

STANISŁAW ZIĘBA  
Lublin

## NATURA ŻYCIA W ASPEKCIE ORGANIZACJI

Pytanie, co to jest życie, nurtuje nas od wielu stuleci. Jest ono dominujące w naszej cywilizacji – od starożytnej Grecji do współczesności. Interesuje nas dziś to co i Arystotelesa, a mianowicie: czym się różni ręka żywa od ręki z brązu. Ta różnica rzutuje bowiem na przyjęcie lub odrzucenie autonomiczności rzeczywistości biotycznej względem abiotycznej. Grecy, szukając odpowiedzi, wytyczyli drogi, po których myśl ludzka kroczy właściwie do dzisiaj: atomizm–redukcjonizm, finalność–witalizm, przypadek–konieczność. Mechanicyzm (neomechanicyzm), holizm, finalizm, przypadek, determinizm i indeterminizm – oto główne filary współczesnych teorii życia. Poruszamy się między koncepcjami, z których żadna nie uzyskała powszechnej akceptacji, i to zarówno na poziomie nauk przyrodniczych, jak i refleksji filozoficznej<sup>1</sup>.

Czy jesteśmy skazani na różnorodność? Dlaczego od strony epistemologiczno-metodologicznej nie możemy przyjąć jednej definicji życia? Dlaczego nie zaakceptujemy jednolitej strategii badawczej układów żywych? Czy jesteśmy zdolni do ukształtowania jednolitego obrazu przyrody? Gdzie tkwi przeszkoda w odkryciu algorytmów organizacyjnych układów żywych? Dlaczego nie możemy się zdobyć na postawienie znaku równości między układami

---

<sup>1</sup> Należy się zastanowić, gdzie tkwi przyczyna różnorodności koncepcji na poziomie nauk przyrodniczych i filozofii – nie tylko przecież w niepełnych danych empirycznych, ale również w samych koncepcjach przyrodoznawstwa i w nurtach filozoficznych. Różne koncepcje wpływają nie tylko z wieloaspektowości rzeczywistości biotycznej, ale także z nie do końca poznanych procesów fizjologicznych i różnych filozoficznych wizji rzeczywistości. Synteza poglądów na naturę życia zawiera się w pracach: François D u c h e s n e a u, *Philosophie de la biologie*, Paris 1997; Edgar M o r i n, *La méthode*, t. 1: *La nature de la nature*, Paris 1977; t. 2: *La vie de la vie*, Paris 1980; t. 3: *La connaissance de la connaissance*, Paris 1986; t. 4: *Les idées. Leur habitat, leur vie, leurs moeurs, leur organisation*, Paris 1991.

biotycznymi i abiotycznymi? Jak dalece uniwersum biologiczne jest odrębne od fizycznego?

Nie odpowiemy na wszystkie te pytania. Chcemy tylko zasygnalizować niektóre uwarunkowania w rozwiązywaniu tych kwestii. Dokonamy tego na dwóch płaszczyznach: metodologicznej i przedmiotowej.

### I. TRUDNOŚCI W WYBORZE STRATEGII BADAWCZEJ UKŁADÓW ŻYWYCH

Badacz natury życia jest zdany na wybór pomiędzy strategią analityczności a strategią całościowości, pomiędzy dekompozycjonizmem a kompozycjonizmem, elementem a całością. Dziś podejmuje się też próby budowy strategii komplementarnej (kompozycjonizm)<sup>2</sup>. Nie wchodząc w szczegóły, wskażmy, od czego zależy wybór jednej z tych opcji. Prosta odpowiedź powinna brzmieć: od przyjętej koncepcji nauki (kanonów nauki, wyboru paradygmatu). Ale ów wybór nie jest prosty. Dyktuje go kontekst odkrycia i usprawiedliwienia, a te czynniki są wtopione w kontekst kulturowy. Zgodzimy się, że nie

---

<sup>2</sup> Aby nie zejść na pozycje czystego redukcjonizmu (epistemologicznego, metodologicznego, ontologicznego) ani na pozycje mechanicyzmu, badacze podejmują próby harmonizacji różnych tendencji, np. fizykalizmu z biologizmem, mechanicyzmu z witalizmem. Dla Nielsa Bohra („Nature”, 1933, nr 131, s. 421-423, 457-459; *Atomic Physics and the Description of Nature*, Cambridge 1934; *Fizyka atomowa a wiedza ludzka*, Warszawa 1963) komplementaryzm zawierał się między wyjaśnianiem biologicznym a fizyczno-chemicznym. W. M. Elsasser (*Atome et organisme. Nouvelle approche d'une biologie théorique*, Paris 1970) pisał „Nous dirons même que la physique est la science s'occupant essentiellement des systèmes et des classes homogènes et que la biologie est la science s'occupant des systèmes et des classes hétérogènes” (s. 29). Ten problem jest podejmowany do chwili obecnej: Ernest M a y r, *Animal Species and Evolution*, Cambridge 1963; G. C a n g u i l h e m, *La connaissance de la vie*, Paris 1971; Adam U r b a n e k, *Rewolucja naukowa w biologii*, Warszawa 1973; Pierre A c h a r d, Antoinette C h a u v e n e t (i inni), *Discours biologique et ordre social*, Paris 1977; Jeanne P a r a i n - V i a l, *Philosophie des sciences de la nature. Tendances nouvelles*, Paris 1985; Emile C a l l o t, *La philosophie de la science et de la nature*, Paris 1986; Francisco J. V a r e l a, *Autonomie et connaissance. Essai sur le vivant*, Paris 1989. Tego typu próby zmierzają do odnalezienia wspólnej płaszczyzny analiz – liczenia się z jednej strony z uniwersum fizycznym, które jest fundamentem rzeczywistości, a z drugiej z autonomią (częściową) rzeczywistości biotycznej. Sedno dyskusji sprowadza się do zrozumienia wielowarstwowej organizacji organizmu. Badaczy zastanawia kwestia struktury całkowitej organizmu: jak dalece norma generalna jej wyjaśnienia sytuuje się poza legalizmem fizycznym. Nie bez znaczenia w tej dyskusji jest kwestia różnicy między faktem biologicznym a fizycznym co do ich natury i co do przyczyny.

ma „nagich” faktów, że opisując i wyjaśniając je sięgamy do kategorii, do opcji metodologiczno-epistemologicznej (np. wyboru kryterium prawdziwości), a wszystko to czynimy w kontekście historycznym.

Wybór strategii redukcjonistycznej lub antyredukcjonistycznej wynika z opcji kulturowej, np. kultury scjentystycznej, z przyjmowanej filozoficznej wizji świata (monizm, pluralizm). Inne jest nastawienie badacza o profilu humanistycznym, a inne o profilu fizykalnym. O wyborze strategii decyduje przyjęta koncepcja człowieka, nastawienie do układów społecznych. Na wybór strategii badawczej życia składają się też czynniki pozanaukowe, które decydują o fundamentalnej wizji świata i postawach moralnych, etycznych czy politycznych. Jacques Monod pisał: „biologia wyciska piętno na wszystkich dziedzinach życia człowieka, filozoficznych, religijnych, politycznych [...] etyka i poznanie są nieuchronnie związane z sobą poprzez działania. Każde działanie zakłada pewną optykę, służy pewnym wartościom lub jest przeciw nim wymierzone; jest wyborem wartości”<sup>3</sup>.

Podstawą strategii analitycznej jest redukcjonizm. Stosowany jest on nie tylko w biologii, ale i w psychologii czy socjologii. Choć istnieją różne formy redukcjonizmu, to wspólnym ich mianownikiem jest uznanie za uprawnione i wystarczające redukowanie całości do części oraz traktowanie stosunków między częściami i całością jako występujących na tym samym poziomie. Na marginesie zaznaczmy, iż to nie biologia wypracowała metodę redukcjonistyczną<sup>4</sup>. Redukcjonizm przewija się od starożytnych atomistów poprzez Wilhelma Ockhama i Pierre’a Simona Laplace’a (matematyzacja biologii, geometryzacja).

Należy odróżnić redukcjonizm metodologiczny (heurystyczna reguła badania świata) od redukcjonizmu filozoficznego (strategia wyjaśniania). Ten ostatni dąży do wyjaśnienia danego zjawiska za pomocą teorii niższego poziomu, np. genetyka molekularna dostarcza opisu organizmów poprzez struktury DNA, natomiast fizyka atomowa pozwala wyjaśnić zachowanie związków chemicznych przez odwoływanie się do procesów atomowych. Redukcjonizm metodologiczny (dekompozycjonizm) zakłada, że układy biologiczne są zbyt skomplikowane, aby badać je jako całości. Według Kartezjusza książkę nale-

---

<sup>3</sup> Jacques M o n o d, *Konieczność i przypadek*, Warszawa 1979.

<sup>4</sup> Redukcjonizm to jeden z dyskusyjnych punktów między kulturą przyrodniczą i humanistyczną. Jest to spór o strukturę świata i ścieranie się dwóch mentalności. Wynikają z tego konsekwencje polityczne, moralne, kulturowe. Por. Werner C a l l e b a u t, *Réduction et explication mécaniste en biologie*, „Revue philosophique de Louvain”, 93 (1995), s. 33-65.

ży podzielić na rozdziały, paragrafy, akapity, zdania, wyrazy, sylaby i po kolei starać się je zrozumieć. Gdy zrozumiemy, jak funkcjonuje „a” i „b”, możemy je połączyć i sprawdzić, jak działa całość.

Na pierwszy rzut oka wszystko jest logiczne, jednak nie do końca. Przyjmujemy w tej strategii, że istota rzeczywistości spoczywa na elementach, systemy są tylko sumą ich części konstytutywnych. Redukcja taka prowadzi do swoistej psychicznej wizji człowieka (psychika to mozaika „wrażeń”). Ontologia elementu neguje kreatywność przyrody, a tym samym jej wartość. Strategia ta opiera się na osobliwej koncepcji związku przyczynowo-skutkowego w przyrodzie (przyczyna jest wydarzeniem dyskretnym i mechanicznym, impulsem, który skłania do skutku). Najczęściej redukcjonistyczne wizje świata bazują na przypadku. Procesy przyczynowe rozwijają się niezależnie jeden od drugiego, nie uwzględnia się kontekstu zachodzących procesów (innym rodzajem przyczynowości jest przyczynowość holistyczna lub emergentna). Decydując się w biologii na strategię redukcjonistyczną, należy być świadomym, że jest to wybór typu relacji między biologią i naukami fizyczno-chemicznymi. Relacja ta ma podstawy historyczne (ukształtował ją rozwój wiedzy o strukturach organizmu, np. teoria komórkowa) i epistemologiczne (dominacja wyjaśniania funkcjonalnego w biologii molekularnej). Kwestia sądów funkcjonalnych stanowi sedno analiz nad życiem, od niej zależy wybór między mechanicyzmem i antymechanicyzmem. W literaturze podaje się przykład z pracą serca<sup>5</sup>. Serce zapewnia obieg krwi. Tę funkcję można wyjaśniać różnie, np. molekuly składające się na serce w danej chwili  $t$  (jak również  $t+1$ ) podlegają prawom fizykochemicznym. Wobec tego ruch serca wyjaśnia się przyczynami fizykochemicznymi, a przyczyny biologiczne okazują się zbędne. Inna siła, np. witalna, musiałaby działać przeciw siłom fizykochemicznym, co byłoby sprzeczne z prawami fizykochemicznymi. Według innej interpretacji serce działa wskutek funkcjonowania całego organizmu (w tym kontekście inaczej kształtuje się stosunek elementu do całości). L. Wright<sup>6</sup> do wyjaśnienia tego procesu podchodzi od strony przyczynowej. Przedstawmy jego schemat rozumowania. Wyrażenie „rolą funkcji  $X$  jest wytworzenie  $Z$ ” możemy zastąpić wyrażeniem „ $X$  jest tym, ponieważ wytwa-

---

<sup>5</sup> Bernard F e l t z, *Le réductionnisme en biologie. Approches historique et épistémologique*, „Revue philosophique de Louvain”, 93 (1995), s. 9-32. Zob. Ernest M a y r, *Réduction et biologie*, w: *Historie de la biologie. Diversité, évolution et hérédité*, Paris 1989, s. 69-73.

