

RYSZARD W. SCHRAMM

EWOLUCJA BIOKULTUROWA Z PUNKTU WIDZENIA BADAŃ I USTALEŃ BIOLOGII MOLEKULARNEJ

Pytania, z którymi zwracają się nauki zajmujące się ewolucją biokulturową: antropologia, prahistoria, etnografia, socjologia — do biologii molekularnej można sformułować następująco: 1) Co może powiedzieć biologia molekularna na temat ewolucji biokulturowej? 2) Czego nie może powiedzieć i dlaczego? 3) Jeżeli nie może powiedzieć nic albo niewiele, to przynajmniej jak się na te sprawy zapatruje? Odpowiedź na te pytania i pewne naświetlenie całego zagadnienia jest wynikiem własnego przemyślenia — poglądem osobistym biologa molekularnego i teoretycznego; oficjalna nauka biologii molekularnej nie wyrobiła sobie jeszcze obowiązującego zdania na ten temat.

Zacząc należy od ustalenia wstępnych pojęć i stworzenia płaszczyzny do dyskusji. 1) Ewolucja biokulturowa jest zjawiskiem (procesem) biologicznym zachodzącym w układzie (układach) żywym. 2) Jako zjawisko biologiczne musi być u swoich podstaw rozpatrywana z punktu widzenia podstawowych teorii biologicznych. Teoriami tymi są według prof. A. U r b a n k a [1973]: a) molekularna teoria genu, b) syntetyczna teoria ewolucji, c) teoria poziomów organizacji biologicznej. Pierwsza z tych teorii jest zbudowana na podłożu metodologii redukcjonistycznej, dwie dalsze na podłożu metodologii zwanej przez U r b a n k a kompozycjonistyczną. Założenie rozpatrywania zagadnienia na podstawie tych trzech teorii tkwi już w sformułowaniu tytułu referatu; ewolucja — więc syntetyczna teoria ewolucji; punkt widzenia biologii molekularnej — więc oparcie na informacji genetycznej; biokulturowa — więc na poziomie organizacji układów biologicznych, na którym pojawia się i istnieje to coś, co nazywamy kulturą.

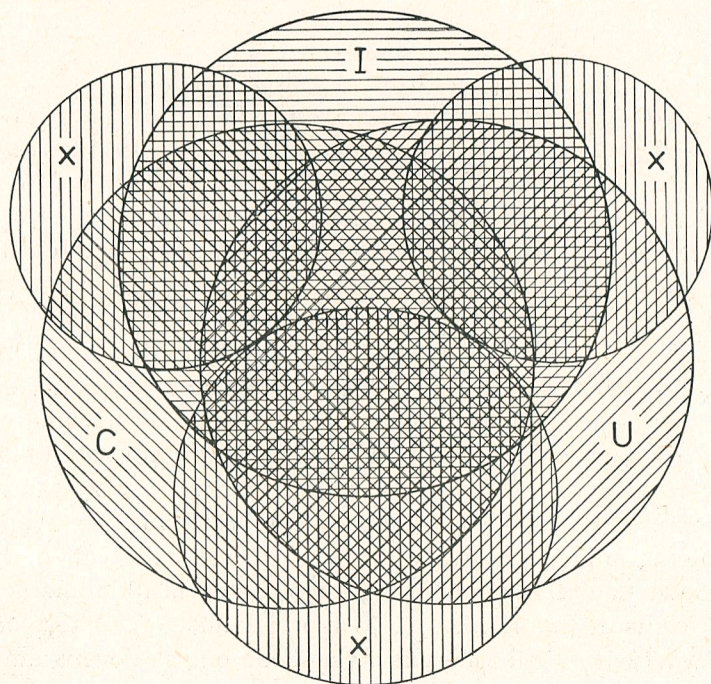
Te trzy podstawowe w chwili obecnej teorie biologiczne opierają się (moim zdaniem) na pięciu najważniejszych teoriach ogólnych, metateoriach, którymi (znowu moim zdaniem) są: 1) ogólna teoria układów (systemów), 2) teoria informacji (komunikacji), 3) teoria katastrof, 4) termodynamika układów otwartych, 5) cybernetyka. Wszystkie one są dorobkiem ostatnich 30 lat. Co te teorie wnoszą do naszego zagadnienia i jak się ono będzie na ich podstawie przedstawiać?

1. Ogólna teoria układów definiuje pojęcie układu: układ jest to zbiór elementów znajdujących się we wzajemnej zależności. Układ składa się z materii i energii, zorganizowanych przez informację. Podstawowe rodzaje materii i energii są we wszystkich układach materialnych identyczne. Układy różnicuje więc zasadniczo organizacja, która jest wyrazem informacji.

