

# Szczepan W. Ślaga

---

## Dwie interpretacje genezy informacji biologicznej

---

Studia Philosophiae Christianae 31/1, 59-81

---

1995

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

SZCZEPAN W. ŚLAGA

## DWIE INTERPRETACJE GENEZY INFORMACJI BIOLOGICZNEJ\*

1. Wprowadzenie. 2. Natura informacji – informacja w naturze. 3. Powstanie informacji na etapie prebiotycznym. 3.1. Główne idee badań Eigena, Schustera i Küppersa. 3.2. Interpretacja fizykalistyczno-redukcyjna. 3.3. Interpretacja organizmalno-teleologiczna. 4. Próba oceny rozbieżnych stanowisk i możliwości ich unifikacji.

### 1. WPROWADZENIE

Podjmując rozważania wokół problemu genezy życia na Ziemi, pragnę wyjść od stwierdzenia uznanego powszechnie, iż wielki postęp w rozwoju niemal wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych dokonywał się pod przemożnym wpływem cybernetyki, teorii informacji i teorii systemów. Koncepcje te i wyłaniające się z nich wielorakie teorie i modele szczegółowe były stopniowo przejmowane i wykorzystywane w badaniach konkretnych problemów naukowych i technicznych. Mimo odrębnych początków i własnych dróg rozwojowych koncepcje cybernetyczne i systemowe nie są od siebie odizolowane, a wręcz dopełniają się we właściwych sobie aspektach. U ich podstaw leży przekonanie, iż wszelkie obiekty, procesy czy zjawiska są złożonymi strukturami, układami o określonym stopniu złożoności i uporządkowania, wykazującymi różnorakie powiązania wewnętrzne i zewnętrzne oraz zmieniającymi się w czasie. Do opisu układów czyli systemów wprowadzono szereg pojęć, m.in. struktury, całości, organizacji, komunikacji, sterowania, informacji, sprzężeń itp., które to pojęcia przez swój ogólny charakter i dostrzeżone analogie stały się pojęciami ogólnonaukowymi. Stąd nauki cybernetyczno-systemowe od samych początków wykazywały wyraźnie znamiona interdyscyplinarności. W swym rozwoju i licznych zastosowaniach wyodrębniły się takie dziedziny czy działy, jak: teoria grafów, sieci, gier, decyzji, matematyka relacyjna, teoria automatów

---

\* Tekst referatu wygłoszonego na Sympozjum *Informacja w nauce i filozofii* w ATK dnia 26.10.1994 r.

i maszyn matematycznych, teoria sterowania, symulacji, modelowania, analiza systemowa itp. i trudno dziś wskazać na ścisłą przynależność każdej z nich bądź do cybernetyki, bądź do ogólnej teorii systemów. Metody cybernetyczno-systemowe znalazły szerokie zastosowanie nie tylko w naukach technicznych i przyrodniczych, zwłaszcza biologicznych, ale także w ekonomice, zarządzaniu, prakseologii, psychologii, pedagogice, medycynie, lingwistyce itp.

Trzeba w tym miejscu podkreślić także wpływ odwrotny, tzn. wskazanych nauk na rozwój idei cybernetyczno-systemowych, a rola szczególnie przypada tu naukom biologicznym. Wszak cybernetyka, zajmująca się współdziałaniem człowieka z maszyną, wyrosła właśnie z dostrzeżenia szeregu analogii i podobieństw pomiędzy prawidłowościami funkcjonowania organizmów żywych i urządzeń technicznych.

Podobnie ogólna teoria systemów, za twórcę której uważa się L. von Bertalanffy'ego, sformułowana została właściwie na terenie biologii w trakcie poszukiwania zwartej koncepcji biologii teoretycznej, zmierzającej do poszukiwania praw rządzących obiektami i procesami życiowymi oraz do rozpatrywania organizmu w kategoriach złożoności, całościowości, hierarchicznego uorganizowania i dynamiczności. Ta „systemowa teoria organizmu”, jak określa ją Bertalanffy, stała się podstawą ogólnej teorii systemów jako niezależnej już od biologii konstrukcji teoretycznej, mającej charakter interdyscyplinarny. Jej metody i zasady pozwalają badać i wyjaśniać różne obiekty jako systemy, to znaczy jako uporządkowane zbiory elementów oddziałujących na siebie i będących całościami<sup>1</sup>. Do takich złożonych systemów materialnych należą w pierwszym rzędzie systemy żywe, stąd zrozumiałe, że wskazane idee cybernetyczno-systemowe niejako ponownie wracają na teren biologii, przyczyniając się do rozwiązywania problemów dotyczących struktur i procesów życiowych. Jednym z nich, niemal podstawowym, jest pytanie o genezę bioorganizacji.

## 2. NATURA INFORMACJI – INFORMACJA W NATURZE

Jednym z podstawowych pojęć, które łączą cybernetykę z różnymi kierunkami teorii systemów, jest niewątpliwie informacja. Jej istotę, jak się wydaje, pojąć można wówczas, gdy pominiemy nie tylko jej potoczne rozumienie, ale także znaczenie przyjęte w ramach wąsko rozumianej teorii informacji jako przekaz wiedzy od nadawcy do odbiorcy za pomocą określonego nośnika (sygnału).

<sup>1</sup> L. von Bertalanffy, *General system theory. Foundations, development, applications*, New York 1973, por. też S. Ziemia, W. Jarominek, R. Staniszewski, *Problemy teorii systemów*, Wrocław-Warszawa 1980, 17-25.

Rozwój teorii informacji od ujęć czysto ilościowych (syntaktyka informacji) powiązanych z teorią prawdopodobieństwa, do jej ujęcia pod kątem wartości (semantyka informacji) przyczynił się niewątpliwie do głębszego, choć zapewne nie całkowitego, zrozumienia natury informacji. Problem, jak się wydaje, polega na właściwym ustaleniu granicy pomiędzy płaszczyzną językową a rzeczywistością pozajęzykową, skoro w obydwu obszarach, choć odmiennie, przebiegają procesy informacyjne<sup>2</sup>.

Wskazano już, że wszelkie obiekty materialne to „złożoności zorganizowane”, systemy powiązanych ze sobą i oddziałujących na siebie elementów tworzących uporządkowaną i dynamiczną całość. Różnorakie relacje wewnątrzsystemowe i pomiędzy systemami, utrzymywanie określonej struktury, wielość procesów, funkcji i działań, wreszcie wszystkie zmiany determinowane są – obok tworzywa i zasilania – przez informację. Bez niej nie mogłyby się tworzyć ani utrzymywać w istnieniu i działaniu żadne struktury, nawet najprostsze. Jeżeli tylko istnieje uporządkowanie i organizacja, to istnieje także informacja. Jako czynnik organizacyjny o charakterze niematerialnym, informacja nie jest bezpośrednio poznawalna zmysłami, ale „ujawnia swoje istnienie i działanie poprzez organizację tworów fizycznych”<sup>3</sup>. Można więc powiedzieć, że informacja występuje nie tylko w systemach biologicznych i cybernetycznych, wykazujących procesy sterowania i łączności, ale we wszystkich układach materialnych jako ich własność podstawowa<sup>4</sup>. Decyduje ona o trwaniu danej struktury czy procesu, o sprawnym działaniu czy osiągnięciu celu.

W tym miejscu pragnę przywołać kilka myśli sformułowanych przez M. Lubańskiego, wskazujących na to, że informacja staje się pojęciem ogólnonaukowym i kategorią filozoficzną.

W prowadzonych przezeń analizach i rozważaniach filozoficznych związanych z pojęciem informacji i dziedzinami dotyczącymi jej zastosowań zauważa się mocne zakotwiczenie i odniesienie do rzeczywistości, przy jednoczesnym wykorzystaniu wyniku nauk empirycznych. Autor podkreśla, że pojęciu informacji przysługuje – obok fluktuacji – własność fizyczności (ontyczności) czyli odniesienie przedmiotowe, oraz dynamiczność oznaczająca połączenie informacji z procesem<sup>5</sup>. W ten sposób informacja, przez powiązanie

<sup>2</sup> Por. J. Buczkowska, *Funkcje znaku a przepływ informacji*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, pod red. M. Lubańskiego i Sz. W. Ślaga, Warszawa 1994, t. XIV, 80.

<sup>3</sup> M. Lubański, *Wiedza i etyka – dla ekorozwoju*, *Więś i Państwo*, nr 4 (1993) 135.

<sup>4</sup> M. Lubański, *Informacja – system*, w: M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*, Warszawa 1992, 97.

