnały świetlne paru gatunków (odmian) świetlików. Na jednym terenie może zamieszkiwać do 2000 różnych odmian świetlików. Wg V.B. Dröschera, *Cena miłości. U źródeł zachowań godowych*. Wyd. Cyklady, Warszawa 1997, 56n.

of a living entity, such as a computer, a robot, automata in general, or a postulated supernatural being.” T.A. Sebeok, *The Doctrine of Signs*, W: W.A. Koch (ed.), *Culture and Semiotics*. Brockmayer, Bochum 1989, 86-95.

5,7 sekundy. Na krótko przed osiągnięciem doliny fali rozbłyskuje żółtozielonym światłem, które „wygasa” tuż przed osiągnięciem wierzchołka fali. W ten sposób opisuje on w ciemności znak, zbliżony kształtem do litery „J”. U innego gatunku krzywe toru lotu wiją się w płaszczyźnie poziomej, a światło jest włączane co 3,2 sekundy.

Gdy siedząca na trawie bezskrzydła samiczka (która oczy ma na grzbietowej stronie, a narządy świetlne na brzusznej) rozpoznaje błyski samczyka swojego gatunku, przewraca się brzuchem do góry i wysyła ściśle określone błyski, po ściśle określonym czasie od momentu dostrzeżenia znaków samca. Np. samiczka wspomnianego *Photinus pyralis* nadaje odpowiedź w 2,1 sekundy po sygnale samca. Samiec, kierując się tą odpowiedzią, ląduje na murawie obok samiczki (por. Tabela I)⁶.

Powyższy opis dynamiki godowej świetlików jest oczywiście pojęciowo wykrojony, wyabstrahowany z cyklu życiowego tych owadów. Rozumie się, że opisane procesy nie mogłyby zachodzić, bez poprawnego funkcjonowania krążenia, oddychania itp. dynamizmów całości. Te zaś zintegrowane procesy fizjologiczne nie mogłyby zachodzić, gdyby nie prawidłowy przebieg embriogenezy danego osobnika.

Tabela I. Kolejne wydarzenia w procesie godowym odnajdywania się samicy i samca świetlików.

(1)	samiec	– wysyłanie błysku 1
(2)	samica	– dostrzeżenie błysku 1
(3)	samica	– rozpoznanie błysku 1
(4)	samica	– odwrócenie się na grzbiet
(5)	samica	– wysyłanie błysku 2 w kierunku samca
(6)	samiec	– dostrzeżenie błysku 2 samicy
(7)	samiec	– rozpoznanie błysku 2 samicy
(8)	samiec	– lot w kierunku błysku samicy

Analiza zaobserwowanych treści. Gra błysków na leśnej polanie to proces selekcji czasowej, bowiem tendencja do wytwarzania błysków pojawia się tylko w okresie godowym, gdy dojrzeją już organy rozrodcze obu płci. Dodatkowo, wytwarzanie błysków jest ograniczone do godzin nocnych. Jest to również proces selekcji przestrzennej. Bez wysyłania i interpretowania błysków, odnajdywanie się par w ciemnościach byłoby zjawiskiem zupełnie przypadkowym i niezmiernie rzadkim. Wreszcie, produkowanie błysków jest koniecznym elementem selekcji gatunkowej (względnie rasowej).

Warto dodać, że błyski samca dostrzegają i rozpoznają nie tylko samice tej samej rasy (gatunku). Dowodem tego jest drapieżna samiczka świetlika z rodzaju *Photuris*. Czatuje ona w trawie i gdy rozpoznaje np. znak świetlika z gatunku *Photinus pyralis*, rozbłyskuje dokładnie w 2,1 sekundy po jego sygnale. Samiec, wprowadzony w błąd, łą-

⁶ Por. J. Buck, *Synchronous rhythmic flashing of fireflies. II*. The Quarterly Review of Biology, 63 (1988) 265-289; J. Godula, *Bioluminiscencja*. W: Jura C., Krzanowska H. (opr. Nauk.) *Encyklopedia Biologiczna*, T. I., OPRES, Kraków 1998.

duje na murawie i zostaje pożarty przez samicę *Photuris*. Jej łupem pada spora liczba samców, bowiem ta samiczka umie naśladować sygnały co najmniej dwunastu gatunków świetlików⁷.

Korelacja fizjologiczno-poznawczo-behawioralna. Opisane zjawiska w oczywisty sposób ukazują precyzyjną korelację dynamiki fotoforów z dynamiką rozwoju organów rozrodczych, z dynamiką zmysłu wzroku i dynamiką systemu lokomocji. Owad z niedorozwojem genitaliów, z uszkodzonym systemem fotoforów, uszkodzonym zmysłem wzroku lub uszkodzonymi ośrodkami nerwowymi nie będzie w stanie rozmnażać się. Trzeba dodać, że z opisu dynamiki życiowej tych zwierząt nie da się wyeliminować behawioru, działań instynktownych. Ale jednocześnie nie da się ich zredukować do prawidłowej struktury oraz prawidłowego funkcjonowania poszczególnych organów. Inna rzecz, że behawior jest dostrzegany właśnie na tle wspomnianych wyżej oczywistych korelacji struktury i funkcji.

Staość gatunkowej (rasowej) formy błysków jest oczywistym warunkiem uderzającej ekonomii dynamiki godowej świetlika. Błyski są więc elementem złożonego systemu orientacji.

Problem językowy. Istnieje pokusa, by opisane błyski wytwarzane przez świetliki zaliczyć do znanych i powszechnie używanych kategorii pojęciowych takich, jak np. „wpływy”, „bodźce”, „sygnały”, lub „znaki”. Jednak taki krok mógłby dosłownie zmarnować materiał zawarty w rezultatach obserwacji. Każdy bowiem z tych wyrazów posiada wiele znaczeń – tak wiele, że bez osobnych wyjaśnień można by je traktować jako synonimy. Opisując system orientacji świetlików chcemy takich dobrać wyrazów, aby – jeśli to możliwe – nie mnożyć wyrazów synonimicznych, jak najbliżej trzymać się wyrazów języka potocznego jednocześnie ograniczając i precyzując ich biologiczny sens.

Wydaje się, że pojęcia „wpływu” i „bodźca” mają najszerze znaczenie i od nich rozpoczniemy nasze rozważania terminologiczne.