2. Teoria informacji w ujęciu Shannona [1948] — matematyczna teoria informacji, nie zajmuje się praktycznie istotą informacji, zajmuje się natomiast sposobami działania każdej informacji: jej mierzalnością, kodowaniem, przechowywaniem, przekazywaniem, transformowaniem, odczytywaniem. Zajmuje się więc zagadnieniami pamięci, komunikacji, a także językami jako sposobem przekazywania informacji.

3. Teoria katastrof wyjaśnia i opisuje matematycznie skokowe zmiany stanu układów, przechodzenie ilości w jakość, przechodzenie niższych szczebli organizacji układów biologicznych w wyższe — zjawisko nazywane przez Quastlera [1964] emergencją.

4. Termodynamika układów otwartych — jeszcze daleka od pełnego opracowania, podobnego, ale znacznie trudniejszego, do termodynamiki układów zamkniętych, próbuje wyjaśnić dążenie niektórych



Rys. 1. Uproszczony schemat teorii ogólnych: C — cybernetyka, I — teoria informacji, U — ogólna teoria układów, x — teorie o mniejszej ogólności

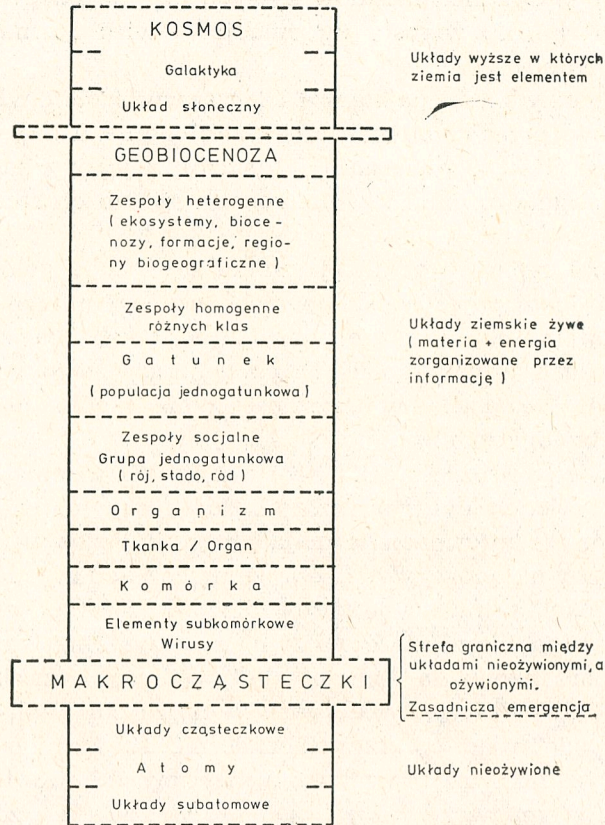
układów, m. in. wszystkich układów żywych do integracji i porządkowania materii, energii, do wzrostu informacji — więc do maenia entropii (wzrostu negentropii).

5. C y b e r n e t y k a — najstarsza i łącząca w sobie chyba największą liczbę elementów (przez co chyba najbardziej ogólna, a najmniej konkretna), mówi w zasadzie o powiązaniu informacji z jej wyznacznikami materialnymi i energetycznymi, o zamierzonych sposobach sterowania układem.

Tych 5 teorii ogólnych w dużej mierze się z sobą pokrywa, operuje tym samym zasobem pojęć podstawowych, w dużej mierze tymi samymi językami (z matematyką na czele), posługuje się sobą nawzajem i wobec tego pokrywa duże wspólne pole. Przez generację tego wspólnego pola powstanie — należy sądzić — w przyszłości jedna wspólna metateoria nauk (przynajmniej biologicznych).

Z przedstawionych przesłanek i teorii ogólnych wynika, że każdy poziom życia jest układem cybernetycznym, złożonym z materii i energii zorganizowanych przez informację, i mającym specyficzną pamięć. Jakie są podstawowe cechy układów żywych odróżniające je od układów nieożywionych? Wydaje się, że można je sprowadzić do pięciu podstawowych: 1) Układy żywe są układami otwartymi z wszystkimi konsekwencjami (dążenie do uporządkowania, stanu nierównowagi, wzrostu informacji, spadku entropii). 2) Układy żywe są układami nieciągłymi, bardzo złożonymi, prawdopodobnymi (tj. niejednoznacznie zdeterminowanymi), stochastycznymi, rządzoneymi prawami statystycznymi, kwantowymi i prawami katastrof elementarnych. 3) Układy żywe posiadają zdolność do samoregulacji i samoreprodukcji. 4) Układy żywe są układami teleonomicznymi, zorganizowanymi i sterowanymi celowościowo, przy tym plastycznymi, tj. potrafią osiągać „cel” różnymi drogami. 5) Układy żywe posiadają specyficzny rodzaj informacji i pamięci biologicznej oraz zdolność do ich generacji.

