

Henryk Nowik

Biologiczne pojęcie przyczynowości

Studia Philosophiae Christianae 15/2, 155-172

1979

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

HENRYK NOWIK

BIOLOGICZNE POJĘCIE PRZYCZYNOWOŚCI

Część II

1. Nawiązanie do części pierwszej. 2. Analiza pojęcia związku przyczynowego. 3. Sformułowanie biologicznego pojęcia przyczynowości.

1. NAWIĄZANIE DO CZĘŚCI PIERWSZEJ

Biologiczne pojęcie przyczynowości, które omówiono w I części artykułu zamieszczonego w *Studia Philosophiae Christianae* 15 (1979) 1, s. 99—116, składa się z kategorią przyczyny P, skutku S i relacji przyczynowej R.

Przyczyną P jest kompleks czynników materialnych, energetycznych, informacyjnych z ich parametrami takimi, jak: swoistość czynnika, swoistość narastania czynnika, siła fizyczna lub stężenie substancji, czas oraz stan układu biotycznego w określonych warunkach otoczenia; wśród tego kompleksu czynników P jeden z nich pełni rolę dominującą ze względu na ewolucyjny poziom organizacji reagującego biosystemu.

Skutek S jest zjawiskiem, które trwa (odbywa się) w czasie skończonym i stanowi niepodzielną całość z przyczyną dzięki relacji R, która posiada szereg charakterystycznych własności.

2. ANALIZA POJĘCIA ZWIĄZKU PRZYCZYNOWEGO

Wydaje się, że na obecnym etapie rozwoju nauk biologicznych relacji przyczynowej R przypisuje się następujące cechy: a) nieodwracalność (asymetria względem czasu według relacji „wcześniej niż”), b) przechodność, c) konieczność.

Relacja asymetryczna (lub antysymetryczna) c_1 jest to taka relacja, dla której warunki xRy i yRx wyłączają się nawzajem, gdy $x \neq y$ ¹. Jeśli bowiem zmienna A jest wcześniejsza niż zmienna B, to zmienna B nie może być wcześniejsza

¹ Zob. Andrzej Mostowski, *Logika matematyczna*, Warszawa—Wrocław 1948, 133 n.

sza niż zmienna A. Cechę asymetryczności następstwa czasowego eliminują ze związku przyczynowego rozważania wyrosłe na gruncie filozoficznego sposobu myślenia. Dla zilustrowania tego stanu rzeczy przytoczę pogląd J. Łukasiewicza i B. Russella.

Pierwszy z wymienionych autorów utrzymuje, że"..... nie ma żadnych argumentów a priori, które by wykazały, że skutek nie może wyprzedzać przyczyny. Przez stosunek przyczynowy rozumiem bowiem związek konieczny, który się da przedstawić za pomocą formułki:

$$Z = p_1 p_2 + n_2 n_1 + (p_2, p_1) + (n_1, n_2),$$

a który krócej można wyrazić w ten sposób, że gdy p_1 ma c_1 , p_2 musi mieć c_2 , ale nie na odwrót. W tym związku koniecznym nie zawiera się żaden stosunek czasowy; stosunek ten dołącza się do związku przyczynowego tylko dzięki temu, że zarówno p_1 jak p_2 mogą posiadać cechy c_1, c_2 w różnych chwilach czasu. Czy jednak p_1 ma c_1 wcześniej niż p_2 ma c_2 , czy równocześnie, czy też może później, nie wpływa to w żaden sposób na związek konieczny i na odwrót, związek konieczny w żaden sposób nie wpływa na stosunek czasowy" ².

Podobne stanowisko zajmuje drugi z wymienionych autorów ³, którego argumentację w tej sprawie można przedstawić następująco: Przyczyna musi trwać przez pewien skończony czas. Jeżeli przyczyna trwa przez pewien skończony czas, to albo w niej samej mogą zachodzić zmiany, a wtedy należałoby ją ograniczyć w czasie, co trwałoby bez końca, wciąż bowiem pozostawałyby części wcześniejsze, nie mające styczności ze skutkiem, albo też w przyczynie takich zmian nie ma, a wtedy byłoby zupełnie niezrozumiałe, dlaczego przyczyna nie spowodowała skutku wcześniej, tylko właśnie w tej chwili. Ponieważ jednak i druga ewentualność jest nie do przyjęcia, wobec tego należy odrzucić przypuszczenie, że przyczyna i skutek są styczne w czasie.