Termin „bodziec”. W tym potocznie używanym terminie zawarta jest nieusuwalna relacja do organizmu żywego. Ta relacja może być bądź *bezpośrednia* – gdy recepcja bodźca zachodzi w ramach organizmu żywego (takie czy inne receptory), lub *pośrednia* – gdy recepcja bodźca zachodzi w martwych, lecz wyprodukowanych przez organizm żywy, urządzeniach technicznych (np. termostat, fotokomórka). Z punktu widzenia precyzji i ekonomii języka przyrodniczego nie ma sensu używać terminu „bodziec” jako synonimu terminu „wpływ”. Światło dzienne padające na termostat kaloryfera wywiera nań zapewne jakiś *wpływ*, ale nie miaoby sensu nazywać tego rzeczywistego wpływu „bodźcem” dla termostatu. Bodźcem dla danego przedmiotu jest

⁷ V.B. Dröscher, *Cena miłości. U źródeł zachowań godowych*. Wyd. Cyklady, Warszawa 1997, 58-61. Por. też D.J. Horn, *Biology of insects*. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1978, 235-236. Wg tego autora „female *Photuris* mimic at least four smaller fireflies and thus can vary their menu.” Entomolodzy zaobserwowali, że niektóre samice świetlików wabią swym światłem samce innych gatunków, a potem je zjadają. Okazuje się, że taki posiłek zapewnia im podwójną dawkę lucybofaginy, substancji odstraszających wygłodniałe pająki. Thomas Eisner wraz z kolegami z Cornell Unoversity, hodując samice z rodzaju *Photuris* zapewnił niektórym z nich towarzystwo samców *Photinus*. Mimo, że samice świetlików również wytwarzają lucybofaginy, to ofiarą pajaków padały tylko te, które nie miały zwyczaju pożerania swych zalotników. Por. Świat Nauki, 77, 1998 nr 1, 14.

ta forma i ten poziom intensywności energii, które są w stanie selektywnie uruchomić ściśle określoną dynamikę tego przedmiotu.

Zilustrujmy problem właściwego, opisowego znaczenia terminu „bodziec” przykładem zaczerpniętym z fotobiologii.

Tabela II. Zależność między dynamiką fitobiologiczną a intensywnością oświetlenia. Symbol Wm^{-2} oznacza miarę intensywności światła. (Por. J. Koncewicz, A. Tretyn, M. Cymerski, <i>Fitochrom i morfogeneza roślin</i> . WN PWN, Warszawa 1992, 26, tab. 2)		
intensywność oświetlenia Wm^{-2}	odpowiednik	proces fotobiologiczny
10^2	światło dzienne	
10^1	pochmurno	
10^0		zakwitanie
10^{-1}	zmierzch	kiełkowanie nasion
10^{-2}	światło	
10^{-3}	Księżyc	widzenie barw u <i>Homo sapiens</i>
10^{-4}	słabe	zielenienie się roślin
10^{-5}	światło	fototropizm kielków
10^{-6}	Księżyc	fototropizm grzybów
10^{-7}		widzenie czarno-białe u <i>Homo sapiens</i>
10^{-8}		
10^{-9}	światło	wzrost kielków
10^{-10}	gwiazd	owsa zahamowany

Fototropizm kielków. Kielki roślin przechowywane w kompletnych ciemnościach nie produkują maszyneryi biochemicznej koniecznej do fotosyntezy. Gdy w otoczeniu poziom intensywności światła przekroczy pewną minimalną intensywność, kielki zaczynają przemieszczać się w kierunku źródła światła (fototropizm dodatni). Jeśli intensywność oświetlenia dalej wzrasta i osiągnie następny, określony poziom, w kielkach rozpoczyna się budowanie struktury systemu fotosyntezy. Intensywność oświetlenia wystarczająca, by prowokować proces budowania fotosystemu jest nadal zbyt mała, aby ten proces napędzać.

W odróżnieniu od przykładu ze świetlikami – gdzie interakcja zachodziła pomiędzy dwoma organizmami żywymi – w tym wypadku mamy do czynienia z interakcją pomiędzy dynamiką materii martwej („ruchy ciał niebieskich” i związane z tym zmiany oświetlenia) a dynamiką organizmu żywego (kiełkującymi roślinami). W naszym odczuciu termin „bodziec” (w jego potocznym znaczeniu) jest bliższy interakcji światło-kielk, natomiast termin „sygnał” (w jego potocznym znaczeniu) jest bliższy wymianie błysków pomiędzy samcem a samiczką świetlika. W oparciu o dynamikę in-

terakcji światło-kiełek, proponujemy aby przyjąć kilka definicji terminu „bodziec”. Pierwsza określałaby sens tego terminu szeroko, a następne coraz precyzyjniej.

(1) Bodziec *sensu lato*:

jest to ta konkretna forma energii otoczenia, która jest, lub bywa, monitorowana przez konkretny typ organizmu.

Słowem kluczowym w tej definicji jest „monitorowanie”. Każda forma energii, byle odpowiednio intensywna, może wywierać „wpływ”, tj. powodować skutki fizyczno-chemiczne w dynamice lub w strukturach organizmu. Jednak „bodźcem” będziemy nazywali tylko tę formę energii, która jest aktywnie monitorowana przez organizm. Termin „aktywnie” odnosi się do produkowania wrażliwych i wyspecjalizowanych receptorów (czujników), oraz do dynamiki, która utrzymuje je w stanie aktywności (dynamika czuwania – nieustannego monitorowania otoczenia)⁸.

W tym sensie energia pola magnetycznego, lub promieniowania kosmicznego, chociaż może na nas wywierać „wpływ”, nie jest „bodźcem” dla organizmu *Homo sapiens*⁹.

(2) Bodziec *sensu stricto*:

jest to ta intensywność bodźca *sensu lato*, która przekroczyła próg wrażliwości systemu monitoringu. Organizm „orientuje się” w cechach bodźca, choć nie oznacza to, że dojdzie do uruchomienia systemu reakcji organizmu na ten bodziec.

W tym sensie światło o zbyt krótkiej lub zbyt długiej fali, jak też światło pasma widzialnego, lecz zbyt słabe, nie jest dla człowieka bodźcem *sensu stricto*.

(3) Bodziec *sensu strictissimo*:

⁸ „/.../ Let us turn to the stimuli that, detected by the sensory receptors, are capable of triggering behavior patterns. /.../ Ethologists have called the stimuli that are particularly effective in triggering behaviour sign stimuli (when the sign stimuli are emitted by a member of the same species, they are called social releasers, or simply releasers). The animal must possess neural mechanisms selectively sensitive to the sign stimuli; it is these releasing mechanisms, as they are called, that initiate the behavior when they are activated by the sign stimuli appropriate to them.” W.T. Keeton, *Biological science*. W.W. Norton and Company Ltd., New York, London 1980, 502-503.