Jak wygląda hierarchia układów biologicznych, z którym jej poziomem możemy wiązać pojęcie „kultury”, które z podstawowych cech układów żywych są związane z „kulturą” i jak się zapatrujemy na to od strony molekularnej? Zasada hierarchii układów polega na tym, że układ wyższego rzędu jest zbudowany z elementów, którymi są układy niższego rzędu. Morfologiczna struktura hierarchii układów biologicznych jest więc oddolna. Jednakże właściwości układu nie są tylko sumą właściwości jego elementów składowych. Na każdym wyższym szczeblu następuje generacja informacji elementarnych + skokowe zwiększenie informacji, wynikające z ilościowej zmiany liczby elementów, która przekroczyła jakąś wartość graniczną, połączona z zasadniczą zmianą organizacji („katastrofa elementarna”). Zachodzi przy tym nie tylko skokowy, ilościowy wzrost informacji, ale pojawia się emergencyjnie nowy typ informacji, specyficzny dla danego szczebla. Spośród wymienionych pięciu podstawowych cech układów ży-



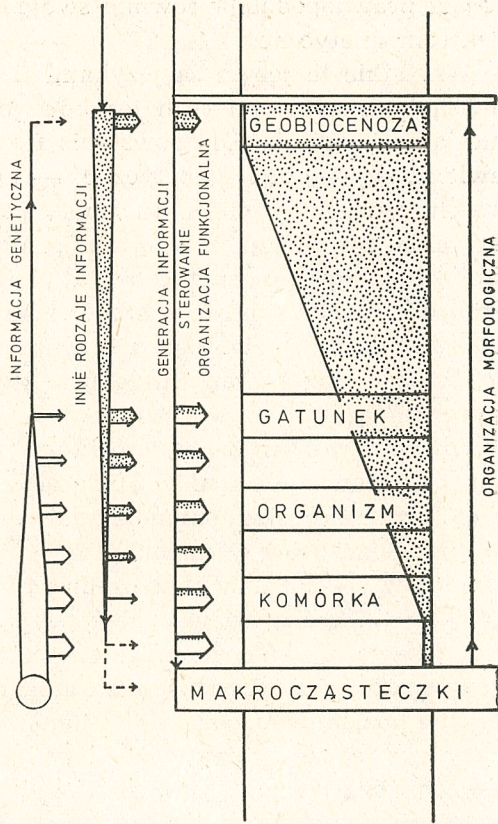
Rys. 2. Hierarchia układów biologicznych

wych, cecha ostatnia: specyficzna informacja i pamięć wydaje się istotna dla powstania biologicznego fenomenu kultury.

Układy żywe funkcjonują na zasadzie przepływu i integracji przeciwnych strumieni informacji. Informacja jest przechowywana w pamięci układu: każdy układ biologiczny ma pamięć. Informacja jest przekazywana odpowiednim językiem: każdy układ biologiczny dysponuje językiem, a raczej wieloma językami.

Jakiego rodzaju informacja, pamięć i języki funkcjonują na poszczególnych szczeblach układów biologicznych? Od dołu hierarchii układów, od wnętrza układów złożonych działa informacja genetyczna, molekularna, której nośnikiem są specyficzne makrocząsteczki, pamięć molekularna, język chemiczny. Od góry, z zewnątrz, od układów wyższego rzędu, od „środowiska” działa informacja — najogólniej — inna, niegenetyczna, zewnętrzna, pamięć — nie tylko molekularna, języki — różne.

Informacja genetyczna jest podstawą struktury morfologicznej układów żywych do szczebla organizmu. Zasadniczą rolę odgrywa na szczeblu komórki. Zakodowana jest w kwasach nukleinowych, przekazywana gene-