<sup>5</sup> Tamże, 72.

i wzajemne oddziaływanie z materią i energią, uważana jest za składnik samej rzeczywistości oraz jej opisu naukowego. Mimo ścisłego powiązania z różnymi w swej fizycznej naturze nośnikami a także z zasilaniem, informacja nie utożsamia się ani z materią (masą), ani z energią, a jest odrębnym, trzecim elementem struktury świata<sup>6</sup>.

Zgodnie ze współczesnym stanem wiedzy można przyjąć, że skoro w fizykalnym obrazie świata wyróżnia się materię i energię w stanach kwantowych, oraz informację, to narzuca się wprost pytanie o najprostszą jednostkę (kwant) tej ostatniej. Idąc za sugestiami T. Stoniera, analizującego rolę informacji w wewnętrznej strukturze rzeczywistości, Lubański taką hipotetyczną jednostkę informacji nazywa infonem<sup>7</sup>.

Infon to cząstka pozostająca w ruchu i zawierająca jedynie informację, pozbawiona masy i energii. Przyjmując, że infon jest fotonem o nieskończonej długości fali, oraz że foton jest infonem poruszającym się z prędkością światła, można przypuszczać, że przy prędkościach różnych od prędkości światła kwant energii przekształca się w kwant informacji, czyli w infon<sup>8</sup>. Cały więc świat fizyczny wypełniony jest infonami, czyli informacją. Wobec tego możemy powiedzieć, że do opisu i wyjaśnienia zjawisk zachodzących w świecie

---

<sup>6</sup> Tamże, 100. O informacji jako elemencie struktury rzeczywistości por. też M. Lubański *Zagadnienia antropologiczne w aspekcie systemowo-informacyjnym*, Roczniki Filoz., 29 (1981) 3, 10. W kontekście wyróżnionych trzech elementów struktury świata materialnego trudno zaakceptować twierdzenie J. Dołęgi, że przez naturę (obiektów nieożywionych) rozumie się sposób działania, chociaż można przyjąć, że to działanie determinowane jest przez informację. W odniesieniu do świata ożywionego autor ten w artykule *Problematyka informacji w ujęciu systemowym* (Studia Phil. Chr., 30, 1994, 2, s. 67) przejął definicję informacji biologicznej od A. Latawiec (*Koncepcja informacji biologicznej*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, Warszawa 1983, V, 151-259; ta sama: *Pojęcie funkcjonowania w świetle informacji biologicznej*, Studia Phil. Chr., 19, 1983, 1, 97-108). Autorka ta pojęcie informacji biologicznej wiąże ściśle z oddziaływaniem. Informacja biologiczna według niej to „każdy rodzaj oddziaływania (zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego) na organizm, przebiegający na dowolnym poziomie organizacyjnym, służący organizmowi do życia i przeżycia w warunkach aktualnych i przyszłych” (*Koncepcja*, s. 234). Mimo obszernych analiz i uzasadnień autorka w swej definicji, a w ślad za nią Dołęga, nie wyszli poza intuicyjno-potoczne rozumienie informacji, w którym czasem jedynie występuje proces oddziaływania. W tym procesie autorka uwypukla „wymuszanie” (tamże, s. 235), „akcję i reakcję” (tamże, s. 255), przez co, przecząc niejako swej definicji, pojęcie informacji łączy z jakimś rodzajem energii czy zasilania. Należałoby wobec tego informację utożsamić z energią, a w dalszej konsekwencji z masą. Tego rodzaju „monizm” pozostawałby jednak w rażącej sprzeczności z aktualnym stanem nauk przyrodniczych.

<sup>7</sup> *Wiedza i etyka – dla ekorozwoju*, 134.

<sup>8</sup> Tamże, 134-135; por. też jego *Autoreferat o heurystycznej roli analogii*, Studia Philos. Christ., 30 (1994) 1, 177-178.

fizycznym konieczne są trzy rodzaje cząstek: fermiony – cząstki materii, bozony – cząstki energii i infony – cząstki informacji. Te ostatnie organizują materię i energię w konkretne struktury i procesy.

Propozycje filozofii systemowej, uwzględniające wskazany aspekt informacyjny<sup>9</sup>, zmierzają do ujmowania całej rzeczywistości (utożsamianej ze światem czy wszechświatem) jako jednego wielkiego systemu i wielkiego procesu, ustawicznego stawania się. Jak fizyka bada przemiany w mikroświecie, a biologia procesy w biostrukturach, tak astronomia i kosmologia wskazują na procesy zachodzące w skali kosmicznej. Wszechświat, jaki dziś możemy obserwować, jest wynikiem ogromnego ciągu procesów zapoczątkowanych Wielkim Wybuchem. Nauki przyrodnicze uzasadniają taki model, w którym rzeczywistość (Wszechświat) ujmuje się jako jeden złożony proces, w którym uczestniczą hierarchicznie uporządkowane systemy dynamiczne, pozostające w różnorodnych relacjach wzajemnych. Prowadzi to do stworzonego dziś informacyjnego modelu Wszechświata. Wykorzystując wiedzę o informacji i termodynamikę statystyczną, oraz wynikające z nich twierdzenie, że tworzenie porządku z chaosu jest równoznaczne z procesem komunikacji czyli przekazywania informacji, Lubański formułuje tezę, że „Wszechświat jest światem nieustannego przekazywania informacji, a więc światem komunikacji, albo inaczej – światem informacyjnym”<sup>10</sup>. Tezie tej, wyrażającej istotę informacyjnego modelu Wszechświata, przypisuje walor ogólności z tego przede wszystkim powodu, iż wszędzie, gdzie jest masa i energia, tam mamy również do czynienia z informacją. Chociaż więc w odniesieniu do całego Wszechświata nie mamy tak silnych potwierdzeń co do jego charakteru systemowo-procesualnego, to jednak na zasadzie ekstrapolacji poznania zdobytego w dostępnej nam skali takie ujęcie wydaje się w pełni uprawnione.

### 3. POWSTANIE INFORMACJI NA ETAPIE PREBIOTYCZNYM

Niezależnie od tego, czy wyżej sformułowane tezy są już w pełni potwierdzone czy nie, faktem powszechnie przyjętym w biologii teoretycznej jest to, że obiekty żywe i zachodzące w nich i między nimi procesy są systemami i to szczególnego typu. Biolog ujmuje życie jako zespół własności przysługujących uporządkowanej strukturze zwanej systemem. Organizm jest systemem: a) otwartym (względnie odizolowanym) – wymienia energomaterię i informację z otoczeniem,

<sup>9</sup> M. Lubański, *Informacja – system*, 67.

<sup>10</sup> M. Lubański, *Wszechświat informacyjny*, w: *Jaki światopogląd odpowiada rzeczywistości*, pod red. J. J. Knappika, Katowice 1993, 81.

b) całościowym – elementy zespolone wewnętrznie tworzą jedność o strukturze hierarchicznej, c) informacyjnym – gromadzi, przetwarza i zużytkowuje informację, d) negentropijnym – dzięki procesom informacyjno-sterowniczym przeciwstawia się wzrostowi entropii, e) stacjonarnym – utrzymuje się jako całość w równowadze dynamicznej, f) ekwifinalnym – osiąga stan końcowy (homeostazę) na różnych drogach przy różnych warunkach początkowych, g) dynamicznym – dzięki mechanizmom wewnętrznej regulacji może działać i rozwijać się. Eliminowanie entropii czyli wzrost negentropii wiąże się ściśle ze wzrostem zasobu informacji. Odpowiedni zasób informacji wewnętrznej i jej pomnażanie stanowi istotną właściwość systemów żywych, które z tego względu nazywa się samoorganizującymi się<sup>11</sup>. Ich trwanie i przetrwanie (czyli samozachowanie) dokonuje się m.in. dzięki odnawianiu substratu materialnego struktury, przekształcaniu struktury (adaptacji) oraz dzięki samoodtwarzaniu i ewolucji.

Biosystemy stanowią klasę systemów o strukturze hierarchicznej ze zdolnością samozachowawczości, samoreprodukcji i samorozwoju. To ostatnie oznacza zdolność do rozbudowy własnej struktury za pomocą własnego substratu przy zużytkowaniu energii i informacji z otoczenia, co na poziomie molekularnym określa się mianem autokatalizy. Samorozwój to nie tylko odbudowa czy rozbudowa, ale także synteza własnej struktury, która w myśl praw termodynamiki procesów nieodwracalnych jest strukturą dysypatywną, tzn. taką, która może wytworzyć się i utrzymywać w stanach nierównowagowych poprzez dopływ i stałe rozpraszenie energii.