<sup>6</sup> L. W r i g h t, *Functions*, w: *Topics in Philosophy of Biology*, London 1976, s. 213-240. Analiza Wrighta jest logiczna, ukazuje szereg paradoksów w rozwoju biologii molekularnej.

rza Z'. Na przykład funkcją nerek jest eliminowanie odchodów metabolicznych krwi. Stwierdzenie to możemy podać w wersji: zwierzę ma nerki, ponieważ eliminują odchody metaboliczne strumienia krwi. Racją zaistnienia nerek jest spełnianie funkcji oczyszczania krwi. Dostrzegamy istnienie związku przyczynowego, który formalnie dopuszcza różne warianty: X odnosi się do Z, Z jest zawsze konsekwencją lub rezultatem obecności X. Istniejąca relacja może być: koniecznością, konsekwencją, wystarczalnością. W taki sam sposób możemy wyjaśniać wszystkie procesy, np. hemoglobiny. Przedstawione rozumowanie przybiera dwie interpretacje: redukcjonistyczną i antyredukcjonistyczną. Są to sytuacje częste w biologii, np. redukcja procesów fizjologicznych do biochemicznych. Interpretacja zależy od modelu związku przyczynowo-skutkowego (liniowy, nieliniowy), od sukcesji porządku, od koncepcji funkcjonowania poziomów biologicznych, przyjętych reguł ich złożoności, od kryteriów orzekania o całości układu (kryteria w punkcie wyjścia badań nad życiem, nad naturą praw fizycznych, biologicznych). Na przykład Carl Gustav Hempel<sup>7</sup> mówi o różnych aspektach wyjaśniania: wiedzieć, identyfikować, orzekać, konstruować (np. teorie rozumienia), wyróżniać (mikrostan, makrostan). Z tych racji wielu badaczy układów żywych ogranicza stosowanie strategii redukcjonistycznej do minimum. Jaka jest relacja między zjawiskiem specyficznym na poziomie najwyższym (biologicznym) a zjawiskiem na poziomie fizycznym? Podaje się dwa warianty: 1) jeśli dwa zjawiska są identyczne co do specyfikacji na najniższym poziomie, to nie mogą się one różnić na poziomie najwyższym; 2) zjawisko nie może ulegać zmianie na poziomie najwyższym, nie zmieniając się na poziomie najniższym. Rozbieżność stanowisk istnieje też w interpretacji redescriptioni kompozycjonalnej (*redescription compositionnelle*), w interpretacji agregatywności.

---

<sup>7</sup> Mamy na uwadze dwie jego prace: *The Logic of Functional Analysis*, w: *Readings in the Philosophy of Science*, London 1964; *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, New York 1965. Analizy wyjaśniania różnych poziomów doprowadziły Hempela do przyjęcia emergencji. Prawdziwe zrozumienie mechanizmu naukowego zjawiska polega na odkryciu dwóch stanów: mikroskopowego i makroskopowego, i wskazanie na relacje między zjawiskami. Koncepcja emergencji była wykorzystywana do scharakteryzowania zjawisk jako nowych, i to nie tylko w sensie psychologicznym, nieoczekiwanym, lecz i w sensie teoretycznym: niewyjaśnialnych lub nieprzewidywalnych na podstawie informacji dotyczących części przestrzennych lub innych elementów konstruujących system, w którym zjawisko zachodzi. Pojęcie emergencji odwołuje się do niemożliwości wyjaśnienia zjawiska począwszy od informacji o mikropoziomie. Hempel był świadom, że emergentne właściwości zależą od sposobu definiowania całości. Cechy emergentne mają więc charakter relatywny.

Po tych uwagach ogólnych wskaźmy na kilka istotnych elementów redukcjonizmu:

a) redukcjonizm konstytutywny – każde zjawisko (istota, wydarzenie, proces) biologiczne jest w ostatniej instancji składnikiem zjawiska fizykochemicznego; żadne zjawisko biologiczne nie jest w konflikcie z wyjaśnianiem fizykochemicznym na poziomie atomowym lub molekularnym;

b) redukcjonizm eksplikatywny – każde zjawisko biologiczne może być wyjaśnione w terminach czynności i interakcji jego składników;

c) redukcjonizm teoretyczny – prawa i teorie biologiczne mogą być sprowadzone do praw i teorii fizykochemicznych; tym sposobem zmierza się do jedności nauki, pośrednio do jedności strukturalnej świata.

W nieco odmienny sposób do redukcjonizmu podszedł Ernest Mayr<sup>8</sup>. Wyróżnił on trzy jego rodzaje: redukcjonizm metodologiczny (ontologiczny lub analityczny) – badanie rzeczy przez ich rozkład na elementy składowe; redukcjonizm teoretyczny – sprowadzanie teorii szczegółowej do ogólnej; redukcjonizm wyjaśniający – znajomość najprostszych elementów składowych złożonego układu wystarcza, aby zrozumieć jego zachowanie.

Dokonajmy oceny tej strategii (dodajmy, że są różne odcienie redukcjonizmu, np. mocny, silny, funkcjonalny). Epoka skrajnego redukcjonizmu mija, choć nie mija aktualność strategii redukcjonistycznej.

Istnieje jakaś dziwna reguła w rozwoju nauki, że gdy pewne schematy uprawiania nauki zbyt długo obowiązują, to przynoszą więcej szkody niż pożytku. Od 1630 roku, kiedy Kartezjusz podał zarys mechanistycznej koncepcji świata (w tym i życia), wielu badaczy wracało do niej. Isaakowi Newtonowi posłużyła do wyjaśnienia zachowania przyrody. W XIX wieku sięgano do niej, gdyż pomagała w rozwoju chemii (odwołanie się do atomów). Wydawało się, że szczególna teoria względności Alberta Einsteina poprzez negację eteru przyczyni się do jej zaniku. Tak się jednak nie stało. Nadal było wielu zwolenników mechanistycznych koncepcji (mam na uwadze dyskusję nad

---

<sup>8</sup> Jego redukcjonizm konstytutywny zasadza się na stwierdzeniu, że materia, z której składa się organizm, jest taka sama jak materia nieorganiczna. Różnica między organizmem żywym a układem nieożywionym, istnieje jedynie na poziomie organizacji. Mayr podjął dyskusję ze Stevenem Weinbergiem, któremu zarzucał, że dąży on do znalezienia w fizyce cząstek elementarnych i ich oddziaływań kilku ogólnych praw, wyjaśniających, dlaczego przyroda jest taka, jak jest. Stanowisko takie zostało określone jako bezkompromisowy redukcjonizm. Spór ten dotyczy rozróżnienia między redukcjonizmem jako receptą na postęp w nauce a redukcjonizmem jako przekonaniem. Zob. Steven W e i n b e r g, *Sen o teorii ostatecznej*, Warszawa 1994, s. 51-60; Ernest M a y r, *Histoire de la biologie*.

naturą materii). Kwestię złożoności układów podjęto dopiero wtedy, kiedy mechanicyzm (czy neomechanicyzm) się wyczerpał, kiedy w nauce zaczęły dominować relatywizmy.

Na redukcjonizmy popatrzmy od innej strony. Od kilkadziesiąt lat toczy się dyskusja, do jakiego stopnia można połączyć fizykę, chemię i biologię. Drugim źródłem konfliktu jest spór między redukcjonistami a holistami. Konsekwencją tych sporów jest uciekanie od antagonistycznych zagadnień i zajmowanie się opisem faktów, bez wchodzenia w głębsze ich racje, szczególnie w sferę wartościowania. Każdy badacz odróżnia fakty i wartości, tylko czy wiedza o życiu może być niezależna od wartości. Chodzi o wybór procedury poszukiwania wiedzy o życiu i o próbę oceny wiedzy o życiu. Z redukcjonistyczną procedurą badawczą wiąże się przekonanie, że rzeczywistość można wyjaśnić przez kilka praw, gdyż przyroda jest uporządkowana na uniwersum fizycznym (kapitał wiedzy fizycznej o świecie wystarcza do zrozumienia rzeczywistości). Wybór tej strategii ogranicza proces badawczy, a to rzutuje na wyniki. Osiągnięte rezultaty o elementach mogą z kolei kształtować nihilistyczną postawę wobec nauki. Istnieje sprzężenie zwrotne między redukcjonizmem (przynajmniej metodologicznym) a filozofiami monistycznymi, wzajemnie się one bronią na różnych poziomach, np. ideologicznym. Debaty nad redukcjonizmem obejmują też dyskusje nad sensem i nad bezpieczeństwem nauki (redukcjonizm okazuje się strategią bezpieczną).

Merytorycznie redukcjonizm konstytutywny przyjmuje, że materia, z której się składa organizm, jest identyczna z materią nieorganiczną. Różnica między organizmem i przedmiotem nieożywionym tkwi w organizacji. Dyskusje nad fundamentem biologicznym lub biochemicznym idą w różnych kierunkach: teoretycznym i ontologicznym. Teoretyczny dotyczy adekwatności poznania fizycznego w wyjaśnianiu organizacji układów żywych. Na przykład Roger Penrose wykazuje, że nasza znajomość fizyki ma wiele luk w wyjaśnieniu procesów myślenia, świadomości. Zgodnie z mechaniką kwantową dowolne dwa elektrony są identyczne; to samo dotyczy protonów i wszystkich innych cząstek. Gdyby elektron z ludzkiego mózgu i elektron z cegły zamienić miejscami, to cały układ byłby nie tylko w stanie nieodróżnialnym od poprzedniego, lecz dokładnie takim samym. To samo dotyczy protonów i wszelkich innych cząstek, z których zbudowany jest człowiek. Jeśli zamieni się je z cząstkami ze ściany domu, to można by z całą stanowczością twierdzić, że w istocie nic się nie wydarzyło. Różnica między człowiekiem a ścianami jego domu polega na różnym ułożeniu cząstek i nie zależy od ich tożsamości.

Od innej strony dyskusje nad redukcjonizmem sprowadza się do realności nowych praw. Niektórzy biolodzy uzasadniają, że układy biotyczne są zarządzane prawami nowego rodzaju. Wydaje się, iż poznawanie natury układów biotycznych jest procesem otwartym. Nie można za Jacques'em Monodem przyjąć, iż ostatecznie zagadka życia została rozwiązana. Karl Popper stwierdził: „każde wyjaśnianie można znów wyjaśnić, odwołując się do teorii lub przypuszczenia o większej ogólności. Niemożliwe jest wyjaśnienie nie domagające się już żadnych dalszych wyjaśnień”.

Nie wszyscy redukcjoniści radykalnie negują własności biologiczne. Przyjmują oni, że nie zawsze są one definiowalne w terminach fizycznych, chociaż nie są samoistne i niezależne, gdyż są wyznaczone przez własności fizyczne. Analiza prac redukcjonistów ukazuje, iż oni także nie są do końca usatysfakcjonowani tą strategią. Ich poszukiwania reguł porządku w układach biologicznych świadczą o odchodzeniu od redukcjonizmu skrajnego i dopuszczaniu specyficznych cech życia. Każdy z badaczy układów żywych koncentrujący się na ich organizacji wie, że struktury je budujące są budowlami wieloetapowymi. Od cząstek elementarnych do organizmu w aspekcie biochemicznym organizacja „przechodzi” wiele etapów, różnego rodzaju transformacje. W tym miejscu powołajmy się na opinię Stevena Weinberga o redukcjonizmie: „Nie sądzę, że chemicy powinni natychmiast porzucić swoje badania i zająć się rozwiązywaniem równań mechaniki kwantowej dla rozmaitych molekuł. Nie uważam, iż biolodzy powinni przestać myśleć o całych roślinach i zwierzętach, a zamiast tego zająć się wyłącznie komórkami i DNA. Redukcjonizm nie jest dla mnie wskazówką służącą do wyboru programu badawczego, lecz stosunkiem do przyrody. Polega on jedynie na przyjęciu, że prawa naukowe są takie, jakie są, ponieważ wynikają z głębszych praw, i że te wszystkie prawa można wyjaśnić, odwołując się do jednego, prostego zbioru praw”<sup>9</sup>. Problemy z redukcjonizmem pojawiają się nie tylko od tej strony „budowania”. Występują one także w wyjaśnianiu mechanizmów zarządzających układami żywymi, np. jak redukować selekcję naturalną do praw fizyki i chemii. W wyjaśnianiu organizacji układów żywych stosunkowo łatwo zatrzymać się na powierzchni, jak to uczynił Kartezjusz, obserwować życie z zewnątrz przez szkiełko mikroskopu.