Rys. 3. Udział informacji genetycznej i nie-genetycznej w sterowaniu układu żywego na różnych szczeblach organizacji

tycznie, odczytywana i realizowana przez biosyntezę i następczą funkcję białek. Znajomość języków chemicznych funkcjonujących w układach żywych jest jeszcze bardzo ograniczona. Znamy dokładnie tylko język kwasów nukleinowych, którego sygnałami są trójki nukleotydów (zasad), tłumaczony na pierwszorzędową strukturę białka. Nie znamy języka białkowego, którego tajemnica tkwi w trzecio- i czwartorzędowej strukturze białka, a olbrzymia masa „wyrazów” życia, począwszy od szczebla komórkowego, a nawet subkomórkowego, bazuje na metabolizmie, katalizowanym i sterowanym przez białka-enzymy. Nie znamy języków chemicznych wyższych szczebli organizacji układów biologicznych, np. języka hormonalnego. Metabolizm, obok materialnej, ma również nierozdzielnie z nią związaną swoją stronę energetyczną. Stan życia związany jest z wykonywaniem pracy. Wiemy jeszcze bardzo mało na temat „języków” pracy. Podstawową formą energii układów żywych jest energia chemiczna, która operuje językiem molekularnym. Ale obok tej formy istnieje druga podstawowa i drugi język kodowany i odczytywany równocześnie — elektromagnetyczny. Nie wiemy o nim prawie nic. Zamiana energii chemicznej na inne formy energii i pracę w układzie żywym („dynamo Lipmanna”) łączy się z tłumaczeniem języka molekularnego (chemiczno - elektromagnetycznego) na inne języki,

mające prawdopodobnie również swoje komponenty chemiczne, a na pewno elektromagnetyczne.

Wszystkie te języki są językami fizykochemicznymi. Podstawową pamięcią tych szczebli i tych języków jest pamięć genetyczna, będąca pamięcią molekularną. Dla powstania fenomenu kultury konieczne było pojawienie się — obok genetycznej — innej informacji i innej formy jej przechowywania, pamięci. Ta „inna” pamięć służy do gromadzenia i przechowania informacji zewnętrznej. Możemy tu wyróżnić dwa rodzaje pamięci „innej” nie genetycznej: a) pamięć „programowana” — utrwalone, wrodzone zachowania się w środowisku — odruchy bezwarunkowe; b) pamięć „życiowa” — związana z uczeniem się, umożliwiającą elastyczną modyfikację funkcjonowania układu w otoczeniu. Możemy ją nazwać pamięcią rozumną.

Drugim ważnym aspektem, który należy uwzględnić w rozważaniach jest zróżnicowanie układów i wiążący się z tym charakter zachodzących w nich zmian. Poziom submolekularny i molekularny charakteryzuje jednolitość elementów i immanentność zjawisk fizykochemicznych. Poziom komórkowy — unifikacja struktur i funkcji. Poziom organizmalny i wyższe, które możemy nazwać populacyjnymi, cechuje zróżnicowanie, indywidualizacja, unikalność, niepowtarzalność — aspekt historyczny. Poziom organizmalny jest też poziomem zasadniczego przełomu emergencyjnego. Na tym poziomie dochodzi do zasadniczej generacji informacji genetycznej i zewnętrznej. Jest to najwyższy poziom układu, w którym informacja genetyczna przejawia się jeszcze w sposób bezpośredni. Równocześnie jest to poziom, od którego wzwyż zaczynają działać układy biologiczne niejednolite genetycznie — ekologiczne, socjalne. Od tego poziomu zaczyna się też zasadnicza emergency praw biologicznych: pojawiają się prawa socjalne. Nie ulega wątpliwości, że pojęcie kultury wiąże się z biologicznymi układami socjalnymi, a więc w tych układach jest wytworem tylko jednego gatunku biologicznego: człowieka — *Homo sapiens*.

Co wyróżnia biologicznie człowieka spośród innych gatunków? Biologia molekularna nie daje na to jednoznacznej odpowiedzi. Organizm człowieka nie różni się zasadniczo od innych ssaków. Skład i metabolizm są w zasadzie identyczne. Informacja genetyczna — ilościowo i jakościowo bardzo podobna. Ilość DNA w komórkach człowieka i innych zwierząt jest tego samego rzędu, u ryb dwudysznych jest nawet 10 do 20 razy większa. Informacja genetyczna jest niezwykle gęsta: ilość DNA wystarczająca do zaprogramowania całej populacji ludzkiej, żyjącej obecnie na kuli ziemskiej (4 miliardy) wynosi około 25 mg ($1 \text{ zygota} = 6 \div 7 \cdot 10^{-12} \text{ g DNA}$). Nie ma również zasadniczych różnic w ilości białek, ich składzie i ilości informacji zawartej w ich pierwszorzędowej strukturze. Nie można natomiast wykluczyć, że istotne różnice występują w budowie (strukturze trzecio- i czwartorzędowej) oraz funkcji, przynajmniej niektórych białek. 20 różnych aminokwasów może teoretycznie dać około 10^{300} różnych białek; jest