Przeciw takiemu ujęciu opowiada się między innymi C. J. Ducasse. „Główny zarzut Ducassea przeciwko argumentacji Russella polega — zdaniem Gaweckiego ⁴ na tym, że Russell

² Analiza i konstrukcja pojęcia przyczyny, w: *Z zagadnień logiki i filozofii*, Warszawa 1961, 41.

³ *De l'idée de cause. Le Mysticisme et la Logique*, Paris, 1922, 159—177.

⁴ *Stosunek czasowy przyczyny do skutku*, „Kwartalnik Filozoficzny”, VI (1943) 343 n.

pominał możliwość styczności przyczyny i skutku w czasie, w tym znaczeniu, że przyczyna jest zjawiskiem zajmującym odcinek prostej czasowej, którego ostatnim elementem jest pewna chwila C, skutek zaś — zjawiskiem, zajmującym inny odcinek tej prostej, którego pierwszym elementem jest ta sama chwila C". Poza tym jak słusznie utrzymuje Gawecki, „... następstwo czasowe skutku po przyczynie jest wyrazem fundamentalnej zasady nieodwracalności zjawisk rzeczywistych”⁵. Nieodwracalność zjawisk rzeczywistych jest następstwem faktu rozpraszania się energii cieplnej. Energia zachowuje się według dwóch praw termodynamiki⁶. Pierwsze prawo głosi, że przy zmianie stanu jakiegoś układu całkowita ilość jego energii pozostaje stała (nie powstaje ani nie ginie). Jeżeli układ przechodzi ze stanu S_1 do stanu S_2 , prawo tak samo zachowuje swoją ważność, jak i wtedy, gdy układ przechodzi ze stanu S_2 do stanu S_1 .

Drugie prawo stwierdza, że w określonych warunkach biologicznych jest możliwy tylko jeden z tych kierunków (w przypadku równowagi — żaden). Drugie prawo dostarcza więc informacji o kierunku zmiany stanu układu. W myśl bowiem tego prawa, pewna ilość energii ulega zawsze rozproszeniu w postaci energii cieplnej tak, że samorzutna przemiana energii np. świetlnej w potencjalną (zmagazynowaną w kwasach adenozynotrójfosforowych ATP) nie jest w 100 % wydajna. Zjawisko to zwane wzrostem entropii, W. Bladergroen⁷ ilustruje na przykładzie powstawania mocznika, przyswajania azotu, wykorzystywania energii i materii przez *Nitrosomonas* i *Chilomonas paramaecium* oraz na przykładzie zjawiska fotosyntezy. Ten ostatni przykład można przedstawić za wspomnianym autorem w sposób następujący:

⁵ Tamże, 407.

⁶ W. Bladergroen (*Wstęp do energetyki i kinetyki procesów biologicznych*, tłum. pod red. Włodzimierza Mozłowskiego, Warszawa 1957, 118 n.) zwraca uwagę na to, że niektórzy biologowie mówiąc o entropii mają na uwadze nie fizyczną entropię, ale coś innego, czemu Baas Becking nadał nazwę dysypacji. „Żywa istota buduje się sama wykorzystując swoje otoczenie: kumuluje materiał z otoczenia przez przyjmowanie pokarmów. Wraz z jej śmiercią ten proces koncentracji ustaje. Materiał nagromadzony dla wymogów życia ulega rozkładowi (...). Koncentrowanie w wyżej wymienionym sensie można zatem ujmować jako ujemną dysypację” (Bladergroen, dz. cyt., l. c.). Jeżeli zaś chodzi o stosowanie drugiej zasady do zjawisk biotycznych, to należy brać pod uwagę fakt, że każdy układ biotyczny jest systemem otwartym i należy go rozpatrywać łącznie z jego otoczeniem.

⁷ Dz. cyt., 113 n.



Substancja	S ₀ w cal./stopień 25°C 1 atm.
O ₂	49,02
N ₂ O (płynna)	16,75
CO ₂	51,08
Glikoza (stała)	50,50

Tabl. Normalne entropie substancji uczestniczących w fotosyntezie.
Wg Bladergroena.