Dochodzimy do zasadniczego problemu badań nad życiem, nad odkryciem logiki działania układu żywego. Być może algorytmy tej logiki są bardzo

---

<sup>9</sup> Steven W e i n b e r g, *Sen o teorii ostatecznej*, s. 54-55.



proste albo wręcz przeciwnie. W każdym razie na obecnym etapie badawczym mamy do rozwiązania: korelację między organami, integrację między procesami, sukcesję faz porządku. Zasadniczą kwestią jest znalezienie natury algorytmu organizacji (ilościowy czy jakościowy). Logicznie biorąc: jeśli układy są biologiczne, algorytm winien być biologiczny.

Pogodzeniem redukcjonizmu i antyredukcjonizmu wydaje się być emergentyzm. Jest on rezultatem głębszej refleksji nad procedurą metodologiczną i ontologiczną redukcji biologii do chemii. Obserwujemy pojawianie się zjawisk, które nie mają żadnych odpowiedników na niższych poziomach złożoności, a w każdym razie nie na poziomie cząstek elementarnych, np. życie nie istnieje na poziomie atomów. Potocznie geneza emergentyzmu jest związana z intuicyjnym odczuciem utraty właściwości układów żywych w procedurze redukcjonistycznej. Co tracimy? Autorzy wskazują na utratę związków strukturalnych wyższego rzędu między elementami składowymi, właściwości jakościowych przysługujących układom. Utrata tych elementów następuje w wyniku dekompozycji organizmu na części. Stąd emergentyści od XIX wieku, kiedy podali główne idee nowego spojrzenia na rzeczywistość (w wyniku łączenia się elementów wynurzają się całości o specyficznych właściwościach, np. rezultatem połączenia tlenu i wodoru jest woda o właściwościach nie będących sumą cech tlenu i wodoru), pogłębiają swą koncepcję, wykazując, iż jest ona zgodna z realizmem epistemologicznym i ontologicznym<sup>10</sup>. Koncepcja emergencji służy do scharakteryzowania zjawisk jako nowych (biologicznie), i to nie w sensie psychologicznym – jako nieoczekiwanych, lecz w sensie teoretycznym – jako niewyjaśnialnych, nieprzewidywalnych na podstawie informacji dotyczących części przestrzennych lub innych elementów konstytuujących system, w którym zjawisko zachodzi. Zachowanie układu nie

---

<sup>10</sup> Emergentyzm nie jest jednolitym stanowiskiem. Różnicuje się on nie tyle co do istoty, ile raczej co do wynurzenia się jakości emergentnych. Na przykład jedna z jego odmian uzasadnia, iż organizm jest zespołem jakości emergentnych. Inny nurt koncentruje się na autoorganizacji, na autonomii. Z emergentyzmu wynikają konsekwencje ontologiczne, np. wielowymiarowość układu żywego. Fizyka nie jest w stanie i nie powinna ingerować z racji swego statusu w systemy biotyczne. Struktury biologiczne bowiem przynależą do poziomu intermedialnego, stąd środki i cele są związane z naturą ich zawartości. Zob. Stanisław Ziemiański, *Rozwój mechanistycznej koncepcji życia w piśmiennictwie francuskim XX wieku*, Lublin 1985. Zwróćmy jeszcze uwagę na interesujący wywód w tej materii Stevena Weinberga: gdy badamy skomplikowane układy, obserwujemy pojawienie się zjawisk, które nie mają żadnych odpowiedników na niższych poziomach złożoności, a w każdym razie nie na poziomie cząstek elementarnych, np. życie nie istnieje na poziomie atomów i cząsteczek. Na ile więc życie jest czymś specyficznym, a na ile zakotwiczonym w procesach fizyki?

może być rozumiane jako kombinacja zachowań poszczególnych części. Całość jest czymś więcej niż sumą części, to coś innego. Zaznaczmy, iż emergencja jest nie tylko własnością układu biologicznego, może być stosowana również do układów fizycznych. Emergentyzm na gruncie poznania potocznego wydaje się przekonujący ze względu na obserwowaną „kreatywność” przyrody zarówno na poziomie kosmicznym, jak i układu ziemskiego. Obserwacja rozwoju układów upewnia nas o nowych właściwościach. Choć ta strategia wydaje się logiczna, to jednak metodologicznie jest również przedmiotem dyskusji.

Powinniśmy dopuścić przynajmniej dwa typy eksplikacji, które nie byłyby redukowane do siebie. Obok wyjaśniania fenomenologicznego dopuścić należy wyjaśnianie „symboliczne” (specyficzne dla układów biotycznych). Cechą tych wyjaśnień są różne odniesienia: 1. do sfery procesów, 2. do sfery struktury (organizacji) całościowej. Temu podejściu można postawić zarzut, iż skoro układ żywy jest jednością, to wobec tego należy w wyjaśnianiu jego organizacji stosować jedną strategię badawczą. Jak dotąd wszelkie układy wyjaśniamy z różnych stron, za pomocą różnych zabiegów metodologicznych. Życie pojawiło się w świecie fizycznym, o jego zaistnieniu decydował kosmos, a bliżej nasz układ galaktyczny<sup>11</sup>. Trudność w jego zrozumieniu sprawia różnica między materią nieorganiczną i organiczną, która ujawnia się we właściwościach. Inny jest kontekst odniesienia układu abiotycznego i biotycznego do II zasady termodynamiki. Tego typu sytuacje, których jest wiele, naprowadzają na kwestię organizacji (algorytmów organizacji) układów biotycznych. Życie jest rezultatem kompleksu organizacyjnego, który mógł zaistnieć w wyniku „mieszaniny” przypadkowej i koniecznościowej elementów, albo jego geneza to kontinuum kompleksu fizyczno-chemicznego, którego

---

<sup>11</sup> Steven Weinberg, *Sen o teorii ostatecznej* (teoria ta objęłaby życie i świadomość, pozwoliłaby na wydedukowanie warunków początkowych wszechświata, ułatwiłaby wyjaśnienie wartości stałych fizycznych i praw obowiązujących w tej części megawszechświata, a tym samym nieredukowalnego elementu historycznego: faktu, że właśnie tu żyjemy); Peter Coyne, Roger Hightfield, *Strzałka czasu*, Poznań 1997 (rozdział „Strzałka czasu, strzałka życia” podejmuje kwestie organizacji w aspekcie chaosu i porządku); Harry Y. McSweeney, *Od gwiazdowego pyłu do planet*, Warszawa 1996 (życie wykorzystuje elementy wszechświata); John G. Taylor, *Kiedy zaczął się czas*, Warszawa 1997. Nie można podać innego uzasadnienia dla pojawienia się form życia jak tylko takie, że narodziły się one, ponieważ powstały ku temu sprzyjające warunki. Dopóki rozpatrujemy wszechświat i prawa w nim rządzące, dopóty nie dostrzegamy żadnej różnicy pomiędzy życiem a materią nieożywioną. Por. Christian René de Duvé, *Życie – kosmiczny imperatyw*, w: *Czy nauka jest dobra*, Warszawa 1997, s. 147-159.

transformacje mogły się dokonywać różnie (ciągłość, skokowość). Ważnym elementem jest tutaj separacja między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym. Edgar Morin opowiada się za skokiem hiperkompleksyfikacji (*hyper-complexifiant*) od układu fizycznego do auto-eko-reorganizacji, układu obdarzonego wymiarem „poznawczym” (*computationnelle-informationnelle-communicationnelle*), zdolnego do autoorganizacji, czerpiącego energię i informację z otoczenia<sup>12</sup>. Autor ten od wielu lat poszukuje rozwiązania organizacji układów biotycznych. Skok między kompleksem organizacyjno-makro-molekularnym a auto-eko-reorganizacyjnym – radykalny (jakościowy) lub nieradykalny (ilościowy) – jak również jego mechanizm i sens może być przedmiotem dyskusji. Faktem jest, iż każdy układ biotyczny, od bakterii do człowieka, jest kompleksem. Na ile prawa fizyczne wystarczają do jego wyjaśnienia, a na ile owa organizacja wymaga przyjęcia czynnika informacyjnego? Tutaj jest punkt wyjścia wspomnianego wyjaśnienia podwójnego. Jego przyjęcie, jak każdego typu wyjaśniania, nie wynika tylko z danych obiektywnych (można interpretować je różnie: porządek, nieporządek, organizacja, chaos, przypadek, konieczność, determinizm, finalizm). Również porzucenie specyfiki układów biotycznych na rzecz nie do końca zrozumiałych zbiorowisk procesów fizyczno-chemicznych wynika z różnych uwarunkowań. Istnienie sądów absolutystycznych w odniesieniu do układów biotycznych jest niezasadne. Analiza dzieł redukcjonistów wykazuje, iż operują oni często sądami abstrakcyjnymi, z których wyprowadzają wnioski konkretne. Akceptacja myślenia kompleksowego może być osądzana jako posługiwanie się ideałami. Zdaniem Pierre’a Augera idee to trzecie królestwo w sensie biologicznym. Dysponują nimi również redukcjoniści, np. według Jacques’a Monoda idee mają charakter fundamentalny.

Rozumowanie to każe nam postawić pytanie o realność, nie samą w sobie. Nad tym się zastanawiał Immanuel Kant, stwierdzając, iż życie jest mocą substancji determinującej działanie (w sobie), zasadą wewnętrzną, w opozycji do materii, która określa każdą zmianę. Realność biologiczna sytuuje się wewnątrz każdego bytu żywego, nadaje sens wszystkim zjawiskom. Pytanie o realność jest wieloznaczne, gdyż może dotyczyć rzeczywistości samej w sobie (dysponujemy tutaj licznymi teoriami naukowymi i pozanaukowymi), rzeczywistości w nas i poza nami. W rzeczywistości biotycznej interesuje nas jej immanentyzm oraz jej ogląd przez obserwatora. Najwięcej rozwiązań

---

<sup>12</sup> Edgar M o r i n, *La méthode*, t. 1: *La nature de la nature*, s. 291-387.

dotyczy jej wymiaru ilościowego i jakościowego. Oscylują one między materializmem XIX wieku a holizmem (obrona jakościowej różnicy między biotycznością a abiotycznością). W rozszyfrowaniu przez badacza immanentyzmu organizmu pomaga fizyka (ściślej: biochemia), kierująca jego uwagę ku rzeczywistości zjawiskowej. W teoriach newtonowskich rzeczywistość biotyczna jawi się jako teatr zjawisk fizyczno-chemicznych – od cząstek elementarnych interaktywnych aż po supermolekuły. Sytuacja ulega zmianie w fizyce współczesnej co do istnienia istotności fizycznych niezależnych – rzeczywistości kompleksowej (struktury dyssypatywne), wyrażonej w teorii autoorganizacji, z położeniem akcentu na systemowość, na zasadę porządku. Kompleksowość zaczyna się przebijać poprzez kontekst symplifikacji. U niektórych badaczy (fizyków, biologów, informatyków) zyskuje ona formę nowego paradygmatu. Podkreślmy jednak, iż symplifikacja jest nadal strategią dominującą w badaniach życia. Z jednej strony bowiem decydują historyczne przyzwyczajenia i nieskomplikowana procedura badawcza (dekompozycyjność), z drugiej strony – strach przed kompleksowością, przed konsekwencjami przebudowy myślenia naukowego. Analityczność wydaje się być czymś oczywistym, kompleksowość natomiast stwarza dla badacza barierę. Sukcesy odnoszone na polu analityczności sprawiły, że wielu badaczy uznało redukcjonizm za uniwersalną metodę poznawania zjawisk. Nauka wypracowała różne sposoby przeprowadzania rozkładu zarówno organizmów, jak i układów wyższych (społecznych). Zdaniem Alvina Tofflera współczesna nauka tak dobrze radzi sobie z rozkładaniem problemów na części, że często później zapomina złożyć je w całość. „Ideologia redukcjonizmu proponuje lodowaty wszechświat, dla którego istnienie ludzkości nie ma żadnego znaczenia”. Realność układów kompleksowych uzasadniał w latach pięćdziesiątych John von Neumann, ku niej zmierzał Kurt Gödel i Alan Turing (teoria algorytmów)<sup>13</sup>.