to liczba wielokrotnie większa od liczby wszystkich atomów w całej galaktyce. Jeżeli chodzi o kanały informacyjne — zmysły — to są one u różnych zwierząt o wiele doskonalsze niż u człowieka. Morświn dysponuje precyzyjną aparaturą hydrolokacyjną; nietoperze i mole — radarem na zasadzie echolokacji; pszczoła — aparaturą nawigacyjną, opartą na promieniowaniu słonecznym. Znane są fenomenalne wprost zdolności nawigacyjne ptaków i żółwi morskich, niektórych ryb (węgorze, łososie) i waleni. Wiele zwierząt „przeczuwa” trzęsienie ziemi. Ale zwierzęta tylko nieświadomie używają tych urządzeń — natomiast człowiek je poznaje i wyjaśnia ich działanie. Przystosowania innych organizmów do życia w otaczającym je środowisku, od strony czysto fizjologicznej, są lepsze niż człowieka. Wyraża się to nieraz znacznie bogatszym w możliwości metabolizmem, lepszymi symbiozami, np. w zakresie pobierania azotu. Spośród wszystkich układów żywych człowiek w tej chwili ma najwęższe granice fizjologiczne przystosowania. Jego informacja genetyczna w tym zakresie została bardzo silnie ograniczona. Możemy więc zaryzykować twierdzenie, że fizjologiczna informacja genetyczna człowieka jest uboższa niż innych ssaków.

Nie ulega wątpliwości, że zjawisko tego ograniczania fizjologicznej informacji genetycznej jest związane z procesem cefalizacji, rozwoju wyższego układu nerwowego, rozwoju socjalnego i biokulturowego. Ale procesów tych nie wyjaśnia ewolucja molekularna. Szybkość ewolucji na poziomie molekularnym w porównaniu do szczebla organizmalno-populacyjnego jest:

1) Jednostajna — specyficzna dla każdego białka, przy czym im białko jest nośnikiem ważniejszej informacji, tym wolniej ewoluuje. Jeżeli za jednostkę ewolucji przyjmujemy wymianę jednego aminokwasu w łańcuchu polipeptydowym, a jako wzorzec szybkości ewolucji przyjmujemy hemoglobinę ($Hb=1$), to szybkość ewolucji cytochromu C jest czterokrotnie mniejsza ($cyt C=0,25$), a fibrynopeptydów — czterokrotnie większa (fibrynopeptyd=4).

2) Bardzo duża i niezależna od zmian na szczeblu organizmalno-populacyjnym.

3) Przypadkowa.

Jednakże szybkość przemian linii filogenetycznej gatunku *Homo sapiens* jest bardzo duża — ale nie molekularna, tylko organizacyjna. Organizacja układu wyróżnia człowieka od innych układów żywych, a jej najwyraźniejszymi przejawami są rozum i mowa.

Cefalizacja człowieka przebiega w czasie według krzywej wykładniczej. Przez ostatnie około 5 milionów lat pojemność puszeki mózgowej człowieka wzrosła 4 - 5 razy, a powierzchnia kory mózgowej 20 - 25 razy. Rozwój człowieka jest ściśle ukierunkowany, sprzężony zwrotnie z bardzo intensywnym uczeniem się i samodoskonaleniem. U źródeł tego rozwoju, na odcinku krzywej, gdzie przybiera ona wyraźny charakter wykładniczy, leży zasadniczy skok informacyjny — emergencja: zdolność abstrakcyjnego

myślenia. Wiąże się z nim powstanie nowego jakościowo typu informacji w układach biologicznych — informacji bez nośnika materialno-energetycznego.

Z punktu widzenia ewolucyjnego, istotny dla tego typu skoku wydaje się poziom populacji. Człowiek swoje cechy charakterystyczne, odróżniające go od zwierząt, zawdzięcza oddziaływaniu środowiska społecznego. Kultura nie wiąże się z pojedynczym osobnikiem — człowiekiem. Nie wymaga też do powstania całego gatunku — populacji jednogatunkowej. Warunkiem koniecznym i dostatecznym, aby powstała kultura, jest grupa socjalna jednogatunkowa jako układ biologiczny. Informację genetyczną grupy socjalnej możemy uważać za sumę informacji genetycznej jej elementów — osobników. Informacja niegenetyczna grupy jest natomiast bez porównania obszerniejsza od sumy informacji osobników i będzie się kształtowała i rozwijała nadrzędnie, nie na podstawie informacji genetycznej, molekularnej. W grupie socjalnej powstaje nowy typ pamięci — pamięć społeczna, nauka, gromadzenie wiedzy, oraz właśnie kultura, którą możemy sobie umownie określić jako gromadzenie istotnych wartości. Zdolność myślenia abstrakcyjnego, zdolność tworzenia modeli, oceniania, wartościowania, a także świadomość czasu jako wymiaru rzeczywistości wydawała się do niedawna przywilejem tylko człowieka. Dziś wiemy, że i zwierzęta — przynajmniej niektóre — potrafią w jakimś stopniu myśleć i mówić, że mają swoje bogate języki, którymi mogą sobie przekazywać pojęcia niekiedy abstrakcyjne. Człowiek wypracował sposoby porozumiewania się ze zwierzętami: delfinami, małpami — i jeżeli małpa potrafi absolutnie jednoznacznie powiedzieć: „dziś rano byłam smutna i płakałam” — to zawarty w tym jest i zrozumiały dla niej, tak samo jak dla nas, element czasu i pojęcia abstrakcyjne. Ale to co rozumiemy pod pojęciem kultury i ewolucji biokulturowej wydaje się tylko domeną człowieka.