Samoorganizacja najprościej rozumiana jako rozwój integrujący układy mniejsze czy prostsze w większe całości obrazuje fakt niezwykle wysokiego skomplikowania a zarazem uporządkowania biosystemów. Wielość czynności w podsystemach tworzących system hierarchiczny podlega różnym mechanizmom regulującym, które decydują o scharmonizowaniu funkcjonowania całości w taki sposób, aby możliwa była realizacja określonych celów (rozwój, reprodukcja) wyznaczonych przez informację genetyczną<sup>12</sup>. Właściwie każdy system dynamiczny, wewnątrz którego zachodzą procesy regulacji aktywności podsystemów oraz rozwoju, jest zarazem systemem informacyjnym. Takimi są niewątpliwie systemy żywe, jedyne tego typu istniejące w przyrodzie.

<sup>11</sup> Por. Sz. W. Ślaga, *Życie – ewolucja*, w: M. Heller, M. Lubański, Sz. W. Ślaga *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki*, 321.

<sup>12</sup> Por. W. Kunicki-Goldfinger, *Podstawy biologii. Od bakterii do człowieka*, Warszawa 1978, 40; tenże, *Znikąd donikąd*, Warszawa 1993, 73-74, 127-128.

### 3.1. GŁÓWNE IDEE BADAŃ EIGENA, SCHUSTERA I KÜPPERSA

Podejmowane w ostatnich dziesiątkach lat próby naukowego wyjaśnienia genezy życia zaowocowały sformułowaniem licznych hipotez i modeli. Ich wielka różnorodność uwarunkowana jest m.in. charakterem wykorzystywanych metod, rodzajem modelowanych procesów cząstkowych, uwzględnianiem określonych warunków środowiska prebiotycznego i działających wtedy źródeł energii itd. Dziś nawet wytrawnemu badaczowi problemu abiogenezy trudno wskazać zarówno ilość, jak i adekwatne kryterium podziału tego typu modeli. Jedno pozostaje pewne, że mianowicie badania empiryczne i rozważania teoretyczne nad początkami życia postępują stale naprzód przynosząc coraz to nowe hipotezy.

Spośród tej wielości interesują nas w tym miejscu te modele, które z jednej strony ujmują problem abiogenezy bardziej globalnie, z drugiej – uwzględniają wskazany wcześniej aspekt systemowo-informacyjny jako najbardziej podstawowy.

Do tej grupy – jeżeli pominąć wcześniejszą teorię emergencji organizacji biologicznej Henry Quastlera<sup>13</sup> – należy przede wszystkim Manfreda Eigena model samoorganizacji materii, rozwijany także przez Petera Schustera, Bernd-Olafa Küppersa i innych.

Wprowadzone przez Eigena<sup>14</sup> pojęcie samoorganizowania się materii – jako warunek konieczny, choć nie wystarczający ewolucji – oznacza zdolność specyficznych form materialnych do powstawania samoreprodukujących się struktur, przy wystąpieniu określonych oddziaływań składników i przy zachowaniu odpowiednich warunków brzegowych<sup>15</sup>.

Zakładając, iż życie jest funkcją zorganizowanego systemu, złożonego ze związków organicznych, Eigen pojmuje powstanie życia jako proces rozwoju systemu samoorganizującego się, w którym to procesie tworzy się informacja o coraz większej wartości. Badacz ten śledzi hipotetyczne etapy ewolucji chemicznej i biochemicznej, w trakcie których przez wzajemne oddziaływanie związków organicznych i ich polimerów, głównie polipeptydów i polinukleotydów, dokonywała się samoorganizacja wielkocząsteczek biologicznych i układów samoodtwarzających się.

W swym fizykalno-informacyjnym modelu Eigen przyjmuje, że geneza samoorganizującego się systemu i mechanizmu samorep-

<sup>13</sup> H. Quastler, *The emergence of biological organization*, New Haven 1964.

<sup>14</sup> M. Eigen, *Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules*, *Naturwissenschaften* 58 (1971) 465-523; M. Eigen, P. Schuster, *The hypercycle. A principle of natural self-organization*, *Naturwissenschaften*, 64 (1977) 11, 541-565; 65 (1978) 1, 7-41; 65 (1978) 7, 341-369.

<sup>15</sup> M. Eigen, R. Winkler-Oswatitsch, *Gra. Prawa natury sterują przypadkiem*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1983, 173.



rodukcji może dokonywać się w trakcie procesów nieodwracalnych, w stanach dalekich od równowagi. Wykrzystuje tu, obok teorii informacji i teorii systemów, koncepcje Onsagera i termodynamikę procesów nieodwracalnych Prigogine'a pokazując, że połączenie reakcji autokatalitycznych z przemieszczaniem się substancji reagujących prowadzi poprzez rozpraszanie energii do powstania struktur dysypatywnych, które mogły stanowić ważny etap genezy samoorganizacji makromolekuł. Procesy te mogły zacząć się od zdarzeń przypadkowych, ale dalszy ich przebieg uwarunkowany był przez właściwości materii i przez zasób informacji zawartej w łączących się strukturach, głównie w białkach i kwasach nukleinowych. Dla odtwarzania organizujących się struktur konieczna była instrukcja (informacja) umożliwiająca wybór jednej możliwości spośród wielu stanów przypadkowych. Dzięki procesom konkurencji i selekcji wśród mieszaniny nośników informacji utrwalały się te instrukcje, które decydowały o charakterze powstających układów i możliwości ich replikacji. Możemy wobec tego powiedzieć, że pochodzenie życia jest właściwie równoznaczne genezie informacji lub dokładniej, genezie nośników programu instrukcyjno-informacyjnego.

W swych dociekaniach modelowych, uwzględniając systemy stochastyczne, a nie tylko deterministyczne, Eigen dochodzi do wniosku, że taki jedynie system może się utrwalić i odtwarzać, w którym szybkość tworzenia się nośników informacji przewyższa szybkość ich ubywania i w którym dokonuje się selekcja nośników (i ich mutantów) o wysokiej wartości selekcyjnej<sup>16</sup>. Teoretycznie kandydatami na tego rodzaju system mogą być zarówno białka, kwasy nukleinowe, jak i łącznie jedno i drugie.

A. Możliwości samoorganizacji ewolucji systemu złożonego z b i a l e k są ograniczone. Mimo znacznej pojemności informacyjnej, zdolności do katalizy i rozpoznawania specyficznych struktur, białka nie wykazują cech samoinstrukcji ani instrukcji komplementarnej, koniecznych do reprodukcji. Jeżeli łączą się w sieci katalityczne i w cykle sieci, to cykle te są linearne, a ich odgałęzienia utrudniają wzrost systemu. Zbyt niska wartość selekcyjna informacji zawartej w białkach nie daje możliwości kopiowania i utrwalania mutantów, a tym samym możliwości zachodzenia procesów doboru i ewolucji.

B. Samoorganizacja i ewolucja systemu złożonego z k w a s ó w n u k l e i n o w y c h może dokonywać się bądź przez samoinstrukcję bądź instrukcję komplementarną.

<sup>16</sup> Por. Sz. W. Ślaga, *Eigena fizyczny model ewolucji prebiotycznej*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody*, por red. K. Kłósaka, Warszawa 1979, III, 131.

W pierwszym przypadku zachodzi odtwarzanie kopii identycznych z matrycami, o długości łańcucha do 100 monomerów. Zagrozić tu może hydroliza lub odtwarzanie nieprzydatnych selekcyjnie łańcuchów monotonicznych. System złożony z kwasów nukleinowych, reprodukujący się na zasadzie samoprogramowania, czyli w procesie polimeryzacji instruowanej przez matryce nie będzie miał szans na dalszy wzrost samoorganizacji.

W drugim przypadku system nukleinowy może odtwarzać się na zasadzie instrukcji komplementarnej. Wówczas dokonuje się synteza zasad komplementarnych, matrycy i kopii, w procesie cyklicznym z monomerów mieszanych, a tym samym konkurujących ze sobą i podlegających selekcji. To mogłoby prowadzić do powstania kodu o wyższej wartości informacyjnej. Ale i w tym wypadku ograniczenia wynikają z niestabilności szybko tworzących się par zasad. Łańcuch helikoidalny polinukleotydów o ilości 30-100 monomerów mógłby być względnie stabilny i odtwarzać się bez nadmiaru kopii błędnych, jednakże jego zasób informacji jest zbyt mały dla dalszego wzrostu samoorganizacji systemu.