Dynamikę nieustannego „czuwania” dobrze ilustruje behavior ropuch pustynnych: „*Lepidobatrachus laevis*, ropucha z rodziny żab rogowatych (Ceratophryidae) /.../ żyje w stawach okresowo wypełniających się wodą podczas letnich deszczów. Kiedy woda wyparowuje, zagrzebuje się płytko w miękkim mule, a gdy muł zaczyna twardnieć, ropucha przystępuje do wytwarzania wielowarstwowego kokonu. /.../ Kokon chroni płaza przed stratami cennej wody i umożliwia przetrwanie pory suchej. Filmy robione techniką poklatkową ukazały, że podczas wytwarzania kokonu, ropucha wykonuje jedynie nikłe ruchy, by po paru tygodniach zastygnąć w bezruchu. Jednak zamknięta w ostatecznie ukształtowanym kokonie, cały czas 'czuwa'. Podrażniona okazuje doniosłym skrzekiem swoje niezadowolenie i zaniepokojenie. Łagodne zwilżenie powoduje, że ropucha natychmiast przystępuje do zrzucenia kokonu.” L.L. McClanahan, R. Ruibal, V.H. Shoemaker, *Pustynne żaby i ropuchy*. Świat Nauki, 5(33), 1994, 68.

⁹ Istnieją jednak bakterie i ptaki, które orientują się w natężeniu i kierunku linii pola magnetycznego. Dla nich energia tego pola jest *bodźcem*. Por. J. Postgate, *Granice życia*. CiS, Warszawa 1997, 216-217.

ta intensywność danej formy energii lub taka jej zmiana, na którą organizm reaguje immanentną dynamiką, wykorzystującą tę energię (tropizmy dodatnie), lub zmniejszającą fizyczno-chemiczny wpływ tej energii na organizm (mechanizmy „ucieczki”).

W tym sensie pewien poziom intensywności światła Księżyca wystarcza, by pędy kielkującego owsa wykryły kierunek tego źródła światła. Aby organizm owsa rozpoczął produkowanie molekularnej maszyneryi fotosyntetycznej, intensywność tej energii musi być mniej więcej dziesięć razy większa. Aby owies zakwitł, intensywność światła musi jeszcze wzrosnąć około dziesięć tysięcy razy (por. Tabela II).

Faktem jest, że termin „bodziec” jest używany dosyć swobodnie. Często bowiem „bodźcem” (*stimulus*) nazywa się „jakąkolwiek formę energii, która może oddziaływać z materią”¹⁰. „Niewłaściwość” tej definicji polega na jej zbyt szerokim sformułowaniu. W rezultacie terminy „wpływ” i „bodziec” stają się synonimami. Język opisowy traci możliwość wygodnego rozróżnienia dwu sytuacji, które istotnie różnią się od siebie.

By lepiej ukazać mylącą perspektywę tego typu określeń, zwróćmy uwagę na to, że każdy „bodziec” można określić jako *progowy*, *podprogowy* lub *nadprogowy*¹¹. Czym jest ów tajemniczy „próg” i co określa jego wysokość?

Otóż rzeczywistością przyrodniczą jest z jednej strony pewna bardziej lub mniej regularna fluktuacja intensywności różnych form energii w materii martwej (np. zmiany oświetlenia powierzchni Ziemi przez Słońce). Te fluktuacje nie są w żadnym (najwyżej czysto przypadkowym) sensie przyporządkowane dynamizmom biologicznym. Z drugiej strony, rzeczywistością przyrodniczą jest określona wrażliwość różnorodnych receptorów, czujników produkowanych przez organizmy żywe. „Bodziec progowy” dla danego typu energii nie ma żadnej określonej charakterystyki bez odniesienia do aktualnej, maksymalnej wrażliwości receptora w ramach *konkretnej* formy organizmu. Cała skala intensywności tej formy energii poniżej aktualnej wrażliwości receptora nie jest żadnym „bodźcem”, mimo, że jakiś „wpływ” na ten receptor zapewne wywiera. Podobnie nieskończona skala intensywności „nadprogowych” tej energii jest w istotnej mierze przyczyną okaleczenia lub śmierci organizmu, ale nie ma sensu nazywać tego „bodźcem”.

¹⁰ „Stimuli impart energy which alters or modifies a receptor. Thus, any form of energy which can interact with matter may alter a receptor. Stimulation may be photo-, gravi-, mechano-, chemo-, electro-, etc. The stimulus may be characterized by its qualitative nature, as well as its magnitude, duration, and time rate of incidence.” W. Shropshire Jr. *Stimulus perception*. W: *Physiology of Movements*, ed. by Hupt W. and Feinleib M. E., Springer-Verlag, Berlin 1979, 11-41. Por. też np. E. Hadorn i R. Wehner, *Zoologia ogólna*. PWRiL, Warszawa 1985, 267; hasło *Bodziec* w *Ilustrowanym słowniku biologicznym* E. J. Gorzelańczyka i A. Wierzbickiego, Medsystem, Poznań 1995, oraz K. Schmidt-Nielsen, *Fizjologia zwierząt – adaptacja do środowiska*. WN PWN, Warszawa 1997, 630-631, zwł. tabela 13.1.

¹¹ „Bodziec – czynnik lub zespół czynników zdolnych do wywierania bezpośredniego wpływu na komórki, prowadzących do powstania w nich stanu pobudzenia. /.../ Bodziec podprogowy nie wywołuje pobudzenia, bodziec progowy jest najsłabszym bodźcem zdolnym wywołać pobudzenie, a bodźcem nadprogowym jest każdy bodziec silniejszy od progowego.” S. Stokłosowa, *Bodziec*. W: Jura, C., Krzanowska, H. *Leksykon biologiczny*. Wyd. „Wiedza Powszechna”, Warszawa 1992, 80.

To od organizmu zależy, jaką rozwinie on formę wrażliwości, jaki typ energii będzie monitorował i na jakim poziomie intensywności tej energii – na jakim „progu” – będzie tak, czy inaczej na tę energię reagował¹². Analogicznie, to ludzie łączą kaloryfer z termostatem i to ludzie ustawiają ten termostat na określonym progu jego „wrażliwości”. Wahania energii cieplnej otoczenia ani nie determinują obecności kaloryfera, ani nie determinują „progu reagowania” termostatu. Tak zwany potocznie „bodziec termiczny” dla termostatu, jest „bytem myślowym”, a nie jakimś wyróżnionym przez prawa materii martwej przedziałem intensywności konkretnej formy energii.