Nieuzasadnione byłoby wnioskowanie, że strategia kompleksowości w badaniu układów biotycznych rozwiąże kwestie natury życia. Strategia ta również stwarza liczne trudności, np. natura kompleksu, struktura poziomów (na ile poziomy są rzeczywistością, a na ile środkiem heurystycznym badacza), związki między poziomami, hierarchiczna organizacja poziomów, prawa zarządzające nimi. Badacze akceptujący to podejście do układów biotycznych

---

<sup>13</sup> Peter C o v e n e y, Roger H i g h f i e l d, *Granice złożoności. Poszukiwanie porządku w chaotycznym świecie*, Warszawa 1997. Praca omawia poglądy Johna von Neumanna i Alana Turinga. Zob. Andrew H o d g e s, *Turing*, Warszawa 1998; James T r e f i l, *Czy jesteśmy niepowtarzalni*, Poznań 1998.

najczęściej przyjmują model zawierania się jednego poziomu w drugim, na wzór rosyjskich bab (cząstki elementarne w atomie, atomy w molekuły, molekuły w komórce, komórki w organizmie). Jest to podejście inżynierskie, linearne, redukcjonistyczne. Kompleksy naturalne (organizmy) odznaczają się swoistą organizacją. Tutaj dotykamy centralnego zagadnienia w badaniu rzeczywistości biotycznej. Dane biologii molekularnej, wynikające z relacji obustronnych między DNA a białkami, sugerują sukcesję porządku, ale nie wskazują na kwalifikację porządku. Problemem w biologii jest nie tylko przejście z jednego poziomu organizacji do drugiego, ale i natura zaistniałego układu (kompleksu). Problemu tego nie da się łatwo rozwiązać. Nie dysponujemy bowiem ogólną teorią życia (można się zastanawiać, czy jest możliwa do wypracowania). Jak dotąd w badaniu tych kompleksów posługujemy się teoriami aspektowymi (np. autoorganizacji, automatów cybernetycznych). Nieco światła na organizację układów biotycznych rzuca teoria informacji. Do jakiego stopnia informacja jest miarą kompleksowości i czy w tej opcji rozwiążemy tę kwestię, jest sprawą otwartą (wydaje się, iż ta kategoria pomoże nam rozstrzygnąć wiele kwestii związanych z naturą życia). Informacja stała się nowym instrumentem, nową lunetą, przez którą możemy zobaczyć więcej w rzeczywistości biotycznej.

Zaznaczmy, iż naszym zamiarem nie jest oddzielenie układów biotycznych od uniwersum fizyczno-chemicznego, opowiadamy się za realnością biologiczną. Życie to zespół jakości emergentnych, tworzących swoistą organizację, w której zasadą „witalną” jest informacja. Jakości emergentne, takie jak: autoorganizacja, autoreprodukcja, konstytuują realność biotyczną.

W odkrywaniu autonomii układów żywych należy brać pod uwagę sferę zjawisk, które powinny mieć odniesienie i interpretację. Autonomia obejmuje: zrozumienie zjawisk biologicznych, refleksję nad ich ewolucją, niezmiennie relacje, które określają jedność życia i zapewniają utrzymanie ich identyczności. W tym kontekście występuje kwestia właściwości, natury procesów i relacji między nimi. Barry Commoner stwierdził, że biologowie porównując poziomy organizacyjne przyjmują, że zawierają się one jak pudełka jedno w drugim, a pudełko ostatnie jest otwarte. Zdaniem Francisa H. Cricka i Jamesa D. Watsona to ono powinno zawierać źródło specyfiki dziedziczności systemu żywego: DNA. Okazało się jednak, że ostatnie pudełko jest puste i że specyfika dziedziczności życia nie powinna zawierać niczego innego jak samo życie. Czym zapełnić ostatnie pudełko: ideami, zasadami, algorytmami?

Skoncentrujmy się teraz na symbolicznym wyjaśnianiu kompleksów biotycznych. Potrzeba symbolicznego wyjaśniania wynika stąd, że symbole (zna-

ki) streszczają nam wydarzenia w łańcuchu nomicznym, które mają miejsce wewnątrz kompleksu (systemu). Symbolem jest organizacja, informacja, całościowość, porządek. Można dyskutować, czy tego typu eksplikacja jest potrzebna, konieczna, czy można z niej zrezygnować, niewiele tracąc. Jedno wydaje się pewne: nie wystarczy nam wyjaśnianie redukcjonistyczne, mimo że redukcjonizm odnosi triumfy od 150 lat.

## II. ORGANIZACJA UKŁADÓW ŻYWYCH

Wszelkie teorie natury życia wydają się niepełne. Wynika to m. in. stąd, że każde rozwiązanie odkrywa następne kwestie i formułuje nowe pytania. Ponadto w wyjaśnianiu natury życia chcemy korzystać z całej dostępnej wiedzy, a więc z fizyki, chemii, cybernetyki itd. Napotykamy wówczas na trudności towarzyszące tworzeniu syntezy pojęć, metody i interpretacji przedmiotowej. Raz chcemy zbudować jednolitą teorię świata, włączając w nią życie, drugi raz teorię osobliwą życia. To prawda, że materia, z której składają się organizmy, jest materią świata, a jednak organizacyjnie różni się od materii fizycznej (nie postawimy znaku równości między ręką żywą a ręką z brązu). Nie możemy się zdecydować, czy życie jest stanem, procesem czy właściwością. Dotychczasowe definicje opisowe (koncentrujące się raz na substracie, raz na funkcjach), zarówno jednoatrybutowe, jak i wieloatrybutowe, wydają się być niepełne. Jeśli do tego dodamy różne stanowiska metodologiczno-epistemologiczne w badaniu życia, to zaczynamy zdawać sobie sprawę, przed jakimi jeszcze stoimy trudnościami. Wskażmy na niektóre z nich, skupiając się na dwóch kwestiach: 1) pochodzeniu życia i 2) naturze życia.

### 1. *Pochodzenie życia*

Przepisów na powstanie życia podano w XX wieku wiele (Aleksander I. Oparin, John B. S. Haldane, Stanley Miller, Cyril Ponnamperuma, Leslie Orgel, James Loke i inni). Różnią się one między sobą mechanizmami, procesami, elementami wyjściowymi. Badania nad pochodzeniem życia koncentrują się na właściwościach pierwszego układu, zdolnego do replikacji i przenoszącego informacje. Problem sprowadza się do przejścia od *physis* do *bios*, przejścia od minerałów do pierwszych form życia. Pomijając proces powstania złożonych cząstek, pozostaje nam do wyjaśnienia, jak owe molekuly

utworzyły komórkę (czyli zostały spełnione trzy warunki: struktura przez swe granice wyraźnie została oddzielona od otoczenia, mechanizm metaboliczny przybrał postać skoordynowanego cyklu reakcji biochemicznych oraz zaistniały geny sterujące całością). Główną kwestią w powstaniu życia jest zrozumienie mechanizmu powstania układu zdolnego do replikacji i przenoszenia informacji – „pierwszego genu”, łączącego martwe cząstki z żywymi komórkami. Paleontologia dostarcza nam tu niewiele danych, choć jest często ostatnią instancją w wyjaśnianiu kwestii życia. Cofając strzałkę czasu, znajdujemy coraz mniej świadectw (odnajdujemy pojedyncze komórki podobne do dzisiejszych mikrobów). Śladowe dane nie pozwalają na zbudowanie wiarogodnej teorii procesu tworzenia się struktur ku układom żywym. W rozwiązaniu tej kwestii pozostaje badaczom pomocna biochemia. Z niej czerpiemy dane o składnikach koniecznych do zaistnienia pierwotnej komórki. Ale dane to tylko jedna strona zagadnienia, druga to mechanizm konstrukcyjny, sukcesja form układu. W tym względzie najłatwiej odwołać się do spontaniczności lub przypadku (często spontaniczność utożsamia się z przypadkiem). Pojawienie się danej struktury, np. białek, to jeszcze nie wszystko, potrzebna jest stabilizacja tej struktury, „dążenie” jej do konstruowania komórki (wewnętrzne przekształcenie układu przy zachowaniu identyczności).

Punktem wyjścia w kształtowaniu poglądów na pochodzenie życia (przynajmniej dla niektórych uczonych) jest jego stan aktualny. Uzyskaną wiedzę o życiu rzutuje się w przeszłość, ukazując sposoby jego zaistnienia. Rozumowanie badaczy w tej materii jest takie: 3,5 miliarda lat temu zaistniała „komórka przodek” (pierwszy „Adam”), od której do człowieka prowadzi jeden wektor, a drugi do cząstek elementarnych. Logiczna droga przebiega od tego, co proste, do tego, co złożone. Ową złożoność sprowadza się tylko do wymiaru chemicznego lub biochemicznego. Droga wiedzie od cząstek elementarnych do minerałów i od minerałów do pierwszych form życia. Nikt z badaczy nie twierdzi (prawdopodobnie), że te przejścia były automatyczne. Liczne dane wskazują na wieloetapowość. Jednak nie ten aspekt wydaje się tu zasadniczy, ale odkrycie algorytmów rządzących złożonościami od poziomu kosmicznego do biologicznego, od stanu zerowego, nie mającego cech charakterystycznych, do stanu układów biologicznych. Te kwestie rozwiązujemy w ramach wiedzy o kosmosie. Życie jest elementem kosmosu, rezultatem jego początku i ewolucji, od punktu osobliwego, od stanu zerowego, poprzez układy fizyczne aż do układów biologicznych. Gdyby nie eksplozja gwiazd supernowych, różnorodność życia na naszej planecie nie mogłaby zaistnieć i z pewnością nie byłoby nas. Zewnętrzne obszary gwiazdy wyrzucone w prze-

strzeń kosmiczną podczas eksplozji supernowej zawierają wszystkie atomy, które mogły zostać wyprodukowane z atomu wodoru wskutek procesów, dzięki którym gwiazda świeciła przez całe swoje życie. Ta mieszanka zawiera dużo węgla, tlenu oraz śladowe ilości wielu innych pierwiastków. W tym rozwoju zauważamy: 1. przejście od stanu niezorganizowanego, poprzez strukturalizacje początkowe, aż do obecnych strukturalizacji złożonych; 2. ewolucyjność wszechświata; 3. prawa, którym on podlega, sprzyjają złożoności (najdrobniejsze zmiany wartości liczbowych, które je określają, wystarczyłyby, żeby uczynić wszechświat bezpłodnym). Element złożoności wydaje się być zasadniczy w ontologii wszechświata.