Entropię promieniowania praktycznie można uważać za równą zeru. Stąd też dla powyższych reakcji jest dana wartość entropii:

$$\Delta S = 50,5 + 6,49,02 - 6,51,08 - 6,16,75$$

$$\Delta S = 62,4 \text{ cal/stopień}$$

Jeżeli reakcja ma przebiegać zgodnie z drugim prawem termodynamiki, to zmiana entropii S_g w całym układzie musi być albo równa zeru, albo od niego większa. Dla procesu odwracalnego obowiązuje wzór:

$$\Delta S_1 = -\frac{W}{T}$$

i wówczas można przyjąć, że wyzwala się tak duża ilość ciepła W, że $\frac{W}{T}$ wyniesie co najmniej + 62,4 cal/stopień. Przy 25° C wartość W = 18,6 Kcal, jest to najmniejsza wartość będąca jeszcze w zgodzie z drugą zasadą termodynamiki ($\Delta S + \Delta S_1 = 0$). Z punktu widzenia chemicznego entropia H (energia chemiczna zmagazynowana w postaci węglowodanów) wynosi 673 Kcal. Biorąc pod uwagę iloraz

$$\alpha = \frac{H}{\text{pochłonięta energia promieniowania}}$$

oraz uwzględniając fakt, że pochłonięta energia promieniowania musi być równa H i W, otrzymujemy

$$\alpha = \frac{673}{675 + 18,5} = 97\%$$

Liczba 97 % wyraża maksymalną wartość, która da się pogodzić z drugą zasadą termodynamiki, ponieważ najniższa wartość W wynosi 18,6. Wynika stąd: $\Delta S + \Delta S_1 > 0$, to znaczy zmiana

entropii ΔS_g całkowitego procesu fotosyntezy jest dodatnia. Przekształcenie zatem energii promieniowania w energię chemiczną w 100 % jest niemożliwe. Wobec tego, zjawisko fotosyntezy jest nieodwracalne, a tym samym stosunek, jaki zachodzi pomiędzy jego czynnikami: energia promieniowania,, $6CO_2$, $6H_2O$ (P) a produktami $C_6H_{12}O_6$, $6O_2$ (S) jest stosunkiem czasowego następstwa według realacji „wcześniej niż”.

P wcześniej niż S

Relacja „wcześniej niż” w przypadku filogenezy znajduje swoje uzasadnienie w prawie nieodwracalności ewolucji, sformułowanym przez L. Dollo. W myśl bowiem tego uogólnienia „organizm nie może powrócić nawet częściowo do stanu poprzedniego, który został już osiągnięty przez jego przodków⁸. Prawo to jest uogólnieniem szeregu faktów paleontologicznych oraz ma uzasadnienie w pewnej argumentacji teoretycznej, przeprowadzonej przez Dollo, która — zdaniem L. Sz. Dawitaszilięgo⁹ — jest przekonująca i całkowicie zgodna z zasadami darwinizmu. Zdaniem tego ostatniego „... ewolucja jest sumowaniem się zmian osobniczych zachodzących w określonym porządku. Gdybyśmy uznali, że ewolucja może być odwracalna, należałoby założyć udział czynników działających odwrotnie niż te, które wywołały i utrwaliły zmiany indywidualne, składające się na powstanie pierwotnej serii przeobrażeń. Prócz tego należałoby założyć, że przyczyny, które wywołały odwrócenie ewolucji, działały w ściśle odwrotnej kolejności niż te, które wywołały rozwój. Taki przebieg wydarzeń jest zbyt skomplikowany, bo można sobie wyobrazić, że mógł mieć miejsce w jakichkolwiek warunkach”¹⁰.

Prawu nieodwracalności ewolucji bynajmniej nie przeczą dane z zakresu współczesnej genetyki (w przypadku mutacji wstecznych). Jeżeli bowiem uwzględni się fakt stałego rozwoju organizmu w procesie ontogenetycznym¹¹, a tym samym stałej

⁸ Cyt. wg Z. Kielan i A. Urbanek, *Prawo nieodwracalności ewolucji i jego wpływ na ujmowanie filogenezy*, w: *Problemy ewolucjonizmu*, t. II, Warszawa 1957, 114.

⁹ Tamże, 117.

¹⁰ Tamże, 116.