Analogicznie to nie energia światła determinuje fotosyntezę, lecz organizm poprzez struktury i proces fotosyntezy *wykorzystuje* energię światła. Mógłby oczywiście ktoś powiedzieć, że powalone przez huragan drzewo *wykorzystało* energię wiatru i utożsamić znaczenie terminu „wpływ” ze znaczeniem terminu „bodziec”. Praktyka mnożenia synonimów paraliżuje jednak próby głębszej analizy zjawisk. Dlatego definicja „bodźca”, która brzmi:

„bodziec jest to czynnik, akt, lub wpływ, który *wytwarza* (podkr. – JK/PL) reakcję fizjologiczną lub troficzną w receptorze, lub w tkance wrażliwej”¹³

jest definicją – w naszym przekonaniu – błędną, bowiem sugeruje zbyt wieloznaczny i niejasny – wbrew zdobytej już wiedzy – obraz mechanizmów biologicznych.

Powróćmy do przykładu ze świetlikami. Czy, z punktu widzenia jednoznaczności, precyzji i wierności opisu, byłoby rzeczą słuszną nazywanie błysków świetlików „bodźcami”? Czy też – biorąc pod uwagę potoczne znaczenie terminu „sygnał” – nie należałoby raczej nazwać owych błysków „sygnałami”?

Definicja terminu „sygnał”. Wydaje się, że w potocznym znaczeniu terminu „sygnał” zawierają się następujące elementy:

- (a) *wyróżnienie jakiegoś obszaru*, lub punktu jednorodnej w zasadzie przestrzeni,
- (b) *wyróżnienie jakiegoś momentu* na jednorodnej, w zasadzie, skali „upływu” czasu,

Zjawisko wyróżniające ma charakter *dynamiki krótkotrwałej i przestrzennie ograniczonej*, wyraźnie kontrastującej z tłem.

- (c) *selektywna recepcja* sygnału przez czujnik,

Znaczy to, że konkretny czujnik jest stosunkowo niewrażliwy na inne wpływy fizyczne.

¹² „A stimulus is usually an environmental change of some sort. Any such change is potentially a stimulus, but whether it actually becomes one depends, first, on the presence of protoplasm; second, on the capacity of the protoplasm to detect the change. Many environmental changes never function directly as stimuli, so far as we know, because no protoplasm can detect them.” W.T. Keeton, *Biological science*, W.W. Norton and Company Ltd., New York, London 1980, 399. Por. też E.R. Hilgard, *Wprowadzenie do psychologii*. PWN, Warszawa 1968, 963.

¹³ Stimulus = any agent, act, or influence that produces functional or tropic reaction in a receptor or in an irritable tissue. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, W. B. Saunders, Philadelphia 1974.

(d) powiązanie elementu wyróżniającego ze „znaczeniem” (tam gdzie czujnik jest elementem organizmu posiadającego świadomość),

(e) powiązanie recepcji sygnału (ewentualnie poprzez rozpoznanie „znaczenia”) z selektywną formą działania.

Sterowanie procesami rozwoju ontogenetycznego dokonuje się u organizmów tkankowych przy pomocy prostych polipeptydów, których sekwencja monomerów (aminokwasów) jest zaszyfrowana na specjalnych genach zwanych homeoboksami. Moment i obszar produkcji takiego sygnału molekularnego jest determinowany przez dosyć tajemnicze – jak dotąd – wewnętrzne prawidłowości rozwoju danej formy organizmu. Podobnie nie wiadomo, jak determinowana jest precyzyjna i skorelowana reakcja tkanek na aktywację homeoboksów¹⁴. Choć u bardzo różnych form organizmów (u człowieka, u myszy, u muszki owocowej) homeoboksy są – z czysto chemicznego punktu widzenia – zastanawiająco podobne, to ich „znaczenie” rozwojowe jest tak odmienne, jak odmienna jest struktura i funkcja organów u owada i u ssaka¹⁵. Dynamika homeoboksów spełnia wszystkie istotne cechy sygnału i dobrze ilustruje stałą, choć „arbitralną” więź pomiędzy strukturą sygnału a rodzajem reakcji na ten sygnał.

Sygnał w dosyć oczywisty sposób różni się od bodźca. Sygnał jest wytwarzany przez organizm żywy. Jego determinacja czasowo-przestrzenna jest wyrazem dynamiki biologicznej. Recepcja sygnału i jego interpretacja, podobnie jak związana z nimi akcja, są formami dynamiki biologicznej *par excellence*¹⁶. Efektem prawidłowo działającej dynamiki sygnalizacji jest selektywna, ekonomiczna, skorelowana i zintegrowana dynamika danego organizmu. W wypadku homeoboksów tym efektem jest prawidłowy przebieg budowania tkanek i organów postaci dojrzałej. Sygnały zatem – w jakimś sensie – „orientują” poszczególne struktury ciała w ich dynamice. Mutacje i inne patogenne modyfikacje homeoboksów prowadzą do dezorientacji dynamiki rozwojowej, do chaosu i ostatecznie do śmierci lub przynajmniej do fizjologicznej niewydolności organizmu.

W dynamice świetlików również dostrzegamy takie elementy, które pozwalają na opisanie ich jako „sygnalizacji”, bez przekraczania podstawowego, potocznego znaczenia tego terminu i bez – jak sądzimy – zaniedbywania istotnych elementów rzeczywistej komunikacji pomiędzy samcem a samicą. Ta sygnalizacja prowadziła do *zorientowania lokomocji samca w przestrzeni*.

Trzeba tu podkreślić, że sygnały – w opisanym wyżej znaczeniu – nie są źródłem orientacji, lecz *narzędziem przekazu orientacji*. Sygnał bowiem nie determinuje mo-

¹⁴ Por. B. Alberts, D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, J.D. Watson, *Molecular biology of the cell*, Garland Publ., New York 1994, 1093-1108.

¹⁵ Por. np. A. Graham, Nancy Papalopulu, R. Krumlauf, *The murine and Drosophila homeobox gene complexes have common features of organization and expression*, Cell 57 (1989), 367-378. Zob. też P.W.H. Holland, Brigid L.M. Hogan, *Phylogenetic distribution of Antennapedia-like homoeoboxes*, Nature 321 (1986), 251-253.

¹⁶ Wszelkie modele techniczne są pochodnymi dynamiki biologicznej *Homo sapiens* i z tego powodu nie mogą być traktowane, jako dziedzina niezależna od biologii, a tym bardziej jako zjawiska charakterystyczne dla tych dynamizmów, które obserwujemy w materii martwej.

mentu, w którym zostanie wysłany, obszaru przestrzeni, w której się pojawi, ani „znaczenia” jakie posiada. Sama ta „orientacja” tkwi gdzieś w „kontekście” (np. w tym, co oznaczamy etykietką słowa „instynkt”), ale poza fizyczną rzeczywistością samego sygnału.