W ostatnich latach problem złożoności i odkrycia ogólnych zasad organizacji stał się szczególnym przedmiotem zainteresowania. Paul Davies wysunął hipotezę, że we wszechświecie obowiązuje „zasada narastającej złożoności”, i wykazał, iż między tą zasadą a entropią (II zasada termodynamiki) nie ma sprzeczności. Prawo narastającej złożoności ma znaczenie nie tylko dla wszechświata, ale także dla zrozumienia organizacji życia (w tym jego zaistnienia). Jeśli zorganizowana złożoność nie jest przeciwieństwem entropii, to ograniczony zapas ujemnej entropii we wszechświecie nie nakłada żadnych ograniczeń na poziom złożoności<sup>14</sup>. Złożoność jest nieodłączną cechą natury, a nie tylko skutkiem kombinacji wielu prostych procesów zachodzących na elementarnym poziomie. Trudno byłoby orzec, że złożoności układu żywego to tylko rezultat nukleotydów i enzymów, które zapewniają istnienie danej funkcji. Należy się zgodzić, że zaistnienie życia jest skutkiem owej złożoności. Na czym ona polega? Czy materia może określić cechy życia? Życie to proces, przy czym forma tego procesu, a nie materialna podstawa, stanowi naturę życia.

W tej teorii złożoności interesuje nas pojawienie się układu „żywego”, ściślej: moment ożywienia. Zaistnienie życia ma wymiar kosmiczny: jeśli

---

<sup>14</sup> Generalnie kwestie pochodzenia życia sprowadzą się do wyjaśnienia złożoności układu. Stąd problem, co właściwie oznacza prostota i złożoność. Rozważając zagadnienie prostoty i złożoności, możemy łatwiej uchwycić związek między wszystkimi zjawiskami przyrody, od najprostszycych do najbardziej złożonych. Interesuje nas kwestia, na czym polega różnica między złożonością układów adaptacyjnych, które podlegają takim procesom, jak ewolucja biologiczna, a układami podlegającymi ewolucji (np. galaktyki, gwiazdy), lecz niezdolnymi do adaptacji. Cechą układów biotycznych jest fakt, iż złożony układ adaptacyjny zbiera informacje na temat otoczenia i swoich własnych oddziaływań z otoczeniem, znajduje regularności w pozyskanych informacjach i tworzy z nich „schematy poznawcze”. Zob. Murray G e l l - M a n n, *Kwark i jaguar*, Warszawa 1996; Peter C o v e n e y, Roger H i g h f i e l d, *Granice złożoności*.



wszystkie gatunki żywe są rezultatem ewolucji, począwszy od pierwszej struktury, to drugi człon tej implikacji brzmi: zaistnienie tej struktury jest zakotwiczone we wszechświecie minerałów. Pochodzenie życia zasadza się na teorii wyjaśniającej przejście od świata minerałów do tej pierwszej formy. Dalszy problem to struktura i funkcja tej pierwszej formy. Triumfy biologii molekularnej (przynajmniej w pewnym okresie) spowodowały, iż badacze skupili się na zaistnieniu genu, zaistnieniu kodu genetycznego, czyniąc to centralnym problemem pochodzenia życia. Dodajmy, iż rozwiązania, jakie proponuje biologia molekularna, uważa się za punkt odniesienia dla innych dziedzin. Ten kontekst badawczy rodzi jednak szereg pytań: o pochodzenie kodu genetycznego, o zaistnienie replikacji materiału genetycznego, o mechanizmy (procesy) prowadzące do zaistnienia molekuł podstawowych życia. Zaistnienie życia wymagało sytuacji optymalnej nie tylko co do warunków, ale także co do materiału wyjściowego (różne składniki chemiczne elementarne, makromolekuły biologiczne: białka, kwasy nukleinowe). Idąc tym nurtem, wskażemy, że zaistniała potrzeba zdolności katalitycznych białek, że DNA – nośnik informacji – było zdolne do replikacji, że zaistniała korespondencja między informacją zawartą w DNA a różnymi aktywnościami, które charakteryzują metabolizm.

Kwestia pochodzenia życia obejmuje: pochodzenie składników molekularnych elementarnych materii życia; wskazanie na mechanizm połączenia makromolekuł w kierunku replikacji. Te same molekuły organiczne stanowią fundament całego świata życia (dodajmy: również te same mechanizmy biochemiczne). Łatwo jednak wnioskować dedukcyjnie z organizacji komórkowej ku poszczególnym molekułom, trudniej wyjaśnić mechanizm ich zaistnienia, ukonstytuowania pierwotnej struktury biologicznej, zdolnej do ewoluowania z generacji na generację. Przyjmuje się *bouillon de culture*, gdzie wszystkie elementy organiczne konieczne (na podstawie obecnej wiedzy) zostały zgromadzone, gdzie niezrozumiały (osobliwy) proces doprowadził do zaistnienia komórki żywej. Badaczy interesuje mechanizm wytworzenia „zupy” organicznej, zawierającej składniki komórki żywej. Badania Stanleya L. Millera i Harolda C. Ureya z lat sześćdziesiątych wykazały możliwość wytworzenia molekuł organicznych z węgla, tlenu, wodoru i azotu<sup>15</sup>. Nie są to jednak

---

<sup>15</sup> Badania te nie odtwarzają zdarzeń we współczesnym archaiku. Problem powstania życia komplikuje się ze względu na niewiedzę o warunkach na Ziemi w okresie tworzenia się życia. Nasze koncepcje bazują na różnego rodzaju przypuszczeniach. Zob. Stephen H. S c h n e i - d e r, *Laboratorium Ziemia*, Warszawa 1998 (rozdział I „Ziemia ożywiona i nieożywiona: dynamiczna całość”); J. D. M a c d o u g a l l, *Krótką historia Ziemi*, Warszawa 1998.

molekuły, które znamy obecnie w organizmach żywych. Molekuła kompleksowa jest przedmiotem dalszych badań. Z punktu refleksji nad zaistnieniem życia zasadne staje się pytanie, dlaczego te molekuły zostały „przymuszone” do budowania komórki.

Budowa strukturalna pierwotnej komórki to jedna strona zagadnienia, druga strona to metabolizm. Badacze odróżniają dwa aspekty metabolizmu: wytwarzanie małych molekuł elementarnych, ukształtowanych z kilkudziesięciu atomów (metabolizm intermedialny); wytwarzanie makromolekuł białek i kwasów nukleinowych, które odgrywają istotną rolę w architekturze i funkcjonowaniu komórki. Na ile te procesy są spontaniczne, a na ile podlegają regułom (rola enzymów w tym procesie)? Intuicyjnie dostrzegamy, że budowanie dokonywało się w odpowiednim środowisku, które mogło pełnić wielorakie funkcje organizacyjne i selektywne.

Jak z molekuł organicznych mógł zaistnieć wyższy poziom organizacyjny? Jak owa „mieszanina” elementów mogła wytworzyć organizację komórki? Jak „zebranie” bardzo różnych prostych molekuł mogło stać się makromolekułą (przypadek czy reguły porządkujące)? Mechanizm przejścia od jednej klasy molekuł do drugiej jest sprawą otwartą. Geneza reproduktywności makromolekuł jest trudna do ostatecznego wyjaśnienia. Zdaniem A. G. Cairns-Smitha pewne molekuły obecne w komórkach są tak złożone, że nie jest możliwe, aby ukazały się na etapie natury<sup>16</sup>. Synteza prebiotyczna nukleotydów czy przejście od minerałów do życia organizmu jest nadal tajemnicą<sup>17</sup>. Ludwig Wittgenstein uważał, że u podstaw współczesnego obrazu świata tkwi iluzja, że prawa przyrody wyjaśniają zjawiska naturalne. Również przez odwoływanie się do różnego rodzaju determinizmów w rozumieniu złożonych układów, a takimi jest najprymitywniejsza komórka, niewiele zyskujemy. Zasygnalizujmy jeszcze jedno spostrzeżenie. Czy powinna istnieć linia demarkacyjna między studium materii a studium właściwości ciał materialnych? W próbach wyjaśnienia pochodzenia życia autorzy skupiają się na składnikach chemicznych, np. proces tworzenia się kwasów nukleinowych, białek. Mechanizm ich budowania zawiera się w proporcjach składników. Wyjaśnianie kompozy-

---

<sup>16</sup> *Problemy biologii*, Warszawa 1992.

<sup>17</sup> Zagadka powstania życia tkwi dla mnie w etapie biologicznym, w problemie utworzenia się organizacji biologicznej z molekularnego chaosu. Tu wciąż kryją się nie wyjaśnione tajemnice. Zob. Freeman D y s o n, *Początki życia*, Warszawa 1993, s. 32; Joël de R o s n a y, *Les origines de la vie de l'atome à la cellule*, Paris 1966; Christian L é o u r i e r, *L'origine de la vie. Theories contemporaines*, Paris 1970; Antoine D a n c h i n, *L'origine de la vie*, „La recherche”, 1988, nr 201, s. 878-888.

cji, np. komórki, nie powinno sprowadzać się do materii, do elementów. Kiedy chce się wyjaśnić właściwości, należy uwzględnić relacje między elementami, strukturami materialnymi. W tym kontekście emergentyzm zyskuje przewagę nad obrazem układu jako agregatu. Ten kierunek myślenia zaczyna się przebijać w rozumieniu zaistnienia i natury życia.

Zaistnienie pierwszej komórki zdolnej do reprodukcji i replikacji, istnienie materiału dziedzicznego, ustanowienie kodu między kwasami nukleinowymi i białkami – to również materiał dla wielu hipotez i spekulacji. Wyjaśnienia tych kwestii skupiają się na RNA, na jego mocach katalitycznych (autorzy skłaniają się do przyznania pierwszeństwa tej molekuły). Do tego dochodzą następne zagadnienia, jak formacja błon, autonomia pierwszego układu biologicznego od środowiska, proces ewolucji.

Podstawowa kwestia zaistnienia życia dotyczy nie tyle elementów, z których się składa układ, ile raczej typu złożoności. Należy zgodzić się, że pojawienie się życia było wykroczeniem poza uniwersum fizyczne. Edgar Morin stwierdził, że zaistnienie życia było odrzuceniem posłuszeństwa II zasadzie termodynamiki. Przy budowaniu koncepcji pochodzenia życia łatwiej skupiać się na elementach, wskazywać na pochodzenie składników, na genezę molekuł elementarnych materii żywej, trudniej budować kompleks – ze względu na elementy, które są konieczne do jego zaistnienia. Kompleks organizacyjny nie jest zebraniem elementów; winny istnieć warunki ich połączenia (np. środowisko organizujące i selektywne). Zwolennicy biologii molekularnej w interpretacji pochodzenia życia przyjmują, że momentem istotnym było pojawienie się RNA, które równocześnie było nośnikiem informacji genetycznej i służyło za katalizator (RNA jest przyczyną DNA). W tym podejściu wyłaniają się dwie kwestie: geneza RNA, wynurzenie się DNA i dalej białka. Rozwiązuje się je poprzez podawanie różnych pomysłów, najczęściej od nukleotydów do RNA (kwestia dotyczy nie tylko struktury, ale i zaistnienia materiału genetycznego; na marginesie: RNA szybko rozkłada się w wodzie).

Cudowna mieszanina elementów organicznych to jeden wymiar rozważanej kwestii, drugi to organizacja, przechodzenie od jednego do drugiego etapu, od wspomnianej „zupy” do pierwotnej komórki. Wracamy do postawionej na początku kwestii przejścia od *physis* do *bios*, od minerałów do pierwotnej formy życia. Przyjmujemy, że istnieje ścisły związek między uniwersum fizycznym a biologicznym. Jego istnienie nie jest negacją radykalnej zmiany – życie to przeciwstawny proces wobec ogólnej tendencji rozwoju kosmosu. Świadomość tego faktu każe nam ograniczyć się do układu ziemskiego. W tym układzie interesuje nas, na ile biochemiczny wymiar życia, biochemiczne

pokrewieństwo, jest genezą wymiaru biologicznego. Stanowiska w tej materii są podzielone. Zdaniem wielu ani biochemia, ani paleontologia nie mogła odkryć, jak układ abiotyczny stał się układem biotycznym. Zdaniem Stevena Rose'a i Sarah Bullock<sup>18</sup> na pytanie, kiedy na drodze ewolucji od materii nieożywionej do ożywionej została przekroczona granica dzieląca te dwie kategorie, należy odpowiedzieć, że nie ma żadnej wyraźnej granicy określającej, czy coś jest żywe czy nie. Nie oznacza to redukcowania życia do fizyki i chemii. Zasady biologii określają zależności organizacyjne między makrocząsteczkami, komórkami i organizmami. Każda forma życia ma swą historię: biochemiczną, ewolucyjną i rozwojową. Zadaniem biochemika jest zrozumienie procesów życiowych tylko na jednym z możliwych poziomów (nie wolno nam przy tym zapominać, że biochemia lat dziewięćdziesiątych jest zbudowana na pracy dziewiętnastowiecznych fizyków i chemików). Dla uzupełnienia dodajmy, że według Freemana Dysona<sup>19</sup> zagadka powstania życia tkwi w etapie biologicznym, w problemie utworzenia się organizacji biologicznej z molekularnego chaosu (decyduje o tym metabolizm i reprodukcja).