C. Samoorganizacja i ewolucja systemów złożonych z połączenia białek i kwasów nukleinowych, a więc współdziałanie nośników informacji z elementami funkcjonalnymi mogło doprowadzić do właściwych struktur biotycznych. Innymi słowy, połączenie instrukcji komplementarnej kwasów nukleinowych z autokatalitycznie funkcjonującymi cyklami białkowymi warunkuje powstanie nieliniowego, samoorganizującego się systemu makromolekularnego, samoreprodukującego się i ewoluującego<sup>17</sup>. W takim systemie kwasy nukleinowe poprzez instrukcję komplementarną są podstawą selektywnej samoreprodukcji i tworzenia się kodu, mimo niezbyt dużego zasobu informacji, białka zaś wskutek ogromnej różnorodności strukturalno-funkcjonalnej, specyficzności, zdolności rozpoznawania i łączenia nośników informacji, warunkują zachowanie autokatalityczne i selekcyjne. Tworzące się z komplementarnych zespołów nukleotydów hipercykle białkowo-nukleinowe wykazują zdolność do wzrostu autokatalitycznego, powiększania, a z tym do selekcyjnej przewagi nad innymi strukturami w otaczającym środowisku. Rozwój hipercyklu, zwiększanie stopnia wewnętrznej uorganizowania dokonuje się dzięki mutacyjnym zmianom nośników informacji przy względnej stabilności funkcjonowania całości. Powstanie i utrwalenie się hipercyklu białkowo-nukleinowego wraz

<sup>17</sup> Tamże, 135; por. K. Kłoskowski, *Hipercykl jako model abiogenezy*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, pod red. M. Lubańskiego i Sz. W. Ślaga, Warszawa 1985, VII, 257-280; tenże, *Koncepcja biogenezy Manfreda Eigena i Hansa Kuhna*, Zesz. Nauk. Wydz. Biol. Uniw. Gdańsk., Biologia, nr 7 (1987) 115-129.

z wytworzeniem się jednolitego systemu kodowania i mechanizmu translacji jest w rozumieniu Eigena równoznaczne z powstaniem życia.

Do współpracowników i kontynuatorów Eigena należą m.in. P. Schuster, W. G. Gardiner, K. Sigmund, R. Winkler-Oswatitsch<sup>18</sup>, B. O. Küppers. Temu ostatniemu poświęcimy więcej uwagi z tego względu, że zradykalizował niektóre tezy Eigena nadając im swoistą interpretację filozoficzną.

W swoich pracach<sup>19</sup> Küppers akcentuje w całej rozciągłości współczesny darwinizm, tzw. syntetyczną teorię ewolucji, a w jej ramach molekularną teorię ewolucji, w której centralne miejsce zajmuje pojęcie informacji biologicznej<sup>20</sup>. Główne cechy każdego organizmu jako systemu otwartego (metabolizm, samoreprodukcja, zmienność<sup>21</sup>), związane z jego złożonością, pozostają pod kontrolą informacji mającej swe źródło na poziomie makrocząsteczek biologicznych (białek i kwasów nukleinowych). Problem powstania systemu żywego autor uznaje – tak samo, jak Eigen – za równoznaczny z problemem powstania informacji biologicznej. Badacz ten zastanawia się nad możliwością bardziej precyzyjnego wyrażenia i zobiektywizowania pojęcia informacji biologicznej (o wymiarze przede wszystkim semantycznym). Powstanie życia czyli proces samoorganizacji biologicznej można od strony informacyjnej potraktować jako trzy kolejne fazy: a) faza powstawania informacji syntaktycznej – nieinstruowana synteza makromelekuł; b) faza powstawania informacji semantycznej – oparta na samoinstrukcji samoorganizacja i wytworzenie cyklu biosyntetycznego; c) faza

<sup>18</sup> P. Schuster, *Grundlagen der Selbstorganisation biologischer Makromoleküle, w: Diskredität und Stetigkeit von Lebensprozessen*, ed. E. Geissler et al., Berlin 1977, 47-61; tenże, *Prebiotic evolution*, w: *Biochemical evolution*, ed. H. Gutfreud, Cambridge 1981, 55-75; M. Eigen, W. G. Gardiner, P. Schuster, *Hypercycles and compartments*, J. Theoret. Biol., 85 (1980) 407-411; M. Eigen, W. G. Gardiner, P. Schuster, R. Winkler-Oswatitsch, *The origin of genetic information*, Sci. Amer., 244 (1981) 78-94; M. Eigen, P. Schuster, *Stages of emerging life – five principles of early organization*, J. Mol. Evol., 19 (1982) 54-60; M. Eigen, P. Schuster, K. Sigmund, R. Wolf, *Elementary step dynamics of catalytic hypercycles*, BioSystems, 13 (1980) 1-22.

<sup>19</sup> B. O. Küppers: *The general principle of selection and evolution at the molecular level*, Progress in Biophysics and Mol. Biol., nr 1 (1975) 1-22; tenże, *Towards an experimental analysis of molecular self-organization and precellular Darwinian evolution*, Naturwissenschaften, nr 5 (1979) 228-243; tenże, *Molecular theory of evolution. Outline of a physico-chemical theory of the origin of life*, Berlin-New York 1985; tenże, *Der Ursprung biologischer Information. Zur Naturphilosophie der Lebensentstehung*, München 1986 – w tłum. W. Ługowskiego: *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia*. Warszawa 1991; praca ta ukazała się też w przekładzie angielskim: *Information and the origin of life*, Cambridge Mass. 1990, MIT Press.

<sup>20</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 20-40.

<sup>21</sup> *Molecular theory of evolution*, 7-10.

ewolucyjnej optymalizacji informacji semantycznej – doskonalenie cyklu biosyntetycznego. Istotna tu faza druga prowadzi do wytworzenia złożonych struktur celowych i dynamicznie uporządkowanych, mających sens i znaczenie, tzn. pełniących określone dla i względem biosystemu funkcje – właśnie pod kontrolą informacji.

Problem powstania informacji biologicznej Küppers rozważa w taki sposób, iż analizuje najpierw trzy możliwe odpowiedzi na pytanie, jak powstała protoinformacja biologiczna (hipoteza przypadku, podejście teleologiczne, podejście molekularno-darwinowskie) a następnie charakteryzuje epistemologiczny status hipotezy przypadku i podejścia teleologicznego przy pomocy pojęcia ciągu losowego i fenomenologicznej koncepcji praw empirycznych. Dowodzi w ten sposób, iż „hipotezy przypadku z zasady nie sposób potwierdzić, podejścia teleologicznego natomiast nie sposób obalić”<sup>22</sup>. Pozostaje zatem możliwość trzecia: podejście molekularno-darwinowskie, rozwijane zarówno przez niego, jak przez M. Eigena, P. Schustera i innych, w myśl którego dobór naturalny działa już na poziomie molekularnym, a informacja biologiczna powstaje przez selektywną samoorganizację i ewolucję makromolekuł biologicznych.

### 3.2. INTERPRETACJA FIZYKALISTYCZNO-REDUKCJONISTYCZNA

Z wymienionych przez Küppersa trzech interpretacji genezy życia (genezy informacji biologicznej): hipotezy przypadku, podejścia teleologicznego i molekularno-darwinowskiego, pominiemy w tym miejscu pierwszą ze względu na istnienie obszernej literatury w tym zakresie<sup>23</sup>. Pozostałe dwie uważać trzeba za alternatywne: podejście darwinowsko-molekularne jest interpretacją fizykalistyczną i zarazem redukcjonistyczną, a interpretacja teleologiczna jest stanowiskiem wyraźnie antyredukcjonistycznym. Spór trwa nadal.

Nie ulega wątpliwości, że prace Eigena-Schustera i kontynuatorów stanowią ważki wkład zarówno w samą problematykę genezy życia, jak i szerzej, w proces teoretyzacji biologii. Proces ten, polegający m.in. na uściśleniu pojęć i twierdzeń biologicznych, dokonuje się w pierwszym rzędzie przez wykorzystanie aparatury pojęciowej

<sup>22</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 112.

<sup>23</sup> M. in. H. P. Yockey, *A calculation of the probability of spontaneous biogenesis by information theory*, J. Theoret. Biol., 67 (1977) 377-394; Wł. Kunicki-Goldfinger, *Dziedzictwo i przeszłość*, Warszawa 1976; tenże, *Szukanie możliwości. Ewolucja jako gra przypadków i ograniczeń*, Warszawa 1989; obszerną prezentację i ocenę hipotezy roli przypadku w genezie życia podaje K. Kloskowski w artykule *Przypadek jako czynnik abiogenezy*, Studia Philos. Chr., 21 (1985) 2, 39-78; por. też W. Krajewski, *Konieczność, przypadek, prawo statystyczne*, Warszawa 1977.

fizyki, chemii, matematyki. Niektórzy<sup>24</sup> nawet porównują prace Eigena do książki E. Schrödingera *What is Life* (Cambridge 1944), która tak wydatnie przyczyniła się do rozwoju biofizyki i biologii molekularnej.