Obecnie przejdziemy do opisu i analizy bardziej złożonych biologicznych form przekazu informacji poznanej, czyli orientacji.

ZNAKI PRZEKAZU ORIENTACJI U PSZCZÓŁ

Von Frisch, a następnie wielu innych badaczy zainspirowanych wynikami jego prac, wykazało, że robotnica-zbieraczka, która odkryła obfity pożytek (źródło pyłku, nektaru cukru itp.), po powrocie wykonuje wewnątrz ciemnego ula, na powierzchni pionowego plastra, szereg skomplikowanych ruchów, zwanych „tańcem wywijającym”. Zanim pszczoła przystąpi do tańca, najpierw wydaje dźwięki, które pozwalają towarzyszkom odnaleźć ją w ciemnym ulu. Gdy otoczy ją gromadka innych zbieraczek, zaczyna ona „taniec”, a skupione wokół robotnice, z wyciągniętymi czułkami, postępują za nią „krok w krok”.

Zbieraczka zatacza półokręgi – raz w prawo, raz w lewo, za każdym razem powracając do punktu „startu”. Kreśli w ten sposób figurę, przypominającą ósemkę. Na linii prostej, dzielącej obie połówki „ósemki”, zatrzymuje się na chwilę, potrząsając odwłokiem i poruszając skrzydłami.

Jak się okazało, kąt pomiędzy osią łączącą połówki „ósemki” a pionem plastra (kierunek ul – zenit) jest identyczny z kątem zawartym pomiędzy aktualnym kierunkiem ul – słońce, a kierunkiem ul – pożytek (por. Ryc. 2). Dochodzi tu do przeniesienia kierunków z poziomu na pion, oraz zamiany kierunku ul – słońce na kierunek ul – zenit. Widać tu bliską analogię z przyjętym w kartografii zwyczajem, by kierunek N określać strzałką skierowaną ku górnej krawędzi mapy.

Częstotliwość zwrotów tanecznych „ósemek” – przekazuje orientację co do odległości pożytku od ula. Np. gdy pożytek znajduje się około 100 m od ula, robotnica wykonuje ok. 10 zwrotów tanecznych w ciągu 15 sekund. Przy odległości pokarmu wynoszącej 6 km, pszczoła wykonuje w ciągu 15 sekund tylko 2 zwroty taneczne¹⁷.

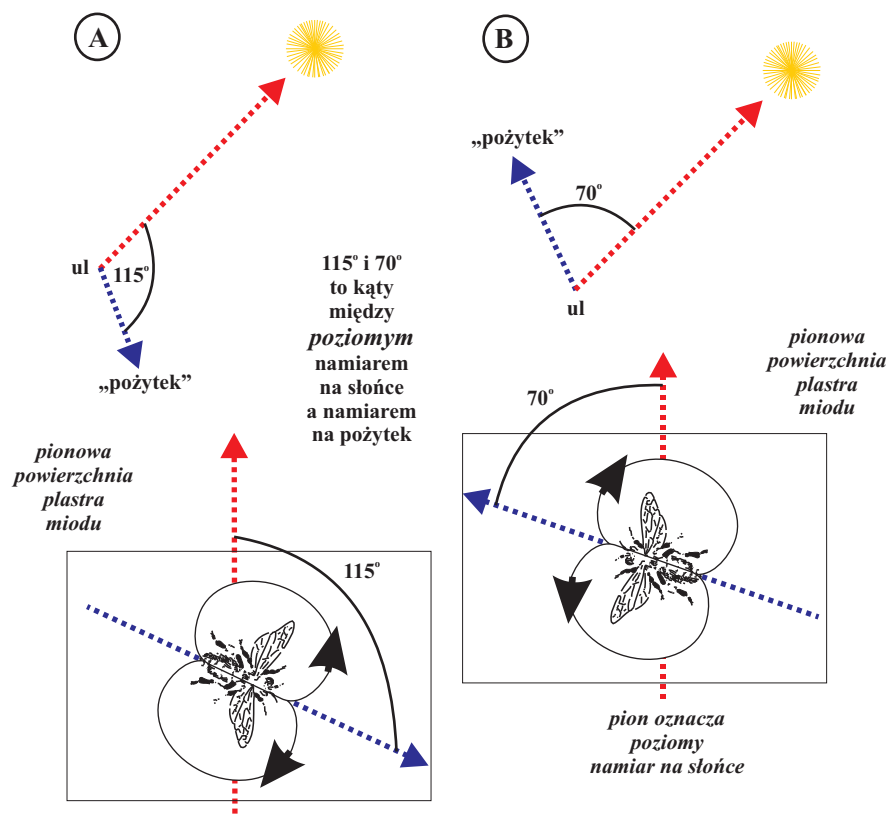
Ponadto, pszczoły potrafią przekazać wiadomość, dotyczącą zasobności i wartości źródła pokarmu. Dynamiczny taniec, wyrażający się pełnymi werwy ruchami odwłoka i skrzydeł, wskazuje, że źródło pożytku jest obfite. W przeciwnym wypadku ruchy taneczne są mniej lub bardziej apatyczne.

Co jakiś czas pszczoły, otaczające „tanecznice”, wydają dźwięki, wprowadzające plaster w drgania. Na ten sygnał, informatorka zatrzymuje się i zaczyna częstować towarzyszeki próbkami przyniesionego pożytku.

Powyższy przykład wyraźnie ukazuje sens terminu *orientacja* oraz sens terminu *przekazywanie orientacji*.

Orientacja w tym wypadku oznacza, że robotnica potrafi :

¹⁷ Por. J. Banaszak, *Ekologia pszczół*, WN PWN, Warszawa 1993, 118-119; J.I. Gould, W.F. Towne, *Evolution of the dance language*, The American Naturalist, 130 (1987), 317-338; W.H. Kirchner, W.F. Towne, *Język tańca pszczoły miodnej*, Świat Nauki, 8 (1994), 54-61; E.O. Wilson, *Spółczesność owadów*, PWN, Warszawa 1979, 338-347.