Od Kartezjusza na wiele sposobów próbowano postawić znak równości między układem fizycznym i biologicznym. W wyjaśnieniu pochodzenia życia jesteśmy zdani na konstruktywizm logiczny albo na konstruktywizm ontologiczny. Konstruktywizm logiczny przyjmuje, że zaistnienie układu żywego było wynikiem elementów konstruktywnych i kreatywności powiązań między nimi, organizacji, w wyniku której powstały swoiste cechy. Konstruktywizm ontologiczny odwołuje się do kreatywności przyrody: jeden etap był podstawą drugiego, przy czym nie mamy tutaj do czynienia z liniowością, lecz rezultat układu jest wyborem jednej z możliwości, wyborem jednego możliwego stanu. Konstruktywizm nie rozwiązuje jednak wszystkich kwestii związanych z zaistnieniem życia, np. genezy reproduktywności makromolekuł.

W konstruktywizmie neguje się rolę przypadku w kształtowaniu życia. Zajmijmy się bliżej tą kwestią. Operowanie przypadkiem to zdanie się na osobliwą wizję przyrody (także wszechświata). Wizja ta pociąga za sobą konsekwencje metodologiczne, epistemologiczne i ontologiczne. Wyjaśnianie życia przez przypadek jest asymilowaniem układu żywego do wizji maszyny, z tą różnicą, że nie jest to maszyna skonstruowana przez inżyniera ze świadomością celów i zadań.

---

<sup>18</sup> Steven R o s e, Sarah B u l l o c k, *Chemia życia*, Warszawa 1993.

<sup>19</sup> Freeman D y s o n, *Początki życia*.

Po przyjęciu tej kategorii najpierw rezygnujemy z posługiwania się zasadami w wyjaśnianiu zjawisk, organizacji układu. Dalej trudno dane zjawisko interpretować w świetle związku przyczynowo-skutkowego, zwłaszcza nie ma sensu wskazywanie na przyczynę materialną lub intencjonalną. Na ogół w wyjaśnianiu zjawisk zmierzamy do ukazania przyczyny. W tym świetle przypadek wydaje się być nieprawdopodobny, brak przyczyny równa się przyjęciu owego nieprawdopodobieństwa. Dopuszczenie faktu bez przyczyny jest zdaniem się na indeterminizm (na stany nieokreśloności w danych warunkach istnienia), jest to negacja nauki. Czyż nie ma zdarzeń przypadkowych? Owszem, są. Należy jednak odróżnić wydarzenia przypadkowe od procesu budowania wiedzy na kategorii przypadku. Tymczasem dla Jacquesa Monoda przypadek i konieczność nie są właściwościami, lecz prawami, które rządzą rozwojem życia. Jego zdaniem niekiedy rygorystycznie zdeterminowana maszyna chemiczna – organizm – która realizuje w sobie i dla siebie swój własny cel, zmienia kierunek jego realizacji. Jest to dla niej w zasadzie wydarzenie pozytywne, gdyż dzięki niemu może się ona rozwijać. Jest ono źródłem nowości i postępu. Powoduje, iż w biosferze ustanawia się nowy porządek, nowe regularności. Wydarzeniem tym są nagłe i nieprzewidywalne zmiany przypadkowe, które rzadko występują w świecie życia. Prawdopodobieństwo ich zaistnienia jest prawie równe zeru (określa się je jako szczęśliwy, szczególny zbieg okoliczności). Poza tymi wydarzeniami działanie organizmu podlega prawu konieczności.

Stanowisko Monoda wywołało w literaturze biologicznej ożywioną dyskusję. Dotychczas bowiem przypadek ujmowano jako coś subiektywnego, wynikającego z niewiedzy człowieka. Przypadku nie traktowano ani jako przewidzianego przez regułę, ani jako obiektywnie realizującego się w przyrodzie. Monod natomiast uznał przypadek za fakt obiektywny, przewidziany przez prawo i zgodny z prawem statystycznym, w którym elementem istotnym jest prawdopodobieństwo. Jego istnienie nie pozwala na dokonywanie prognoz absolutnie pewnych. Zjawiska przypadkowe opierają się na częstości zdarzeń w układach żywych. Według Monoda to, co zaistniało przypadkowo, staje się konieczne. W organizacji układów żywych autor ten podkreśla stałość, regularność, niezmiennność; przypadek wiąże się z tym, co niestałe, zmienne i nieregularne. Oto dziwny obraz przyrody, w którym niezmiennność jest zależna od przypadku. Rzeczywistość biotyczna bierze swój początek od przypadkowego zaistnienia kodu genetycznego. Przypadek jest sprężyną biosfery, motorem rozwoju życia.

Spór o prawo przypadku w zaistnieniu i rozwoju życia trwa ponad dwadzieścia wieków i nadal jest aktualny. Dotyczy on ciągle tej samej kwestii: czy można przyjąć, że wszystko, co nowe, jest dziełem przypadku, czy przypadek jest zasadą adekwatną w wyjaśnieniu zaistnienia i rozwoju życia. Zarówno zwolennicy, jak i przeciwnicy przypadku odwołują się do tych samych prawideł rachunku prawdopodobieństwa i teorii szans. Prawdopodobieństwo pojawienia się prymitywnej komórki jest prawie zerowe. Na przykład prawdopodobieństwo otrzymania przez przypadek molekuły asymetrycznej 0,9 wynosi  $2,02 \times 10^{-321}$ , a prawdopodobieństwo pojawienia się struktury białkowej wynosi  $10^{286}$ . Autorzy zajmujący się obliczaniem prawdopodobieństwa pojawienia się przez przypadek poszczególnych molekuł dochodzą do ogromnych liczb<sup>20</sup>. Wielkość tych liczb wzbudza sceptycyzm wobec przypadku, ponadto rozwój nauki wymaga szukania związków, np. przyczynowych. Z tej racji badacze nie wykluczają, że zdarzenia mają charakter przyczynowy, jednak wolą budować naukę na implikacjach. Jeśli przypadek hipotetycznie byłby stawiany na równi z innymi procedurami badawczymi, można by go zaakceptować. Tak jednak nie jest, jest on uzasadniony w bezpośredniej obserwacji faktów, np. nadzwyczajny fakt, przypadek lub cud.

Wybór przypadku jako czynnika organizacyjnego to wybór wizji przyrody, w której podstawowymi założeniami są: 1. w czasie nieskończonym lub dostatecznie długim to, co nieprawdopodobne, staje się prawdopodobne; 2. organizmy żywe są jak maszyny; 3. świat to pasmo zjawisk ekstremalnie nieprawdopodobnych; 4. pojawienie się organizmów żywych to setki tysięcy przypadków; 5. przypadek, jeśli nie wyklucza weryfikacji, to przynajmniej ogranicza jej możliwość (np. weryfikacja też w świetle mechaniki kwantowej); 6. przypadek wyklucza możliwości. Obierając opcję przypadku, winniśmy być świadomi swoistego interpretowania zjawisk biologicznych, co do genezy i ich znaczenia (sensu funkcjonowania).

Uczeni optujący za przypadkiem są zdania, że przypadek jest zgodny z faktami obserwacji, z doświadczeniem. W tym miejscu należy się zastanowić, czy przypadek aplikujemy do faktów doświadczalnych, czy też fakty empi-

---

<sup>20</sup> Zadaniem nauki jest odkrywanie zasad porządku ukrytego w naturze. Stąd też nauka bierze pod uwagę różne warianty: przypadek, chaos, porządek, nieporządek, kompleksowość. Jedni przy tym bazują na zasadzie determinizmu, drudzy akceptują racjonalizm naukowy, iż prawa fundamentalne natury są nieodwracalne i stochastyczne. Przypadek został omówiony szczegółowo w: Francis K a p l a n, *La paradoxe de la vie. La biologie entre Dieu et Darwin*, Paris 1995, s. 108-171; Stanisław Z i ę b a, *Rozwój mechanistycznej koncepcji życia w piśmiennictwie francuskim XX wieku*, s. 211-224.

ryczne do przypadku. Można przyjąć, iż życie jest tak nieprawdopodobne, że należy wyjaśnić je przez przypadek. Ale może należy dopuścić inną hipotezę, gdyż hipotezę przypadku trudno zweryfikować w świetle danych biologicznych lub fizycznych. Na obecnym etapie rozważań trudno jednoznacznie wykluczyć przypadek w rozwoju świata, ale wydaje się, że tego typu wyjaśnienie jest niewystarczające.

## 2. *Natura życia*

Poznać naturę życia to odkryć reguły organizacji. Zrozumieć organizację to wskazać na algorytmy organizujące. Nie jest to problem nowy. Od samego początku tworzenia wiedzy o życiu człowiek poszukiwał *arche*, zasady organizującej. Obecnie obok zasad zarządzających materią i energią sięga po zasadę informacji. Poszukiwania osobliwości bytów żywych i cech kwalifikacyjnych idą w różnych kierunkach. Francisco J. Varela przyjął, że topologia organizacji jest wyznaczona przez relacyjność. Jej rezultatem są różnego rodzaju molekuly, np. białka. Peter Coveney i Roger Highfield (fizycy) twierdzą, że badania nad życiem sprowadzają się do procesu gastrulacji – jedna komórka zarodka, a następnie kilka tych samych traci symetrię, rozwija się w kierunku wytwarzania narządów, np. kształtuje głowę. Dlaczego układ ten nie zachowuje symetrii, dlaczego organizm nie rozwija kształtu kulistego? Problem symetrii i asymetrii zyskuje zasadnicze znaczenie w rozumieniu organizacji układu biotycznego. Alana Turinga i Johna Neumanna interesował stan równowagi układu, inni w tej materii próbowali zastosować pomysły Ilyi Prigogine’a do układów fluktuacyjnych. Zadaniem Alana Turinga było odkrycie stanu wnętrza. Sięgnął on do informacji, aby wyjaśnić sukcesję stanów. Zastanawiał się on nad sposobem przemiany związków chemicznych w strukturę biologiczną. Jak sferyczna grudka identycznych komórek zmienia się w organizm (tę kwestię uznał za najważniejszą tajemnicę życia)? Wielu badaczy interesuje układ biotyczny w aspekcie porządku (do jego ujęcia stosują prawa termodynamiki). Peter Coveney, Ilya Prigogine, Isabelle Stengers i inni uważają, że w organizmach żywych procesy biochemiczne są ściśle określone, reakcje dokładnie „dobre” (wykluczają oni przypadek). Zdaniem Prigogine’a układ biologiczny winien być rozpatrywany w kategoriach: przeszłości, terażniejszości i przyszłości. Tworzące ten układ cząsteczki są wynikiem ewolucji, zostały one wyselekcjonowane do uczestniczenia w mechanizmach autokatalicznych, mających generować specyficzne formy samoorganizowania

się<sup>21</sup>. Ten fakt świadczy o specyfice układu biotycznego względem abiotycznego, wskazuje na różnice między fizyką i biologią. Z kolei Nancy Cartwright uważa, że nie można na układ żywy patrzeć tylko z perspektywy fizyki i chemii. Należy się zgodzić, iż własności biologiczne nie są samoistne i niezależne, gdyż są wyznaczone przez własności fizyczne układu. Fizyka pomaga wyjaśnić zjawiska zachodzące w układach biologicznych. Tego typu stanowisko zaczyna dominować w badaniach nad życiem. Skrajny redukcjonizm ustępuje miejsca umiarkowanemu, dopuszczającemu oprócz oddziaływań fizycznych oddziaływania biologiczne. Współdziałanie tych czynników powoduje skutki, które nie mogą być wywołane czynnikami jednego rodzaju. W tych stwierdzeniach zawiera się jeszcze wiele niejasności, np. chodzi o specyfikację zjawisk, czym się różnią zjawiska biologiczne od fizycznych. Zjawisko biologiczne nie może być określane tylko przez właściwości elementów, które go konstytuują.