Teoretyczno-matematyczne badania prowadzone przez Eigena i współpracowników nad problemem genezy życia mają charakter na wskroś przyrodniczy, niemniej jednak szereg ich wypowiedzi ma wyraźny podtekst czy wydźwięk natury filozoficznej<sup>25</sup>. Wprost piszą zresztą np. o determinizmie, prawach przyrody, o przypadku, celowości, istocie życia.

Podjmując na szeroką skalę analizy fizykochemiczne procesów doboru naturalnego i ewolucji, Eigen nie tylko zbudował pomost pomiędzy teorią Darwina a fizyką i chemią, ale nadto uściślone modele procesów selekcyjno-ewolucyjnych przeniósł z poziomu organizmalno-populacyjnego na poziom molekularnej ewolucji przedbiologicznej.

Teoretyzacja biologii poprzez jej fizykalizację, w tym przypadku przez analizy fizykochemiczne procesów rozwojowych na etapie prebiotycznym, prowadzi zwykle, chociaż nie automatycznie, do rozwiązań mechanistyczno-redukcyjnych. Aby przekonać się, czy w przypadku modelu samoorganizacji materii faktycznie ma to miejsce, należałoby upewnić się, czy do ujęć przedmiotowych dołączone są, choćby implicite, twierdzenia o roli, miejscu czy zwłaszcza wystarczalności praw fizyki i chemii do wyjaśnienia genezy nowego, biologicznego poziomu organizacji materii. Otóż w przypadku Eigena nie mamy co do tego wątpliwości. Przyjął mianowicie wyjaśnienie, że geneza samoreplikujących się hipercykli białkowo-nukleinowych jest możliwa zgodnie z prawami fizyki. Co więcej, na ogólniejsze pytanie, czy zjawisko życia może być wyjaśnione na podstawie współczesnych pojęć fizyki, Eigen udziela odpowiedzi pozytywnej. Podkreśla także, iż dla ugruntowania dzisiejszej biologii zbędna jest jakaś „nowa fizyka”. Eigen pisze, że „odpowiedź w takiej mierze, w jakiej można ją ogólnie wyrazić w jednej tezie, jest następująca: procesy i zjawiska biologiczne, które wystarczająco dobrze zbadano obecnie, nie dają żadnego powodu do twierdzenia, że fizyka w swej obecnej formie nie jest w stanie wyjaśnić je, chociaż – jak w przypadku zjawisk makroskopowych świata martwego –

<sup>24</sup> Tak czyni np. M. Wolkenstajn w przedmowie do rosyjskiego wydania pracy *Selforganization* pt. *Samoorganizacja i ewolucja biologicznych makromolekul*, tłum. W. Andrejew, Moskwa 1973.

<sup>25</sup> Fakt ten podkreśla W. Ługowski w artykule *Fizyko-chemiczna teoria powstania życia a paradoks rozwoju*, w: *Panta rei. Studia z filozofii marksistowskiej*, Wrocław-Warszawa 1985, t. I, 101.

szczegółowy opis posiada granice, uwarunkowane nie podstawowymi prawami, lecz złożonością zjawisk. Nie oznacza to bynajmniej, by w zjawiskach życiowych znane nam zasady fizyki nie mogły wystąpić w innej formie, właściwej tylko tym zjawiskom. Jako przykład można przede wszystkim wymienić – charakterystyczne dla teorii informacji i wywodzące się z fizyki – pojęcie wartości dominujące w optymalizującym procesie ewolucji, czyli że właściwy dla tego procesu uprzywilejowany kierunek w czasie jest zapoczątkowany i uwarunkowany kryteriami stabilności termodynamicznej teorii procesów nieodwracalnych i przekształca ewolucję w wydarzenie istotne »nieredukowalne«<sup>26</sup>. To twierdzenie redukcjonistyczne, zlagodzone nieco podkreśleniem faktu złożoności zjawisk biologicznych, wzmacnia jednak Eigen w dalszej części cytowanego fragmentu<sup>27</sup> wskazując, iż analiza szczegółowa mechanizmów samoreprodukcyjnych kwasów nukleinowych i białek nie daje żadnych podstaw dla tezy o istnieniu jakichkolwiek sił czy oddziaływań właściwych jedynie zjawiskom życiowym. „W końcu okazuje się – pisze Eigen<sup>28</sup> – że powstanie życia związane jest z pojawieniem się szeregu właściwości, które dają się jednoznacznie określić (uzasadnić) fizycznie”. Tak więc współczesna fizyka (i chemia) wystarcza całkowicie do opisu i wyjaśnienia zjawisk życiowych, w tym także procesów i mechanizmów prowadzących do powstania życia. Niżej wskażemy, czy tak sformułowana teza jest równoznaczna z negacją autonomiczności biologii.

Kontynuując tego rodzaju rozważania, Küppers formułuje główną tezę redukcjonistyczną jeszcze wyraziściej. Celem wykazania, iż dobór naturalny działa na poziomie molekularnym, i „daje się opisać w terminach zasad i praw fizycznych”<sup>29</sup>, autor ten polemizuje z tezami holistycznymi biologii organizmalnej i biologicznej teorii systemów, a następnie formułuje zasady redukcjonistycznego programu badawczego. Analiza przykładu kształtowania się allosterycznej regulacji aktywności enzymatycznej czy osiągnięcia równowagi chemicznej ma dowodzić, iż w ramach wskazanego programu można wyjaśniać zjawiska całościowe, emergencję czy makrodeterminację. W tym ujęciu dobór naturalny jest „fizykalnie uzasadnioną zasadą ekstremalną, która działa już w systemach nieożywionych, gdy tylko spełnione zostaną pewne wstępne warunki fizyczne”<sup>30</sup>. Skoro więc

<sup>26</sup> *Selforganization*, 520.

<sup>27</sup> Tamże, 521.

<sup>28</sup> Tamże, 521; por. też M. Eigen, *Stufen zum Leben. Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie*, München-Zürich 1992, 33-37.

<sup>29</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 113.

<sup>30</sup> Tamże, 179.

dobór stanowi zasadę możliwą do wyprowadzenia z własności fizycznych materii, może tłumaczyć powstawanie informacji semantycznej poprzez prawidłowości materii nieożywionej, a więc fizykochemicznie.

### 3.3. INTERPRETACJA ORGANIZMALNO-TELEOLOGICZNA

Główną tezę, pozostającą w opozycji do zarysowanego wyżej stanowiska redukcjonistycznego, sformułować można następująco: „informacja biologiczna powstała w wyniku działania specyficznych prawidłowości, które przekształcają materię nieożywioną w życie i których nie sposób sprowadzić do praw fizyki i chemii”<sup>31</sup>. Postawę taką nazywa Küppers podejściem teleologicznym, a jego krytyce poświęca znaczną część książki *Geneza informacji biologicznej*. W pracy tej wskazane podejście przypisuje przedstawicielom koncepcji (biologii) organizmalnej, w której uwypuklana bywa całościowość i jedność organizmu żywego, a w konsekwencji nieredukowalność biosystemów. Swoją krytykę antyredukcjonistycznych tez organizmalizmu kieruje Küppers pod adresem kilku badaczy, którzy z pozycji fizyki (mechaniki kwantowej) wykazują swoistość życia i autonomię praw biologii, m.in. N. Bohra, M. Polanyi’ego, E. Wignera i zwłaszcza W. Elsassera.

Polanyi w swych rozważaniach wykorzystywał analogię między organizmem i maszyną. Ich działanie można wyjaśnić przyjmując poziom opisu składników i poziom zasad konstrukcji (plan budowy, określone warunki brzegowe). Prawa fizykochemiczne wystarczają do opisu składników, nie wystarczają natomiast do zrozumienia funkcjonowania całości jako struktur celowo ukierunkowanych. To ostatnie uwarunkowane jest przez obecność informacji stanowiącej warunek brzegowy bioukładu względem działania praw przyrody nieożywionej<sup>32</sup>. W przypadku powstania życia, czyli powstania informacji biologicznej, a konkretnie np. utworzenia czy wyboru odpowiedniej sekwencji nukleotydów niosących informację determinującą budowę biosystemu, ten warunek brzegowy – według Polanyi’ego – decyduje o zasadniczej nieredukowalności biologii do fizyki.

W krytyce poglądów Elsassera podkreśla Küppers to, iż badacz ten, podobnie jak Polanyi, buduje swoje argumenty na gruncie fizyki równowagowej przyjmując jako przesłankę wyjściową tezę o istnieniu różnicy między materią nieożywioną i ożywioną. W konsek-

<sup>31</sup> Tamże, 15.