Ryc. 2. Przekazywanie orientacji co do kierunku ul – źródło pożytku.

a. Rozpoznać właściwy pszczołom pokarm, oraz rozpoznać czy jest to pyłek, nektar, cukier lub dżem. Zależnie od tego lokuje zebrany pożytek w odpowiednich strukturach swego ciała – pokarm płynny w wolu, pyłek w specjalnych kieszonkach na odnóżach.

b. Zorientować się, czy pyłek jest sypki, czy wilgotny i zależnie od tej cechy stosować odpowiednią strategię jego zbierania.

c. Zorientować się w wartości pokarmowej pożytku – np., czy nektar jest słodki, czy „wodnisty”.

d. Zorientować się, że pokarm lub źródło pokarmu pachnie – dlatego m.in. zbiera do specjalnej kieszonki, znajdującej się na odwłoku, próbki olejków wonnych produkowanych przez kwiat (należy zaznaczyć, że nektar jest substancją bezwonną, czyli częstowane nim towarzyszyki mogą się jedynie zorientować w smaku – słodkości pokarmu). Jeśli znalezione źródło pokarmu nie ma woni, wówczas pszczoła pozostawia na nim swój własny zapach, tzn. wydziela ze specjalnych gruczołów, zlokalizowanych na odwłoku kropelki substancji o woni specyficznej dla danego roju (są to różne „odcienie” woni przypominające zapach melisy lekarskiej).

e. Zorientować się w lokalizacji pożytku – jego odległości od ula i jego kątowym położeniu w stosunku do aktualnej pozycji słońca. Potrafi tę orientację zapamiętać. Co

więcej, potrafi po powrocie do ula, wprowadzać odpowiednią poprawkę, wynikającą z pozornego ruchu słońca, i w ten sposób przekazać innym robotnikom właściwy kierunek lotu¹⁸. Oczywiście do prawidłowego zrozumienia treści przekazu niezbędna jest orientacja w kierunku działania siły ciężkości.

f. Zorientować się w zasobności odkrytego źródła pożytku. Jeśli pożytek jest skąpy, pszczoła nie tańczy, tylko sama eksploatuje to źródło.

Nie należy także zapominać, że

g. pszczoły skupione wokół „tanecznicy” są w stanie jednoznacznie i dostatecznie precyzyjnie zinterpretować zachowanie się informatorki.

h. „tańcząca” zbieraczka doskonale orientuje się, że jej towarzyszki wprowadziły w wirację plaster, domagając się w ten sposób „poczęstunku”.

ANALIZA DANYCH EMPIRYCZNYCH

W dynamicznej strukturze tańca możemy wyróżnić elementy bardziej i mniej arbitralne¹⁹. Wartość kąta „pożytek – ul – słońce”, pozostaje niezmienną, mimo przeniesienia go z płaszczyzny poziomej na pionową i pomimo zamiany kierunku ku słońcu na kierunek ku zenitowi. Parametr odległości ulega transformacji na parametr częstotliwości zwrotów tanecznych²⁰. Obfitość źródła pożytku i wartość pokarmu, wyrażana jest ekspresją tańca, co znaczy, że struktura znaku jest bardzo odległa od natury przekazywanej przezeń orientacji.

Natomiast to, czym jest pożytek (pyłkiem, nektarem), jakie są jego cechy jakościowe (np. słodkość) lub jakie są cechy jakościowe źródła pokarmu (np. zapach), nie są przekazywane za pośrednictwem znaków, lecz poprzez „częstowanie” towarzyszek – a więc udostępnianie im próbek określonych substancji – w postaci nie-zaszyfrowanej (por. Tabela III).

¹⁸ Zmysł czasu u pszczół jest bardzo dobrze rozwinięty. Jeden ze współpracowników von Frischa, Lindauer, uczył pszczoły przychodzenia do określonego źródła pokarmu. Ze względu na zimno, przeniósł później ul do wnętrza budynku. Po 38 dniach przebywania wewnątrz budynku, tropicielki w dalszym ciągu sygnalizowały kierunek starego źródła pokarmu, mimo, że nie mogły wychodzić na zewnątrz. Zaskakujące było to, że karmione w różnych porach dnia podawały zawsze właściwy kąt do słońca o każdej godzinie, mimo że nie widywały nigdy słońca. Oczywiście jest więc, że orientowały się w upływie czasu. Interesujące jest też to, że pszczoły przeniesione z półkuli północnej na południową, przystosowują się szybko do nowej sytuacji. Por. H. Frings, M. Frings, *Mowa zwierząt*, PWN, Warszawa 1968, 97-98. Por. też W. Szafer, *Kwiaty i zwierzęta. Zarys ekologii kwiatów*, PWN, Warszawa 1969, 190.

¹⁹ Używając terminu „arbitralny” nie chcieliśmy, oczywiście, sugerować bezpośredniej interwencji jakiegoś podmiotu posiadającego „wolną wolę” (*liberum arbitrium*). Może ktoś zaproponuje inny, lepszy znak językowy dla oznaczenia opisywanej sytuacji.

²⁰ Axel Michelsen skonstruował mechaniczne urządzenie naśladowujące zachowanie tańczącej pszczoły i udało mu się kierować zachowaniem pszczół zbieraczek, które obserwowały ruchy i dźwięki sztucznej pszczoły a potem bezbłędnie trafiały do źródła pożytku. Por. A. Michelson, B.B. Andersen, J. Storm, W.H. Kirchner, M. Lindauer, *How honeybees perceive communication dances, studied by means of a mechanical model*, Behavioral Ecology and Sociobiology 30 (1992), 143-150.

Tabela III. Różne rodzaje orientacji i różne formy ich przekazu u pszczół.

Przedmiot orientacji	Struktura znaku	Charakter znaku
Kierunek do wykrytego źródła „pożytku”.	Kierunek ten sam, ale zmiana płaszczyzny i punktu początkowego osi współrzędnych	naturalno-arbitralny
Odległość wykrytego źródła pożytku	Częstotliwość cykli tanecznych	arbitralny
Obfitość źródła	„Ekspresja” ruchów tanecznych	arbitralny
Jakość pożytku	(przedmiot niezaszyfrowany)	

W opisanych zjawiskach przekazu orientacji u pszczół pojawił się nowy element, który wymaga myślowego wyodrębnienia i odpowiedniej nazwy. Opisane wyżej pojęcia „wpływu”, „bodźca” i „sygnału” nie wyrażają bowiem treści zawartej w znakach wykorzystywanych przez pszczoły do przekazywania orientacji. Pozostaje teraz opisać ową treść „znaku”.

To co, charakteryzuje – naszym zdaniem – „znak”, nie da się opisać inaczej jak tylko w ramach pewnej złożonej całości, którą nazywać będziemy „terminem”.