Poznanie autonomii układu ożywionego względem układu nieożywionego zależy od punktu wyjścia, od danych doświadczalnych, od dziedziny poznawczej. O autonomii możemy mówić, ukazując kontrast między systemami nieożywionymi i ożywionymi (ów kontrast może wynikać z kilku źródeł: substancje budujące układ żywy, procesy w nim zachodzące). Autonomia nie może być poznana bez refleksji komplementarnej. Autonomia jest uogólnieniem dokonany przez obserwatora, ale nie dowolnie. Obserwator przez wprowadzenie takiego pojęcia kieruje się potrzebami autoodniesienia zjawisk, które odgrywają rolę istotną w determinacji i tożsamości systemu.

W świetle owej autonomii mamy do rozwiązania bardzo skomplikowane równanie: życie = auto- geno- feno- ego- eko- re- organizacja (komputacyjno-informacyjno-komunikacyjna). Równanie powyższe wskazuje na kierunek poszukiwań natury życia. Autonomia wynika więc nie tylko z osobnych analiz genotypu lub fenotypu, lecz także zawiera się ona w relacjach między tymi składnikami. Łatwo zauważyć, iż postawiony problem natury życia (organizacji) obejmuje obszar między fizyką a biologią, między biologią a

---

<sup>21</sup> Rozwój życia – zdaniem Ilyi Prigogine’a – jest związany z ewolucją, zróżnicowaniem i niestabilnością. Życie można zrozumieć, studiując je nie w aspekcie substancjalności, ale w aspekcie komunikacji i czasowości. Stan niestabilny daje początek zjawisku samorzutnego organizowania się. Dokonuje się to w ramach struktur dyssypatywnych (nazwa wskazuje na powiązania między strukturą i porządkiem a dyssypacją – stratą). Ilya P r i g o g i n e, Isabelle S t e n g e r s, *Z chaosu ku porządkowi*, Warszawa 1990; Ilya P r i g o g i n e, *Czas, chaos i dwie kultury*, w: *Czy nauka jest dobra*, s. 175-193; Manfred E i g e n, Ruthild W i n k l e r, *Gra*, Warszawa 1983.



psychologią. Skąd wynika owo równanie? Odpowiedź zmierza w kierunku racjonalności. Układy biotyczne stanowią systemy otwarte. Systemy otwarte mają to do siebie, że wiedza o nich jest procesem ewolucyjnym. Posłużmy się dla uzasadnienia tego faktu twierdzeniem Gödla (dla układów formalnych), że dla każdego systemu aksjomatów, z którego można budować arytmetykę, jeśli taki system jest spójny, to musi być niekompletny. Owa niekompletność odnosi się też do systemów biotycznych. Świadczy o tym narastanie wiedzy o nich i obecny stan badań. Wiedza o życiu zbierana jest przeważnie na drodze indukcji. Systematycznie zbieramy fakty, klasyfikujemy je i wykrywamy między nimi ogólne związki, by na nich tworzyć nowe fakty. Słabość tak uzyskanej wiedzy tkwi w założeniu jednorodności, podczas gdy układy biotyczne nie są jednorodne. Zadaniem indukcji jest odkrywanie praw rządzących tymi układami. Tutaj znowu napotykamy na dyskusje nad prawami biernymi i aktywnymi, nad prawami biologicznymi i fizycznymi. Nauka tworzy systemy, które same się ograniczają. Ponadto winniśmy sobie zdać sprawę, że budowanie wiedzy o naturze życia nie dokonuje się tylko na aktualnych spostrzeżeniach, ale na obserwacjach powiązanych z uprzednimi doświadczeniami za pomocą budowanej racjonalnie systematycznej refleksji. A tak często powtarza się, że wiedza o życiu budowana jest na faktach obiektywnych. Tymczasem jest ona ograniczona percepcją człowieka, narzędziami, tradycją, kulturą.

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych uznano, że zjawiska na poziomie molekularnym wskazują na ostateczne wyjaśnienie natury życia. Przyjęto bowiem, że sedno życia zasadza się na jednowymiarowej linearnej informacji. Budowanie koncepcji życia na kodzie genetycznym okazało się nie do końca zadowalające. Nie wszyscy badacze chcą przyjąć ideologię, że atom jest przyczyną wszystkich właściwie wyższych układów. Ideologia ta dyktuje sposób badania świata, polegający na dzieleniu go na pojedyncze fragmenty, które są przyczyną danego zjawiska (na tych zasadach bazuje obraz organizmu kontrolowany przez geny). Już w latach osiemdziesiątych pojawiły się opinie krytyczne wobec tego podejścia. Dla wielu badaczy molekularny opis nie wystarcza, żeby wyjaśnić organizację układów biotycznych. Ich zdaniem organizacja uwidacznia się na poziomie makroskopowym, a nie mikroskopowym, gdyż jest ona rezultatem oddziaływań między elementami. Twierdzenia, że układ żywy składa się z licznych elementów składowych, że procesy życia są rezultatem współdziałania między sobą – nie rozwiązują jeszcze jego organizacji. Zdaniem Francisca J. Vareli wiedza koncentrująca się na połączeniach między białkami a kwasami nukleinowymi i przyjmująca,

że jeden porządek powoduje zaistnienie drugiego porządku, nie wskazuje na to, co decyduje o takiej kwalifikacji porządku. Według tego autora modele biologii molekularnej upraszczają wyjaśnienie organizacji układów żywych (DNA człowieka buduje człowieka, DNA kury buduje kurę). Roztwór ludzkiego DNA, pociętego na niezbyt długie fragmenty, jest lepłą cieczą. DNA nic nie robi, by przemieniać tę informację w organizm człowieka. DNA po prostu jest. Potrzeba różnego rodzaju narzędzi, aby treści tego przepisu zastosować. DNA bierze udział w procesach określających narzędzia, które mają być używane. Ale w samym DNA nie ma jakiegokolwiek planu człowieka, nie ma zapisanego jego modelu. Współcześni badacze przyjmują wspólne działanie wszystkich genów, od których ma zależeć organizm żywy. Istnieje znacznie więcej elementów w układzie żywym, których DNA nie określa i których też nie może zmienić. Na przykład wiele cech fizycznych i chemicznych ma charakter „dany” – niezależny od organizmu (dane są liczne regularności biologiczne). Podkreślmy, iż idea genetycznej natury życia staje się dominująca z tej racji, że łączy ona cechy fizykochemiczne organizacji molekularnej z cechą informacyjną „program”. Z tej racji sprzyja ona redukcjonizmowi, dostrzegając w genach prawdziwą realność życia. Jest to jednocześnie przyjęcie założenia o negacji jego specyfiki. Według Edgara Morina nie do końca wynika z danych biologii molekularnej, że zjawiska na tym poziomie są nosicielami życia. Jest to podejście redukcjonistyczne: wyjaśnianie zjawisk biologicznych na podstawie analizy zachowania cząstek.

Wydaje się, że problemy natury życia sprowadza się do wyjaśnienia kwestii złożoności. Przed badaczami życia stają problemy, jak z prostego wyłania się złożoność. Czy działa tu jakaś siła życiowa, sprawcza zasada organizacji? Na ile tą siłą jest matryca DNA, wielka i długa cząsteczka zawierająca w sobie ogromną liczbę informacji? „Organizm jest informacją genetyczną przyobleczoną w ciało”. Obserwacja świata (może intuicyjnie) naprowadza nas na stwierdzenie, że cechą natury jest złożoność. W świetle tej kategorii logicznie układa się ewolucyjny rozwój wszechświata – od cząstek elementarnych do człowieka. Logiczność ta jest mniej wyraźna po przyjęciu ontologii, że obecny stan wszechświata jest skutkiem kombinacji prostych procesów. Ontologia podsuwa, iż istnieją wokół nas układy o uporządkowanych zjawiskach kolektywnych – emergentnych – które dają się opisać wyłącznie na wyższym poziomie. Jednym słowem, nie zrozumiemy natury życia, gdy nie rozwiążemy tego problemu. Również z punktu ekologicznego, zajmując się organizacją życia na poziomie ekosystemu lub biosfery, winniśmy być świadomi, że bez rozwiązania tego problemu, nasze analizy ekologiczne będą zawieszony w

próżni. Nie można mówić o bezpiecznej biosferze, nie znając algorytmów zarządzających życiem na poziomie indywiduum i ekosystemu. Przyjmując za punkt wyjścia istnienie cząstek elementarnych, zastanawiamy się, jakimi drogami następował proces złożenia (sumatywność, kompozycyjność, kumulatywność). Wydaje się, iż nie można tego problemu sprowadzić do fizyki, dotychczasowe próby jego rozwiązania optują za interdyscyplinarnym podejściem.

W niniejszym podejściu interesuje nas złożoność jako wewnętrzna własność układu. Wskazujemy na nią często poprzez porównania, analogie („bakteria jest bardziej złożonym układem niż kawałek blachy stalowej”). Na wybór strategii badawczej tak pojętej złożoności wpływ ma zarówno język (zespół kategorii, które wybieramy do opisu układu, np. porządek, emergencja, stan, cecha, wiedza), jak i ontologiczny wymiar rzeczywistości (ten aspekt wynika z uwarunkowań kulturowych).

Nie wdając się w szczegóły, do złożoności dochodzimy przez wskazanie w układzie jak najwięcej zmiennych (proces odkrywania nowych zmiennych sprzyja umocnieniu strategii holistycznej; redukcjonizm polega na eliminowaniu poszczególnych zmiennych). Inaczej wygląda to w układach typu liniowego, a inaczej w układach nieliniowych (za takie uważamy organizmy żywe). Przysłówek „inaczej” odnosi się do kwestii globalności i całościowości układu (układ nieliniowy wyraźniej uwydatnia swą cechę całościowości). Zdaniem Petera Coveneya i Rogera Highfielda, aby mógł powstać układ złożony, wymagane są dwa elementy: czas i nieliniowość. Nieliniowość sprawia, że niewielkie zmiany na jednym poziomie organizacji układu mają rozległe konsekwencje na tym samym lub innym poziomie.