<sup>32</sup> M. Polanyi: *Personal knowledge*, London 1958; *Life transcending physics and chemistry*, Chemical and Eng. News., 45 (1967) 54-66; *Life irreducible structure*, Science, 160 (1968) 1308-1312.

wencji tej tezy przyjmuje także, że zjawiska życiowe rządzone są własnymi specyficznymi prawami, oraz że same prawa fizykochemiczne nie wystarczają do pełnego wyjaśnienia tych zjawisk. Systemy żywe dzięki swym dwóm immanentnym cechom, mianowicie niezwykle wysokiemu stopniowi strukturalnej kompleksowości oraz indywidualnej niepowtarzalności należą do klasy obiektów heterogenicznych, różnych od obiektów identycznych, tworzących klasy homogeniczne. Te ostatnie są przedmiotem opisu i wyjaśniania metamatycznie-fizycznego. Obiekty klasy heterogenicznej jako nieredukowalne podlegają wprawdzie prawom fizyki, w tym mechaniki kwantowej, ale nie sprowadzają się do nich bez reszty. Mechanika ta z zasady jest nieadekwatna do wyjaśnienia zjawisk życiowych.

Gdy idzie o powstanie obiektów heterogenicznych, wykazujących ową indywidualną niepowtarzalność i niezwykłą kompleksowość, to Elsasser przyjmuje swoisty, to znaczy nieredukowalny do praw fizyki i chemii, proces twórczy wyboru określonej, jednej z wielu koncepcji wiążącej się z wytworzeniem i utrzymywaniem informacji. Tę zdolność wybiórczą i zarazem kreatywną Elsasser nazywa prawem biotonicznym<sup>33</sup> lub selekcją twórczą<sup>34</sup>. Klasa praw biotonicznych jest całkowicie odrębna od fizyki, choć nie sprzeczna z jej prawami. Te ostatnie jako nieukierunkowane domagają się wyższej zasady regulacyjnej, która zapobiegałaby zbytniemu różnicowaniu w procesach wzrostu złożoności i reprodukcji.

Ze względu na wskazane skomplikowanie i indywidualizację systemów żywych główny wysiłek Küppersa zmierza do wykazania, że zastosowane w biologii metody fizykochemiczne wystarczają do wyjaśnienia zjawisk całościowości, a szczególnie emergencji i makrodeterminacji. Kontrargumentem wobec organizmalnej tezy o emergencji (całość jest czymś więcej, niż sumą części, czyli jest nieredukowalna do części) ma być przykład morfogenezy, ilustrowany fizykochemicznym wyjaśnianiem tworzenia się allosterycznej regulacji aktywności enzymatycznej. Podobnie wyjaśnia działanie oscylatora elektrycznego. Dla makrodeterminacji (całość determinuje zachowanie się części) wskazuje Küppers na przykład osiągania równowagi chemicznej. Przykłady więc mają dowodzić, iż emergencja i makrodeterminacja są zjawiskami powszechnymi w przyrodzie nieożywionej, a nie czymś specyficznym dla biosystemów. Tak oto lektura *Genezy informacji biologicznej* w sposób niezwykle sugestywny

<sup>33</sup> *The physical foundation of biology*, London 1958, 159; argumentację przedstawioną w tej pracy analizuje i ocenia B. A. Nawrockij, *Problema objaśnienia w nowoczesnej biologii*, Moskwa 1985, 84-88; por. też W. Elsasser, *Synopsis of organismic theory*, J. Theor. Biol., 7 (1964) 53-67.

<sup>34</sup> *Principles of a new biological theory: A summary*, J. Theor. Biol., 89 (1981) 138.



zmierza do wytworzenia przekonania, że wszelkie tezy i argumenty organizmalistów zostały rozwiane, a na placu boju pozostał jako jedyny redukcjonistyczny program badawczy, poza drobnymi szczegółami niemal już zrealizowany. Czy tak jest rzeczywiście?

#### 4. PRÓBA OCENY ROZBIEŻNYCH STANOWISK I MOŻLIWOŚCI ICH UNIFIKACJI

Przyznać trzeba, iż przedstawiona przez Küppersa próba – a do niej ograniczać się będą pewne uwagi krytyczno-oceniające – fizykalistycznej interpretacji powstania systemów żywych (informacji biologicznej) należy do jednej z nielicznych i w miarę wszechstronnie uzasadnionych w porównaniu do interpretacji tego rodzaju, mających za przedmiot nie genezę, ale strukturę i funkcjonowanie już istniejących organizmów żywych. Jedne i drugie należy jednak rozpatrywać na tle szerszego i mającego długą już historię problemu autonomiczności biologii i jej redukcji do fizyki i chemii. To znów stanowi część ogólniejszego zagadnienia redukowalności nauk w ramach fizykalizmu i tendencji do unifikacji nauk.

Pozostawiając na uboczu ewaluację historyczną dokonania obydwu tendencji empiryzmu logicznego, podkreślić trzeba, iż nadal użyteczne naukowo pozostaje rozróżnienie redukcjonizmu na wersję ontologiczną i językową. W wersji pierwszej formuluje się tezę, że „układy i procesy biotyczne są w zasadzie złożonymi fizykochemicznymi układami i procesami, do których odnoszą się prawa fizykochemiczne”<sup>35</sup>. W wersji drugiej, tzn. językowej (w trybie formalnym) teza redukcjonizmu głosi, że dany aspekt systemu opisywalny w terminach biologicznych daje się scharakteryzować za pomocą terminów słownika fizyki i chemii. Odróżnienie więc obiektów biotycznych od fizycznych uzależnione jest od aparatu pojęciowego danej nauki i jej specyficznego opisu. W biologii będzie to charakterystyka zjawisk poprzez terminy, zdania biologiczne. W tym kontekście tezę redukcjonizmu Z. Hajduk<sup>36</sup> formuluje następująco: „(M) każda sprawdzona teoria biologiczna B jest redukowalna do pewnej sprawdzonej teorii fizyko-chemicznej F w tym sensie, że (1) każdy termin teorii B jest definiowany bądź koekstensywnie charakteryzowany za pomocą terminów słownika teorii F oraz (2) każde zdanie teorii B jest wyprowadzalne z układu zdań teorii F”. Realizacja programu redukcjonistycznego, obok spełnienia odpowiednich warunków formalnych, logiczno-metodologicznych, zwłaszcza w przy-

<sup>35</sup> Z. Hajduk, *Redukcjonizm wobec zagadnienia autonomiczności biologii*, w: *Zarys filozofii przyrody ożywionej*, pod red. S. Mazierskiego, Lublin 1980, 188.

<sup>36</sup> Tamże, 189.

padku redukcji interdyscyplinarnej, wymaga uwzględnienia wielu innych spraw, m.in. a) ustalenia zasad tzw. mostowych, łączących teorie, b) liczenia się z faktem rozwoju nauki i określonej interpretacji tego rozwoju (ciągłość, kumulacja, skokowość), c) określenia charakteru logicznego różnych typów redukcji, d) ustalenia związku terminów teoretycznych biologii z terminami teoretycznymi fizyki i ewentualnie „przekładalności” takich terminów i twierdzeń bez zniekształcania ich pod względem treściowym itp.

W kontekście podanych uwag zaprezentowany przez Küppersa program globalnej redukowalności biologii do fizyki i chemii, nawiązujący *expressis verbis* do tradycyjnego fizykalizmu empirycystycznego, określa się dziś jako redukcjonizm statyczny i wąsko pojęty, a przy tym posługujący się symplisticznie całą różnorodnością i złożonością procedur metodologicznych.

Küppers formułuje radykalny program redukcjonistyczny deklarując się po stronie jego wersji wyłącznie metodologicznej. Jest to jednak tryb formalny pozorny, gdyż w rzeczywistości rozprawia się z jego wersją ontologiczną.

Wskazując na zasadniczy niedostatek argumentacji Polanyi'ego polegający na tym, że problem genezy informacji i uporządkowania rozwiązuje na gruncie termodynamiki równowagowej, Küppers przyznaje jednak rację temu myślicielowi odnośnie do trudności wiążących się z tezą o redukowalności warunków brzegowych biosystemów. Za słabiej uzasadnioną i mniej przez to przekonującą uważa argumentację Elsassera. Badaczowi temu zarzuca, że *a priori* zakłada istnienie odrębności i nieredukowalności obiektów klasy heterogenicznej (biosystemów) oraz to, że mechaniki kwantowej z zasady nie da się poszerzyć czy zmodyfikować tak, by swymi wyjaśnieniami objęła wskazane obiekty.