Termin jest podstawową jednostką *przekazu znaczenia*. Termin składa się ze

(a) „znaku”, symbolu, „znaczką”, (ang. „mark”),

(b) desygnatu i

(c) więzi pomiędzy nimi.

ad (a) Dla jasności i dla podkreślenia rzeczywistej roli znaku w przekazie informacji (orientacji) przyjmujemy pojęcie „znaku idealnego”. Jest to taka wyróżniona w tle struktura lub dynamika, w której nie sposób wykryć naturalnej relacji do desygnatu. Piktogramy, negatywy, onomatopeie, tropy, ślady, oznaki lub przejawy nie są zatem „znakami idealnymi”.

ad (b) Desygnatem znaku jest jakakolwiek forma informacji (por. przedstawioną wyżej klasyfikację form informacji). Może to być informacja przedmiotowa lub informacja poznana (aktualna orientacja w przedmiocie), lub informacja utrwalona w pamięci jako wyobrażenie, pojęcie ... itp. lub wreszcie informacja symboliczna.

ad (c) Wiąż między znakiem (idealnym) a desygnatem nie da się wyczytać ani ze struktury znaku, ani z treści desygnatu. Ten rodzaj więzi nazwalibyśmy więzią arbitralną.

„Znak” (symbol) w swoim opisowym, ale precyzyjnym znaczeniu jest to *wskazówka dla wtajemniczonego*. „Wskazówka”, bo znak nie niesie w sobie treści tego, na czym koncentruje naszą uwagę. „Dla wtajemniczonego”, bo więź pomiędzy znakiem a jego desygnatem nie może być przez podmiot „odkryta”. Odkryć można przyczynę po skutku, odkryć można kopię po podobieństwie do oryginału, odkryć można istotę po jej drugorzędnych przejawach – ale w wypadku prawdziwego, „idealnego” znaku, „odkrycie” jego więzi z desygnatem jest niemożliwe, chyba że przypadkiem. Jednak

nawet w takim wypadku nie byłoby możliwe zweryfikowanie tej więzi.

Każdy znak jednak może – w różnych momentach – być wiązany z różnymi desygnatami, czyli **termin** może zmieniać *znaczenie*. Tej zmiany dokonuje podmiot i w tożymizmie nazywano to zmianą *supozycji*. Można to też nazwać aktualną zmianą „sensu” (znaczenia) konkretnego terminu.

W słowniku, pod hasłem Pluton wyliczone są następujące znaczenia tego słowa (terminu): 1. bóg Podziemia (w mitologii greckiej), 2. planeta naszego układu słonecznego, 3. pierwiastek chemiczny, 4. niewielki oddział wojska. Zatem możemy się spotkać z czterema zupełnie odmiennymi supozycjami (znaczeniami) słowa „pluton”. Taką sytuację nazywa się „homonimicznością”. Jeśli ktoś w mojej obecności wypowiada słowo „pluton”, to tylko ewentualny kontekst tego dźwięku pozwala mi się domyślać, w jakiej supozycji (w jakim sensie, znaczeniu) to słowo zostało wypowiedziane.

Termin stanowi część całościowej rzeczywistości **układu symbolicznego**. Przykładami układu symbolicznego są różnorodne formy dynamiki przekazywania orientacji pomiędzy ludźmi, skomplikowany mechanizm translacji kodonów DNA na sekwencję aminokwasów, tworzących molekularną maszynę enzymu, dynamika przekazywania informacji o źródłach pokarmu u pszczoł, itp.

Trzeba wyraźnie podkreślić, że **układ symboliczny** też nie jest samoistnym bytem, lecz częścią dynamiki i struktury organizmu. Ścisłej rzecz ujmując jest to część dynamiki poznawczej organizmu²¹. Innymi słowy, w myślowym oderwaniu od kontekstu żywego organizmu, bez implikowanej aktualnej zdolności orientacji w otoczeniu (lub w sobie) terminy „symbol”, „znak”, „termin”, „system znaków” muszą – jak się wydaje – prowadzić do poważnych nieporozumień.

Istotą idealnego terminu jest absolutna jednoznaczność czyli stałość więzi między rzeczywistością znaku a rzeczywistością desygnatu. Trwałość tej więzi nie da się sprowadzić do relacji pomiędzy znakiem a jego desygnatem. Ta trwałość wskazuje na hierarchicznie wyższe piętro struktury systemu. Gdzieś wyżej, w ramach większej, nadrzędnej całości trzeba szukać tego, co determinuje stałość owej więzi.

Istotą idealnego znaku jest to, że ze swojej struktury z niczym się absolutnie (dla „niewtajemniczonego”) nie kojarzy. Dlatego znaki *sensu stricto* (gr. *symbolon*) różnią się samą swoją materialną strukturą lub dynamiką od naturalnych struktur materii nieożywionej. Zazwyczaj trudno je pomylić z przejawami prawidłowości, lub przypadkowych zbieżności obserwowanych w przyrodzie martwej. Serie błysków wytwarzanych przez świetliki są tego dobrym przykładem. Stąd symbole są z reguły rozpoznawane, jako twory „sztuczne” – choć ta „sztuczność” nie musi oznaczać wyłącznie tworu człowieka, lecz również twory innych istot żywych (tańce godowe ptaków lub ryb, kukanie kukułki, zaznaczanie swoiście pachnącym moczem swego terytorium przez wilki itp.).

Idealny desygnat to rzeczywistość nie skażona arbitralnością, czyli absolutnie wolna od wpływów podmiotu. W tym sensie idealny desygnat jest przejawem i rezul-

²¹ J. Hoffmeyer, *The changing concept of information in the study of life*, [paper prepared for the Symposium „Nature and Culture In the Development of Knowledge. A Quest for Missing Links”, Uppsala, 8-11 September 1993].

tatem tego, że podmiot dotarł do treści przedmiotu obserwacji, że zdobył orientację w sferze przedmiotowej²².

Idealna więź pomiędzy dwoma rzeczywistościami, to więź wynikająca z samej natury tych rzeczywistości. W tym sensie idealna więź istnieje pomiędzy przyczynami a ich skutkami, między przejawami a genezą tych przejawów. W tym sensie więź zachodząca w ramach terminu nie jest więzią idealną, lecz faktycznym brakiem więzi naturalnej. Między idealnym znakiem a idealnym desygnatem nie istnieje żadna bezpośrednia więź. Jeśli *de facto* zachodzi jakiś stały, powtarzalny, oczywisty związek pomiędzy znakiem a desygnatem, to jego wyjaśnienie nie zawiera się ani w rzeczywistości znaku, ani w rzeczywistości desygnatu. Dlatego właśnie ta „więź” jest po prostu nazywana więzią „arbitralną”.

Więź traci swoją idealność w miarę, jak wzrasta w niej element arbitralności.

Idealny znak, w trwałym połączeniu z idealnym desygnatem tworzy idealny termin.