Czy istnieją molekularne postawy myślenia abstrakcyjnego? Czy mamy jakiegokolwiek dane dotyczące w ogóle molekularnych podstaw myślenia? Badania nad tymi sprawami są dopiero w powijakach. W tej chwili zastanawiamy się nad molekularnymi podstawami dwóch procesów bezpośrednio związanych z myśleniem, mianowicie uczenia się i pamięci. Wychodzimy z założenia, że funkcje przechowywania informacji (pamięci) i jej przetwarzania (myślenia) są z sobą w układach żywych ściśle powiązane. Czynność pamięci polega na nabywaniu, przechowywaniu i aktualizowaniu informacji. Jest to zachowanie informacji o sygnale (bodźcu) po ustąpieniu jego działania. Implikuje to z jednej strony materialne podłoże pamięci, z drugiej dwufazowość procesu: uczenie się i zapamiętywanie. Są to procesy od siebie niezależne, a ich mechanizmy są różne. Teoretyczną pojemność M_{\max} pamięci ludzkiej można obliczyć na kilka sposobów, na przykład:

1. Średni czas życia = 70 lat, czas czuwania (świadomości) = 16 h/dzień, średnia liczba możliwych do przyjęcia informacji = 100 bitów/s, M_{\max} = ok. 10^{11} bitów.

2. Założenie: pamięć jest zależna od liczby (i stanu) synaps. Liczba czynnych neuronów = ok. 10^{10} ; liczba czynnych synaps w neuronie = ok. 10^3 ; M_{\max} = ok. 10^{13} bitów.

3. Założenie: nośnikami pamięci są cząsteczki białka; mózg — złożony tylko z białek. Objętość mózgu = ok. 10^3 cm³; objętość 1 cząsteczki białka = ok. 10^{-18} cm³; M_{\max} = ok. 10^{21} bitów.

Można przyjąć wobec tego z dużym prawdopodobieństwem, że maksymalna pojemność pamięci człowieka waha się w granicach 10^{11} - 10^{21} bitów. Nawet jeśli przyjąć dolną granicę, jest to liczba olbrzymia bardzo daleka od pełnego wykorzystania, nawet u geniuszy.

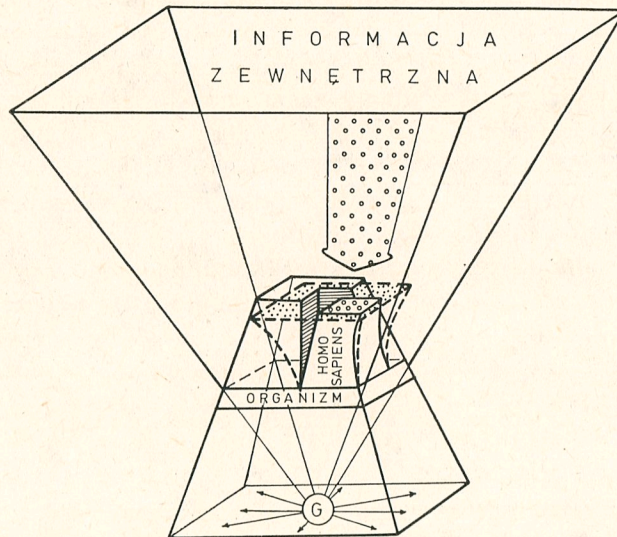
Co do mechanizmu pamięci, mamy dwie hipotezy. Pierwsza zakłada poziom subkomórkowy i nośniki chemiczne — specyficzne uszeregowanie elementów (nukleotydów lub raczej aminokwasów) w makromolekułach, które są nośnikami pamięci. Jest to hipoteza czysto molekularna. Druga zakłada poziom komórkowy generacji, kombinacji i określony stan obwodów (sieci) neuronalnych. Możemy ją określić jako hipotezę elektromagnetyczną opartą na nośnikach molekularnych. W każdym razie u podstaw obu rodzajów hipotez mamy zaczepienie molekularne. Zostało udowodnione, że z procesami uczenia się i pamięci, z procesami funkcjonowania centralnego układu nerwowego jest związana bardzo szybka przemiana kwasów nukleinowych i biosynteza białka, bardzo silna przemiana energetyczna, ogromne zapotrzebowanie na tlen.