Zarzucając Elsasserowi akceptację istotnej różnicy między obiektami nieożywionymi i żywymi, Küppers jako założenie bez dowodu dla swego programu badawczego przyjmuje tezę ontologiczną głoszącą jedność przyrody nieożywionej i ożywionej i w konsekwencji ciągły (płynny) charakter przejścia od pierwszej do drugiej<sup>37</sup>. Teza taka jest wyraźnie niekonsystentna z deklaracją mówiącą, że w jego analizach nie pojawia się „jakikolwiek ślad ontologii redukcjonistycznej”<sup>38</sup>. Przeciwnie, widać wyraźnie, że wyjściowa teza ontologiczna jest bazą ujęcia metodologicznego, określanego raz jako uniwersalny program badawczy, bez żadnej alternatywy, innym razem jako możliwość fizykochemicznego wyjaśniania zjawisk biotycznych.

<sup>37</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 133, 137.

<sup>38</sup> Tamże, 116.

Przyjmując za Naglem rozumienie redukcji jako wyjaśniania, Küppers jakby zapomina, że pojęcia i wyrażenia biologii mają ustalone znaczenia przez jej własne reguły i zwyczaje językowe i nie zawsze (a przynajmniej niektóre) nie dają się wyeksplikować za pomocą terminów fizyki. W przypadku redukcji interdyscyplinarnej prawa biologiczne mają być logicznymi konsekwencjami postulatów teoretycznych fizyki, czyli prawa te w myśl reguł wnioskowania dedukcyjnego muszą występować w przesłankach. Jeżeli prawo biologiczne zawiera jakiś termin nie występujący w teorii fizycznej, trzeba dodatkowo, jak wskazano, określić i ustalić relacje (logiczne, konwencjonalne, materialne) między denotacją tego terminu a własnościami denotowanymi przez terminy teoretyczne fizyki<sup>39</sup>. Redukcję biologii do fizyki Küppers zwykle formułuje jako sprowadzanie własności obiektów czy procesów, nie zaś jako badanie konsekwencji logicznych ściśle sformułowanego systemu twierdzeń, co według Nagla<sup>40</sup> może „przekształcić problem wybitnie logiczny i empiryczny w beznadziejnie nierozstrzygnięty problem spekulatywny”.

Küppers utrzymuje, że gdyby w definiensie czy eksplanansie biosystemu występowało choćby jedno pojęcie specyficzne dla życia, a tym samym nieredukowalne, rezultat redukcji byłby po prostu tautologią<sup>41</sup>. Stąd z pozycji redukcjonizmu definicja życia z zasady nie może być kompletna. Świadomy tego, nie dopuszcza jednak opcji alternatywnej względem swego programu. Stanowisko takie można za M. Grene<sup>42</sup> określić jako „jednopoziomowa logika wyjaśniania” (*one-level logic of explanation*). Autorka ta podkreśla, iż redukcjonizm mimo pewnych błyskotliwych sukcesów jest w istocie niespójny z tego względu, że w teorii biologicznej niezbędny jest zespół specyficznych pojęć określających bioorganizację i wymagających „nie-unitarnej logiki”. Taką procedurę, która rości sobie pretensje do zrozumienia przedmiotu w terminach słownika prostszego i węższego, niż rzeczywiście jest konieczny do takiego zrozumienia, Grene<sup>43</sup> w ślad za Polanyi’em (1958) nazywa błędem pseudosubstytucji.

W kontekście zarysowanych tu i nadal toczących się sporów między redukcjonistyczną i organizmalną interpretacją istoty i genezy życia wypada na zakończenie zwrócić uwagę na trzy ważne kwestie.

<sup>39</sup> Por. E. Nagel, *Struktura nauki*, Warszawa 1970, 307-308.

<sup>40</sup> Tamże, 317.

<sup>41</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 138.

<sup>42</sup> *The understanding of nature. Essays in the philosophy of biology*, (Boston St. Phil. Sci. XXIII), Dordrecht 1974, 147.

<sup>43</sup> Tamże, 148.

Pierwszą jest sprawa roli i korzyści z realizacji programu redukcjonizmu. Wielu biologów i filozofów przyznaje, że redukcja uwieńczona powodzeniem odgrywa doniosłą rolę w postępie wiedzy. Widać to w przypadku faktycznie dokonanej redukcji pewnych pojęć w biologii (zwłaszcza w genetyce) i nielicznych twierdzeń pewnych teorii, co faktycznie przyczynia się do wzmocnienia procedur sprawdzania i wyjaśniania. Korzyści te są uzależnione od wielu czynników, m.in. od stanu rozwoju danej dziedziny czy konkretnej teorii, od możliwości zużytkowania teorii ogólniejszej i bardziej wyspecjalizowanej, od wartości heurystycznej teorii redukującej dla dalszych badań. Podając przykład botaniki, Nagel stwierdza, że obecnie nauka ta niewiele korzysta z fizykochemicznej teorii życia, sama może rozwiązywać problemy metodami czy teoriami sformułowanymi dla jej własnego przedmiotu<sup>44</sup>. W podobnym tonie utrzymana jest wypowiedź Hajduka: „W dzisiejszym stadium rozwoju biologii teoria genów może być cenniejszym narzędziem badawczym dziedziczności, niż aktualna teoria kwantów”<sup>45</sup>. Sam Küppers zresztą, dostrzegając pewną wartość heurystyczną rozwiązań holistycznych, wskazuje na pewne ograniczenia (według niego nie są one natury zasadniczej) redukcji, wynikające ze złożoności zjawisk biotycznych i z faktu, że prawa fizyki przejawiają się w biosystemach w specyficznej formie<sup>46</sup>. Stwierdza też, że program redukcjonistyczny pozostawia otwarte pytanie, czy w ogóle możliwe jest osiągnięcie pełnego wyjaśnienia przyrody.

Druga sprawa to problem niepredyktywności teorii biologicznych. W tym zakresie rozważania Küppersa dotyczące struktury wyjaśniania w koncepcji molekularno-darwinowskiej nie ujawniają szczególnej oryginalności. Jego zdaniem wyjaśnianie to, mimo zgodności z modelem wyjaśniania dedukcyjno-nomologicznego, ujawnia pewne osobliwości, wynikające m.in. z faktu, iż w procesie samoorganizacji prawa fizykochemiczne „w specyficzny sposób przekształcają swe początkowo niespecyficzne warunki brzegowe”<sup>47</sup>. W konsekwencji wyjaśnianie ewolucyjne pociąga za sobą ograniczenie możliwości prognozowania, a więc załamanie symetrii teorii (strukturalnej identyczności) dotyczącej funkcji wyjaśniania i przewidywania. Mimo to przyznaje, iż genetyka i syntetyczna teoria ewolucji zawierają pewne prognozy, które zostały lub mogą być potwierdzone.

Przewidywania w biologii, jak i w innych naukach, zależne od stopnia rozwoju i precyzji danej teorii oraz od ścisłości zdań

<sup>44</sup> E. Nagel, dz. cyt., 315.

<sup>45</sup> Z. Hajduk, *Wyjaśniająca funkcja redukcji*, Roczn. Filoz., 19 (1971) 3, 67.

<sup>46</sup> *Geneza informacji biologicznej*, 133.

<sup>47</sup> Tamże, 167.

empirycznych, mają charakter głównie, choć nie wyłącznie, statystyczny, pozwalają na predykcję i retrodykcję np. rozkładu prawdopodobieństwa pewnych zdarzeń w danym zbiorze stanów<sup>48</sup>. Widoczne jest to zwłaszcza w genetyce, fizjologii, paleontologii. Występuje także w teorii ewolucji, wbrew powtarzanej za M. Scrivenem (1959) opinii, że ma ona charakter niepredyktywny. Mimo zmienności biosystemów i dokonujących się w nich procesów ustalone są wielorakie prawidłowości, a na ich podstawie wysuwane są przewidywania podlegające testowaniu. Ten fakt decyduje, analogicznie jak w fizyce, o naukowości teorii biologicznych.

Sprawa trzecia dotyczy centralnego w rozważanych sporach redukcjonizmu z organizmalistami zagadnienia autonomiczności. Obok wyekspozowanego już aspektu metodologicznego stawia się pytanie raz o autonomię od strony materialno-przedmiotowej, mianowicie o swoistość biosystemów, funkcji życiowych czy praw życia, innym razem o autonomię biologii jako nauki i perspektywę wchłonięcia jej w ramy fizyki.