W Tabeli IV chcemy ukazać ilustracje rozmaitych relacji więzi, jakie mogą zachodzić, przy założeniu, że i dziedziny relacji i sama więź (W) mogą być absolutnie naturalne (N) lub absolutnie arbitralne (A). Elementy skrajne odnoszą się do dziedzin - odpowiednio do dziedziny znaków (Z) i przeciwdziedziny desygnatów (D). W ten sposób pojawia się osiem, i tylko osiem, logicznych możliwości:

Tabela IV. Znaki naturalne i sztuczne (Znak, Więź[=], Desygnat, Arbitralny, Naturalny).

	Z-W-D	Przykłady
1	A-A-A	$\sqrt{\quad}$ = „pierwiastkowanie”
2	A-A-N	„koń” = zwierzę nieparzystokopytne z grzywą
3	N-A-A	wschód słońca = wezwanie do modlitwy
4	N-A-N	pająk o poranku = przykrości po południu
5	A-N-A	?
6	A-N-N	?
7	N-N-A	?
8	N-N-N	przyczyna – skutek; działanie i efekt

²² Dlatego rzeczą historycznie i językowo niefortunna było – i jest – nazywanie rezultatów poznania (ujęć poznawczych, pojęć lub wyobrażeń) „znakami”. Co prawda mówiono „*signum quo*” lub „znak naturalny” i odgraniczono jego zastosowanie od „*signum quod*”, czyli „znaku instrumentalnego” (por. np. M.A. Krąpiec, *Język a świat realny*, Lublin, 1995, 26), lecz (zwłaszcza w klimacie filozofii nowożytnej) podtrzymany i utrwalony został – poprzez podobieństwo wyrażen językowych – błędny w zasadzie stereotyp istotnej różnicy treściowej pomiędzy informacją przedmiotu a orientacją w przedmiocie, czyli poznaniem. Redukcja ujęć poznawczych do znaków wydaje się równie katastrofalna w konsekwencjach myślowych, jak redukcja mechanizmu poznania do relacji przyczynowo-skutkowych.

Jak widać z tej tabeli, tylko cztery sytuacje dotyczą terminów językowych *sensu stricto*. Sytuacja ostatnia, nr 8, dotyczy zjawisk absolutnie naturalnych, których ilustracją jest więc przyczynowo-skutkowa.

Nie potrafiliśmy znaleźć przykładu ilustrującego sytuacje nr 5, 6, 7. Trudno powiedzieć, czy ta luka wyraża naszą ignorancję, czy też odzwierciedla rzeczywistą przepaść między układem symbolicznym (terminami języka) a relacjami pozapodmiotowymi.

Powróćmy teraz do analizowanej poprzednio, skomplikowanej treści, jaką niesie w sobie termin „sygnał”. Wydaje się, że ta treść zawiera w sobie dwa elementy. Jeden, związany z determinacją czasowo-przestrzenną. Nie ma on charakteru „znaku” w opisanym wyżej sensie. Sygnał, czy to świetlny, czy dźwiękowy, czy jakiegokolwiek inny, jest „wskazówką” *bezpośrednio* wyróżniającą określony obszar przestrzeni i określony moment lub odcinek czasu. To wyróżnienie nie jest więc „zaszyfrowane”. Każdy obserwator może to wyróżnienie zarejestrować. Natomiast „znaczenie” sygnału ma charakter znaku. Bez dotarcia do „tajemnicy kodu” nie sposób – z samej fizycznej struktury sygnału – zorientować się w jego znaczeniu. Sygnał jest więc czymś więcej niż znakiem; jego rzeczywistość jest treściowo bogatsza niż rzeczywistość prostego znaku.

Podsumowując nasze wywody pragniemy zwrócić uwagę na następujące cechy opisu zjawisk biologicznych. Z jednej strony ten opis nie może lekceważyć tradycji języka potocznego, którym posługują się ludzie niewykształceni. Stykając się ze zjawiskami biologicznymi kształtowali oni swoje zwyczaje językowe w oparciu o doświadczenie wielokrotnie powtarzane i weryfikowane w różnych okolicznościach. Wartość tego doświadczenia, mimo że było ono uzyskane bez pomocy wyszukanych narzędzi obserwacji, pozostaje wiarygodna i wiążąca, a zatem wiążące są też – do pewnego stopnia – tradycje nazewnictwa potocznego. Z drugiej strony, ten opis nie powinien przedwcześnie krępować się teoretycznymi założeniami, dotyczącymi istoty bytu, wielości, lub jedności substancji, struktury materii i natury władz poznawczych. Wreszcie ten opis nie powinien przedwcześnie korzystać ze schematów formalnych, logicznych, matematycznych wytworzonych dla celów technicznych, lub opartych o pewne założenia teorii bytu.

W proponowanej przez nas terminologii doszło do wyraźnego wyodrębnienia sensu terminów „wpływ”, „bodziec”, „sygnał” i „znak”²³. Takie rozgraniczenia mogą mieć dalsze konsekwencje w rozumieniu takich terminów, jak „rozpoznawanie”, „rozumienie”, „szyfrowanie”, „kodowanie”. Jednak analiza tych konsekwencji wykracza poza ograniczone ramy tego tekstu. Zdajemy też sobie sprawę, jak daleka jest droga od koncepcji „znaku” czy „terminu” do tak złożonych form komunikacji, jakimi są języki używane przez *Homo sapiens*.

²³ Nasza propozycja nie polega na nadaniu owym terminom nowego znaczenia, nowej supozycji. Polega wyłącznie na *ograniczeniu* ich znaczenia. To ograniczone znaczenie funkcjonuje aktualnie w naukach przyrodniczych i technicznych (por. np. *Dictionary of Science and Technology*, Ch. Morris, red., Acad. Press, San Diego, 1992), jednak w tekstach bardziej ogólnych, bardziej abstrakcyjnych i filozoficznych, precyzyjne znaczenie tych terminów często nie jest – niestety – dostatecznie wyraźnie podkreślane – co prowadzi do błędnych lub dezorientujących wypowiedzi i uogólnień.

**ON THE INFORMATIONAL BIOLOGICAL PROCESSES
AND THE TERMINOLOGY OF THEIR DESCRIPTION**

Abstract

The firefly, and bees' communication, together with some elementary data concerning photobiology, were analyzed in order to check the primitive, descriptive, objective meaning of such terms as „influence”, „stimulus”, „signal” and „sign”. For methodological reasons, a clear-cut distinction between them was postulated. The notion of an „ideal sign” was advanced to stress the essentially arbitrary connection between a „mark” and its „meaning”.