Najprawdopodobniejsza wydaje się kombinacja obu typów działania, zaproponowana przez szwedzkiego neurofizjologa Holgera Hydena [1960, 1967]. Impuls elektryczny pojawiający się w neuronach (źródło i sposób powstania ciągle nieznane) powoduje raptowne uwolnienie specyficznych stymulatorów — amin biogennych. Działają one jako induktor operonu uruchamiającego syntezę specyficznego RNA i odpowiednich białek. Na podstawie tej hipotezy została stworzona przez Hechtera i Halkerstona [1964] hipoteza odczytywania zapisu informacyjnego (przypominania sobie). Zakłada ona analogię procesu do zjawisk immunologicznych, a więc tworzenia specyficznych „przeciwciał” komplementarnych do zakodowanego w neuronach białka. Pod wpływem bodźca zostaje uruchomiona w sieci neuronów gwałtowna reakcja immunologiczna, zapłon, „wybuch”, jakaś katastrofa elementarna, powodująca skokowe powstanie nowej sieci analogicznej do oryginalnego, pierwotnego engramu zapisu pamięciowego.

Jak przedstawia się problem ten w chwili obecnej? Wydaje się, że niewiele zmieniło się w stosunku do tego, co w roku 1974 powiedział Czesław Nowiński [1974]: „Nadzieje [ze badania nad ewolucją molekularną

pozwolą dokonać całkowitego przewrotu w naszych poglądach na mechanizm ewolucji — przyp. autora] są chyba przesadne, co nie zmienia faktu, iż badania nad ewolucją molekularną stanowią nową i cenną kartę w analizie procesów ewolucyjnych”.

W naszych zastanawianiu się nad poziomem, na którym w hierarchii układów żywych pojawia się fenomen kultury i na jakiej zasadzie on się tam pojawia, doszliśmy do wniosku, że zasadą tą jest skrzyżowanie się dwóch prądów informacji, płynących przeciwstawnie: prądu informacji genetycznej płynącej od dołu z prądem informacji, którą nazwaliśmy najogólniej zewnętrzną, a której częścią jest to, co nazywamy informacją kulturową. Ta zasadnicza generacja informacji, która doprowadziła do powstania fenomenu kultury zachodzi na szczeblu organizmu, a rozwija się na szczeblu socjalnym. Jeżeli całość informacji w układzie przyjmiemy za 100⁰0, to stwierdzimy, że w miarę posuwania się w górę drabiny hierarchii układów biologicznych proporcje ilościowe obu typów informacji zmieniają się: informacja genetyczna zajmuje coraz mniej miejsca, jej rola staje



Rys. 4. Schemat rozwoju ewolucyjnego człowieka pod działaniem informacji genetycznej (G) i informacji zewnętrznej

się coraz mniejsza, natomiast informacja „inna”, zewnętrzna, w tym także informacja kulturowa, zajmuje coraz więcej miejsca i gra coraz większą rolę (rys. 3). W wyniku generacji obu strumieni informacji i zasadniczego skoku emergency'ego, na szczeblu organizmu nastąpiło u człowieka zjawisko cefalizacji i pojawienie się zdolności abstrakcyjnego myślenia w niespotykanym w naturze wymiarze, które umożliwiło powstanie fenomenu kultury.

Jeżeli spróbujemy zagadnienie udziału i wpływu informacji na proces cefalizacji i rozwój kultury rozważyć nie tylko procentowo, ale w jakiś sposób ilościowo, to otrzymamy obraz przedstawiony na rysunku 4.

Blok informacji genetycznej, decydującej o morfologii i fizjologii układu, staje się coraz węższy na wyższych poziomach i zawężają się ramy, w których układ może funkcjonować bez udziału informacji zewnętrznej.

Na szczeblu organizmu nastąpiło u człowieka raptowne przyspieszenie ewolucji organizacyjnej i zwiększenie roli informacji zewnętrznej. W wyniku sprzężenia zwrotnego nastąpiło odszczepienie bloku ewolucyjnego człowieka od całości bloku ewolucyjnego układów żywych. Linia ewolucyjna człowieka odchyła się coraz szybciej od linii ewolucyjnej innych układów, człowiek przestaje być równocennym elementem układów ekologicznych. Równocześnie wpływ informacji zewnętrznej — w tym także kulturowej — na ewolucję człowieka rośnie w sposób bez porównania większy.