Mówiąc o redukcjonizmie jako mechanicyzmie zreinterpretowanym, Hempel wskazuje na aktualne trudności ustalenia kryterium jednoznacznej przynależności istniejących w nauce terminów do słownictwa jednej dyscypliny i stąd postuluje, by redukcjonizm traktować nie jako teorię procesów biologicznych, ale zasadę heurystyczną ich badania<sup>49</sup>. Wysuwa zastrzeżenia wobec poglądu, że dalsze badania zredukują ostatecznie biologię do fizyki i chemii. Mówiąc o redukcji teorii biologicznej do fizycznej, należy mieć na uwadze określony typ redukcji, a przynajmniej rozróżnienie w sposób wyraźny tego, czy chodzi o wyjaśnienie procesów życiowych bez odwoływania się do czynników witalnych, czy też o to, czy teorie biologiczne są logicznie implikowane przez teorie fizyki. Według F. Ayali forma umiarkowana redukcjonizmu metodologicznego, możliwa do przyjęcia, wyraża się w tym, że najlepszą strategią badania jest wykorzystywanie na przemian analizy i syntezy. Tezę taką wspiera zarówno redukcjonizm epistemologiczny, uznający wartość heurystyczną procedur nieredukcjonistycznych, jak i organizmalizm wskazujący na to, że istoty żywe winny być badane na wszystkich poziomach organizacji. Stąd całkowita redukcja epistemologiczna biologii do fizyki, chociaż według niektórych opiera się na przekona-

---

<sup>48</sup> Por. Z. Hajduk, *Redukcjonizm wobec zagadnienia autonomiczności biologii*, 199-200.

<sup>49</sup> C. G. Hempel, *Podstawy nauk przyrodniczych*, tłum. B. Stanosz, Warszawa 1968, 155-156.

niu o redukcjonizmie ontologicznym, jest według zdania Ayali<sup>50</sup> mało prawdopodobna, mimo że na obecnym etapie rozwoju nauki pozostaje nadal celem badania naukowego.

Wprowadzając nazwę redukcjonizmu niemechanistycznego, W. Krajewski podkreśla, że redukcja teorii biologicznych do fizycznych nie prowadzi do negacji swoistości tych pierwszych i do eliminacji pojęć, metod i praw biologicznych<sup>51</sup>. Niezależnie od sukcesów badań fizykochemicznych biologia winna nadal łączyć – choćby ze względów pragmatycznych – metody redukcyjne i swoiście biologiczne (np. teleonomiczne). Świat żywy ma strukturę hierarchiczną, wielo-poziomową i badania na jednym poziomie, choćby najbardziej podstawowym, nie rozwiążą wszystkich problemów biologicznych, zwłaszcza głównego pytania o istotę życia<sup>52</sup>. Jest to wyraźna opcja na rzecz podejścia kompozycjonistycznego w biologii.

Niezależnie od przyszłych losów biologii jako samoistnej nauki – na nieco inny aspekt redukcji za W. Sellarsem zwraca uwagę Hajduk<sup>53</sup>, podkreśla mianowicie, że przy dokonywaniu redukcji określonej teorii zachowana zostaje jej odrębność na poziomie empirycznym. W takim przypadku biologia, choćby nawet w przyszłości stała się częścią zunifikowanej „fizykobiologii”, będzie użytkować nadal odrębne techniki badawcze i definicyjne. Ponadto analiza współczesnej praktyki badawczej wyraźnie potwierdza istnienie na terenie biologii dualizmu metod redukcyjnych i swoiście biologicznych, a tym samym pewnej metodologii kompozycjonistycznej. W zależności od charakteru obiektu badanego, jego miejsca na określonym szczeblu hierarchii poziomów organizacyjnych dokonuje się w biologii wyboru odpowiedniej strategii metodologicznej<sup>54</sup>,

<sup>50</sup> F. Ayala, *Biological reductionism. The problems and some answers*, w: *Self-organizing systems. The emergence of order*, ed. by F. E. Yates et al, New York-London 1987. Autor ten utrzymuje, że „The factual reduction of biology to the physical science is made contingent upon further progress in the biological or physical science or both. This moderate form of epistemological reductionism is often based on convictions about ontological reductionism. It is generally accepted by biologist that living beings are exhaustively made up of physical components. It does not follow, however, that organisms are *nothing but* physical systems. Ontological reductionism does not entail epistemological reductionism. From the fact that organisms are exhaustively composed of atoms and molecules, it does not logically follow that the behavior of organisms can be exhaustively explained by the laws advanced to explain the behavior of atoms and molecules” (s. 323).

<sup>51</sup> W. Krajewski, *Mechanicyzm i redukcjonizm*, w: *Z dziejów mechaniczmu w fizyce i chemii*, pod red. W. Krajewskiego, Wrocław-Warszawa 1974, 23-24.

<sup>52</sup> Tamże, 24; tenże, *Czy biologia da się zredukować do fizyki i chemii?*, *Człowiek i Światopogląd*, nr 6 (1974) 105-107.

<sup>53</sup> *Wyjaśniająca funkcja redukcji*, 67, przyp. 23.

<sup>54</sup> O tym traktuje szeroko praca J. A. Stuchlińskiego *Problemy wyboru strategii metodologicznej w biologii współczesnej*, Warszawa 1979.

to znaczy takiej, która gwarantuje najwyższą efektywność gromadzenia danych dla celów wyjaśniania teoretycznego. Przy tym wskazanego dualizmu metodologicznego nie traktuje się antagonistycznie, lecz w sensie wzajemnego dopełniania się. Aktualnie tendencje integratywno-kompozycjonistyczne przybierają bardziej ugodową postawę komplementarnego wyjaśniania zjawisk życiowych poprzez stosowanie metod analitycznych obok całościowo-systemowych. Wybór jest rzeczą taktyki. Nie co innego miał na myśli znany ze swych poglądów redukcjonistycznych F. Crick<sup>55</sup>, gdy pisał, że taktyka dyktuje to, że jeden bada organizm jako całość, inny dzieli go na części i bada te części; postęp w biologii wynika właśnie z kombinacji obydwu typów podejścia.

Rozważane tu powstanie życia jako tworzenie się nośników informacji i samej informacji dokonywało się głównie na poziomie molekularnym i stąd wybór strategii fizykochemicznej narzucał się niemal automatycznie. Dla Küppersa powstanie życia (informacji biologicznej) oznacza proces samoorganizacji, zachodzący według praw fizyki i chemii i nieunikniony, przy spełnieniu określonych warunków. Wskazując na procesy fizykochemiczne jako warunek konieczny genezy informacji – przy odrzuceniu wpływu zdarzeń przypadkowych – nadal pozostaje pytanie, czy jest to zarazem warunek wystarczający powstania życia.

## TWO INTERPRETATIONS OF THE ORIGIN OF BIOLOGICAL INFORMATION

### Summary

The paper is aimed to be a contribution to widely discussed problem of interpretation of the origin of life.

From biological point of view the life seems to be a set of features that belong to organized structure called system. Among others the main property of these systems is appropriate quantity of information, and therefore biological systems are self-organizing ones. These systems are also open, negentropic and dynamic. They display hierarchical structures with ability to self-maintenance, self-reproduction, and self-development.

According to Lubański's opinion an information here is understood as a third – beside matter and energy – element of the structure of the world. In the living systems information plays an important and special role. The emergence of life as an origin of self-organizing system and self-reproductive mechanism is thereof a process of formation of information with increasing value. Manfred Eigen and Bernd-Olaf Küppers hold the origin of biological information is synonymous to the origin of life itself.

From three interpretations of the origin of biological information – as was formulated by Küppers – the author chose and analyzed two opposite views, namely

<sup>55</sup> F. Crick, *Of molecules and men*, Seattle and London 1966, 12-13.

teleological approach, and Darwinian-molecular one. Whereas the latter is a physico-reductionist interpretation, the former is an antireductionist one. Küppers assumes that selection is a principle deducible from physical properties of matter and therefore it may explain the origin of semantic information throughout the laws of inanimate nature, and thus physico-chemically.

Main effort made by Niels Bohr, Michael Polanyi, Eugene Wigner, and Walter Elsasser to demonstrate the peculiarity of living beings and the autonomy of biology was not impaired by the criticism of Küppers.

The author substantiates the statement that physical laws are not sufficient to understand a structural wholeness with goal-directed functions. Biological systems show unique individuality and extraordinary complexity, and hence they belong to an irreducible class of heterogenic objects. Though Küppers propagates reductionism as a methodological program, it is teleological reductionism in fact. Ontological assumption accepted without proof proclaiming the unity of inanimate and living nature, and consistently, the continuous transition from one to another, remains still to be proved. His reductive approach is estimated to be static, narrow and simplifying all the complexity of methodological procedures of explanation in biology. Radically reductionistic program seems to be nothing else than „one-level logic of explanation”, as said Marjorie Grene. The problem of the origin of life (of biological information) needs a set of specific notions and non-unitary logic.