Historycznie prace nad złożonością układu rozpoczęli Alan Turing i John von Neumann, którzy skupili się na ukazaniu jedności w różnorodności, wskazaniu na istotny wymiar organizacji (uporządkowania). Uporządkowanie było podstawą określenia życia przez Erwina Schrödingera. Bazą ich badań były automaty samoreprodukujące się, tym samym badacze ci uznali, że można zignorować fizyczno-biologiczną bazę życia i skoncentrować się na logice rządzącej procesami. Stąd von Neumann zaproponował definicję życia jako logicznego procesu. Od strony matematycznej na związek między złożonością i życiem wskazał Stanisław Ulam. Turing chciał wyjaśnić chemiczne podstawy procesu powstawania określonych kształtów, struktur i funkcji w żywych organizmach (morfogenezę). W jaki sposób organizm zmienia mieszaninę związków chemicznych w strukturę biologiczną? Jak sferyczna grudka identycznych komórek zmienia się w organizm (embriogeneza)? Uznał ten proces

za największą zagadkę życia. Tej kwestii nie rozwiązał, podał jedynie szereg możliwości. Idea jego została podjęta przez Borysa Biełousowa, Anatolija Żabotyńskiego, Ilyę Prigogine'a i René Lefevera. Biełousow i Żabotyński podali przykład reakcji chemicznej potwierdzającej możliwość samoorganizacji (model wytworzenia się struktury z trzydziestu różnych związków nieorganicznych). Był to jednak przykład układu nieorganicznego zdolnego do samoorganizacji, układu przypadkowego, w którym zachodzą reakcje nieorganiczne. Prigogine i Lefever w swoim modelu układu samoorganizującego się bazowali na II zasadzie termodynamiki (cechą tego układu nieliniowego były sprzężenia zwrotne). Wspomniani autorzy zdają sobie sprawę, że ich modele są dalekie od odzwierciedlenia sytuacji (immanentyzmu) w organizmach żywych. Biochemia organizmu żywego jest skomplikowana i ściśle określona, podlega algorytmom, które wyczuwamy, ale których do końca jeszcze nie znamy. Układy żywe są wynikiem długiej ewolucji. Zdaniem Petera Coveneya i Rogera Highfielda grupa tworzących je cząstek jest wynikiem pewnej ewolucji; zostały wybrane do uczestniczenia w mechanizmach autokatalicznych, mających generować bardzo specyficzne formy samoorganizowania się. Ich zdaniem mamy tu do czynienia z celową chemią – i na tym polega cud życia.

Badacze zajmujący się naturą życia zdają sobie sprawę, iż mają za przedmiot układ o specyficznej złożoności, którą wyjaśnić mogą albo przez samoorganizację, albo przez układ zaplanowany przez transcendentnego Stwórcę. Wybór pierwszej możliwości jest uzasadniony na poziomie naukowym, ale biolog winien nadal szukać podstawowych zasad rządzących procesami samoorganizacji. Życie jest jakością emergentną (te jakości konstytuują realność biotyczną), jest rezultatem emergencji, począwszy od warunków i procesów fizykochemicznych, konstytuujących realność oryginalną. Istnienie tej realności nie wyklucza ścisłego powiązania realności biologicznej z fizyczno-chemiczną.

Ten stan wynika z obracania się wokół dwóch wielkości: materii i energii, brakuje nam wielkości organizującej, być może zawiera się ona w kategorii „informacja”. Informacja jest wskaźnikiem wyboru możliwości, decydującym o ukierunkowaniu działań. Różnica między układem biotycznym i abiotycznym polega na tym, że drugi nie ma zdolności przetwarzania informacji, jakiejś kompresji regularności. Układ biotyczny jest zdolny do zdobywania informacji i przekazywania jej następnym pokoleniom w postaci pakietu informacji, zwanego genomem organizmu. W świetle tej kategorii nabiera sensu rola historii rozwoju życia, ewolucji twórczej, ewolucji przekształceń.

Twierdzimy, że układ biotyczny jest następstwem informacji. Bez wątplenia wymaga to jeszcze gruntownego uzasadnienia. Badacz życia jest świadomy, że życie byłoby niemożliwe, gdyby układ nie dysponował stałym źródłem energii. Każdy organizm jej poszukuje, w pewien sposób ją grabi, rozrywając i kradnąc energię potrzebną do życia. Wymiar materialno-energetyczny jest istotny dla istnienia życia, jednak niewystarczający. Jeśli uważamy, iż organizacja układów jest jakościowa (przejście od jednego stanu do drugiego następuje nieliniowo, być może skokowo), to informacja pełniłaby funkcję czynnika dyskretnego, ukierunkowując organizację ku czemuś. W jaki sposób zarodek daje początek tak złożonej istocie jak człowiek? W czym tkwi istota mechanizmu zdolnego przemienić tę komórkę we wszystkie tkanki organizmu? Jak zawarta w genach informacja kontroluje te procesy i jak geny radzą sobie z generowaniem całej tej niepojętej złożoności układu żywego? Rozwój życia to nie tylko generowanie wciąż nowych rodzajów komórek. To jedna z największych tajemnic biologii.

Obecne próby rozwiązania problemu natury życia idą w trzech kierunkach. Zaistnienie układów żywych i ich działanie sprowadza się do: 1. reakcji chemicznych (biochemicznych) – czysta chemia z podstawami czynników fizycznych, np. elektrony walencyjne; 2. logiki kwantowej – oddziaływania elektromagnetyczne powodowane impulsami informacyjnymi z otoczenia; 3. logiki informacji – materia stanowi logiczne następstwo informacji dopływającej nieprzerwanie z wszechświata (a może jej źródłem jest metainformacja).

Opowiadamy się za trzecią drogą poszukiwań. Osobliwość życia polega bowiem na realizacji treści informacyjnych, a nie tylko na przenoszeniu informacji w układach biologicznych. Badacze życia skupiają się na przenoszeniu, odbieraniu i magazynowaniu informacji zarówno w pojedynczych komórkach, jak i w narządach. Jakiej informacji? Cybernetycznej, fizycznej czy bioinformacji? Za przyjęciem tej ostatniej formy informacji skłaniają nas takie procesy, jak ewolucja, rozwój, powstawanie nowych cech. Istnieją próby sprowadzenia bioinformacji do poziomu biochemicznego lub elektromagnetycznego. Trudnością przy tego typu podejściu jest przechowywanie informacji w mózgu człowieka – niemożliwość lokalizacji jej zawartości. Jak stwierdził Daniel C. Dennet<sup>22</sup>, ludzka świadomość jest chyba ostatnią z istniejących tajemnic (zjawiskiem, o którym ludzie nie wiedzą, co sądzić). Świadomość pozostaje tematem, wobec którego najbardziej wyrafinowani myśliciele pozostają bez-

---

<sup>22</sup> Daniel C. Dennet, *Consciousness Explained*, New York 1991.

radni. Zdaniem Williama H. Calvina<sup>23</sup> nieporozumieniem jest próba stosowania darwinizmu do życia umysłowego, prowadzi to nas na manowce. Po między zjawiskami kwantowymi a świadomością istnieje około tuzina trwałych pośrednich poziomów organizacji: na przykład związki chemiczne, molekuły z ich samoorganizacją, biologia molekularna, genetyka, biochemia, błony komórkowe i ich kanały jonowe, synapsy z ich neuroprzekaznikami, same neurony, obwody neuronalne, kolumny i moduły, dynamika korowa w wyższej skali. Analiza tych poziomów i poznanych mechanizmów działania doprowadziła wspomnianego autora do stwierdzenia, że świadomość w swoich rozlicznych konotacjach na pewno nie jest zlokalizowana ani w piwnicach chemii, ani w fundamentach fizyki.

Analogiczna sytuacja dotyczy układów żywych, nie co do świadomości, ale algorytmu organizacyjnego. Zdaniem George'a C. Williamsa biologowie ewolucjoniści zapomnieli, że faktycznie badają ewolucję na dwóch – mniej lub bardziej niewspółmiernych – płaszczyznach: informacji i materii. Nie sposób sprowadzić tego na jedną „redukcyjną” płaszczyznę. Informacja nie ma ani masy, ani ładunku, ani długości mierzonej w metrach. Na tej samej zasadzie materii nie da się opisać w bajtach. Materia nie posiada redundancji, wierności i innych właściwości opisujących informację. Ta nieprzystosowalność kategorii opisowych sprawia, że materia i informacja stanowią dwie odrębne domeny egzystencji, o których należy mówić osobno, stosując odpowiednią terminologię. Konsekwencją tego rozumowania jest stwierdzenie, że gen to pakiet informacji, a nie obiekt fizyczny. Gen definiowany jest przez sekwencję podstawowych par zasad w cząsteczce DNA. Sama cząsteczka jest tu tylko nośnikiem, nie informacją. Bez ścisłego rozróżnienia pomiędzy nośnikiem a informacją nie można w sposób jasny mówić i myśleć o ewolucji. W formie komentarza dodajmy, że bez tego rozróżnienia nie można prowadzić wyjaśniania natury życia. Przejawy fizyczne czy biochemiczne wskazują nam na informację. Zdaniem Josepha Levine'a i Davida Suzuki<sup>24</sup> żywy organizm – uporządkowany wir w rzece chaosu – istnieje dzięki magazynom informacji biologicznych. Nie DNA jest wszechpotężne, nie ono kieruje historią życia na Ziemi od trzech i pół miliarda lat. To informacja przechowywana w DNA kontroluje więcej szczegółów dotyczących każdej formy życia, niż można to sobie wyobrazić – począwszy od niezna-

---

<sup>23</sup> William H. Calvin, *Jak myśli mózg*, Warszawa 1997.

<sup>24</sup> Joseph Levine, David Suzuki, *Tajemnica życia. Czy się bać inżynierii genetycznej*, Warszawa 1996.

nych procesów międzykomórkowych do ogromnej liczby właściwości sprawiających, iż jest tym, czym jest<sup>25</sup>.

Winniśmy w tej przyjętej opcji zinterpretować też wyższe poziomy życia. Toczy się dyskusja nad realnością takich jednostek, jak ekosystem, biosfera. Pomijamy to i przyjmujemy, iż populacje nie są zarządzane przez przypadek, lecz organizują się według informacji „wspólnoty”. Informacja pozaosobnicza, informacja na poziomie ekosystemu pochodzi nie bezpośrednio z indywidualnego wyposażenia osobników (ich genów), ale z interakcji osobniczych, z przechowywanej w pamięci wiedzy o indywidualnych doświadczeniach życiowych osobników i adaptacyjnych strukturach tych doświadczeń. Wypadnięcie gatunku, puli genowej, puli informacyjnej może powodować perturbacje i chaos w dynamice układu.

\* \* \*

Podsumowując stwierdzamy, że organizację układu żywego należy rozważać w trzech kategoriach: materii, energii i informacji. Informacja wyjaśnia nam przekaz przez pokolenia, ukazuje sens powiązań stanów w układzie żywym, w jej świetle nabiera znaczenia immanentyzm układu. Odpowiada nam na pytanie, dlaczego łączą się kwasy nukleinowe i białka, ona też decyduje o kwalifikacji porządku. Przed nauką jednak staje kwestia natury informacji: na czym polega różnica między informacją cybernetyczną i biologiczną.

#### NATURE OF LIFE IN THE ASPECT OF ORGANIZATION

#### S u m m a r y

The article consists of two parts: the methodological one and the one devoted to the subject itself. The former one includes a discussion on the choice of the research strategy for living

---

<sup>25</sup> Bronimy tezy: istnieje współzależność między informacją a organizacją. Na przykład od bakterii do organizmów wyższych istota organizacji sprowadza się do specyfiki uporządkowania według treści. Zob. George C. W i l l i a m s, *Pakiet informacji. Trzecia kultura*, Warszawa 1996; Bernd-Olaf K ü p e r s, *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia*, Warszawa 1991.

systems. The choice is between the reductionist and antireductionist approaches. Reductionism is discussed in detail in the article, which means that the author did not confine himself to one of its options only, but on the basis of the abundant western literature he shows its various versions: the constitutive, explicative, theoretical, methodological, epistemological and ontological ones. Each of them is discussed both from the point of view of its victories and defeats. Antireductionism includes considerations of holism (strong, weak) in the aspect of its adequacy to explaining the autonomy of living systems. The author seeks conciliation of reductionism and antireductionism in emergentism.

The latter part of the publication is concerned with the problem of organization of living systems. It consists of two parts: the origin and the nature of life. The first one includes a discussion of various conceptions of the transition from physis to bios. The article contains a review of numerous approaches to understanding of the mentioned transition. Particular approaches are discussed in several aspects: methodological, epistemological and . Hence this part of the article is a synthesis of the achievements in the question of understanding the origin of life. The author reduces the problem of the nature of life to pointing to the organization rules, to the algorithms that are decisive for biologism of the system. The stress in this question is put on information which, besides the matter and energy decides about the specific type of systems.

The article has the character of a review and synthesis. It is based on the literature published in the West. Its task is to show the reader the progress in interdisciplinary knowledge that is concerned with the study of the organization of living systems. The material that is included in the article transcends the problems of philosophy of living nature.