Człowiek z pozycji przedmiotu — elementu w układzie — zaczyna coraz bardziej stawać się podmiotem: czynnikiem decydującym o funkcjonowaniu układów ekologicznych, socjalnych, całej biogeocenozy. Przejawia się to w dającej się zaobserwować w ostatnim stuleciu eksplozji demograficznej i w coraz bardziej nasilającym się zaburzeniu naturalnej równowagi ekologicznej w skali całej biogeocenozy. Biogeocenoza jako układ naturalny znajduje się w stanie ogromnego zagrożenia: jej naturalna, wewnętrzna równowaga zbliża się szybko, na skutek działalności człowieka, do etapu katastrofy elementarnej. Etap ten nastąpi z chwilą, gdy szybko wzrastająca powierzchnia informacyjno-organizacyjna rozwoju człowieka zrówna się z taką samą powierzchnią całości biogeocenozy. W tym momencie zajdzie skok emergencyjny: układ rządzony nawet w części prawami kulturowymi, fizjologicznymi i ekologicznymi, przestnie istnieć. Powstanie układ w całości sterowany przez człowieka.

Miejmy nadzieję, że to będzie sterowanie globalne i mądre. Miejmy nadzieję, że spełni się wizja optymistów, którą wyraził Frołow [1975]: „Piękna i nieskończona przyszłość czeka człowieka i całą ludzkość, jeżeli zapanują i będą zawsze go prowadzić naprzód właściwe mu — rozum i humanizm. Zmieniają one, prawdopodobnie, spojrzenie człowieka na samego siebie, jak to już wielokrotnie miało miejsce dotąd. Przyroda osiągnęła w człowieku najwyższą złożoność budowy i regulacji materialnych procesów. Zrealizowała w nim unikalny model, w którym powiązane są organicznie procesy biologiczne i społeczne, materialne i duchowe. W ten sposób z wytworu przyrody przekształcił się on w jej badacza i coraz bardziej rozumnego i zręcznego manipulatora, zdającego sobie sprawę ze swej kosmicznej odpowiedzialności”.

Jedyną drogą do tego celu jest nauka i organizacja. Ale „nauka rodzi się z faktów, tak jak Afrodyta narodziła się z piany morskiej. Tylko gdy piany tej będzie zbyt wiele — istnieje obawa, że nie dostrzeżemy w niej pięknej bogini” [Bałandin 1976].

PIŚMIENNICTWO

1. Bałandin R. K., 1976, *Czas, ziemia, mózg*, Warszawa. ★ 2. Frołow I. T., 1975, *Progress nauki i budzący człowieka*, Moskwa. ★ 3. Hechter O., I.D.H. Halkerston, 1964, *On the nature of macromolecular coding in neuronal memory*, *Perspect. Biol. Med.*, 7, 183 - 198. ★ 4. Hydén H., 1960, *The Neuron*, [w:] *The Cell* (J. Brachet and A. Mirsky, eds.), 215 - 323, New York. ★ 5. Hydén H., 1967, *Biochemiska synpunktor på inlärning och minne*, *Nordisk Med.*, 7, 205 - 209. ★ 6. Hydén H. 1977, *The differentiation of brain cell protein, learning and memory*, *Biosystems*, 8, 213 - 218. ★ 7. Nowiński Cz., 1974, *Przedmowa* [w:] *Ewolucja Biologiczna* (Cz. Nowiński, red.), Wrocław. ★ 8. Quastler H., 1964, *The emergence of biological organization*, New Haven — London. ★ 9. Shannon C. E., 1948, *The mathematical theory of communication*, *Tech. J.* 27, 379. ★ 10. Urbanek A., 1973, *Rewolucja naukowa w biologii*, Warszawa.

BIOCULTURAL EVOLUTION AS SEEN IN THE LIGHT OF RESULTS
AND INTERPRETATIONS OF MOLECULAR BIOLOGY

by RYSZARD W. SCHRAMM

An opinion of a molecular and theoretical biologist on the problem of biocultural evolution of mankind is presented. Starting from the principal elementary theories as well as from the fundamental features of living systems, the hierarchy of biological systems and the role of different kinds of information in their formation are discussed. The biological phenomenon originates on the individual level, and only in the species *Homo sapiens* for the formation of the phenomenon a social group and level is necessary. From the molecular point of view, no basis exists for distinguishing Man from other species. The essential difference is connected with information and organisation of the system. The need for different kinds of information and the superior role of the outside information over the molecular, genetic, for the occurrence of the phenomenon of bioculture, are presented. This, together with the process of cephalization, accelerates enormously the evolution of the *Homo* species and has been the origin of bioculture as well as the cause of its evolution.