¹¹ „Organizmy zmieniają się w czasie, rozwijają się i rozwój ich, będący zjawiskiem nieodwracalnym, postępuje naprzód w określonym kierunku. Każda istota stanowi więc człon cząstkowy pewnego historycznego procesu rozwojowego i zajmuje ściśle określone miejsce w tym procesie. Ucieleśnia ona każdorazowo osiągnięty poziom rozwojowy szczepu i nosi na sobie piętno pewnego ściśle określonego

zmiany środowiska funkcjonowania genów, to efekt fenotypowy w przypadku zmiany punktowej-wstecznej (E_2) w czasie (t_2) nie może być identyczny z efektem fenotypowym (E_1) w czasie (t_1).

Tym bardziej jeżeli kilka lub kilkanaście mutacji jest odpowiedzialnych za powstanie pewnego organu czy cechy, to zaistnienie takiego samego efektu w innym czasie jest jeszcze mniej prawdopodobne, a to dlatego, że każdemu organowi odpowiada kompleksowa i złożona baza genetyczna. W związku z tym, jeśli zaistnieje sytuacja, w której dobór będzie powtórnice „faworyzował” rozwój zanikłego czy też zredukowanego organu, to istnieje większe prawdopodobieństwo, że powstanie on na innej bazie genetycznej niż ta, na której rozwinął się poprzednio. Tym samym struktura jego będzie różna, mimo nawet identycznej funkcji. Zmiany przekształceń ewolucyjnych występują zawsze na ustalonej genetycznie bazie tego, co już istnieje.

Jeżeli prawo Dollo jest często kwestionowane w przypadku mutacji wstecznych i zjawisk atawistycznych, to odnośnie do całych linii filogenetycznych i wszystkich cech organizmu jest powszechnie uznawane¹². Żaden bowiem gatunek, który przekształcił się lub wymarł, nie pojawił się ponownie¹³. Podobnie zespół cech charakterystyczny dla danej jednostki taksonomicznej jest czymś niepowtarzalnym. Gatunek, który

odcinka czasu”. (O. H. Schindewolf, *Der Zeitfaktor in Geologie und Paläontologie*, Stuttgart 1950, 14).

¹² Z. Kielan i A. Urbanek, dz. cyt., 122.

¹³ „Łatwo pojąć, że raz wygasły gatunek nie może się na nowo pojawić, nawet, gdyby powtórzyły się takie same nieorganiczne i organiczne warunki życiowe. Jakkolwiek bowiem potomstwo jednego gatunku może być przystosowane (co bez wątplenia zachodziło w niezliczonej ilości wypadków) do zajmowania dokładnie miejsca innego gatunku w gospodarce przyrody i zastępowania go, to jednak obie formy, stara i nowa, nie mogą być identycznie te same, odziedziczyły bowiem od różnych form rodowych rozmaite z pewnością cechy, a różniące się od siebie ustroje będą też ulegać odmiennym zmianom”. (K. Darwin, *O powstaniu gatunków*, tłum. Sz. Diekstein, J. Nusbaum, Warszawa 1955, 353 n.). Podobnie utrzymuje Schindewolf gdy pisze, że „świat organiczny cechuje rzeczywisty, jednorazowy i planowy rozwój historyczny, w którym nie występują żadne powroty ani (...) nieprawidłowe wahania. Co prawda w świecie organicznym powtarzają się stale te same fizyczne i chemiczne procesy, prawa dziedziczności działają niezmiennie, lecz wszystkie te zjawiska rozgrywają się na podłożu, które podlega postępującej w czasie, nie ulegającej cofaniu przemianie, na którym wszystkie one pozostawiają ślad morfologiczny. Cofnięcie się tego rozwoju, wymazanie jakiegokolwiek raz zaszłej formy rozwojowej jest niemożliwością” (dz. cyt., 84 n.).

powstaje, jest zawsze różny od swych najbliższych przodków, jaki i całej linii filogenetycznej. Fakt, że gatunki są niepowtarzalne w czasie, ma doniosłe znaczenie dla systematyki¹⁴ i geologii¹⁵.

Drugą z wymienionych własności związku przyczynowego jest cecha przydatności c_2 .

Jeżeli bowiem jakaś relacja posiada taką cechę, że gdy zachodzi między zjawiskami lub stanami układu A i B oraz B i C, to musi zarazem zachodzić między A i C. Taka relacja nazywa się wówczas przechodnią¹⁶.

W literaturze przedmiotu cecha przechodniości związku przyczynowego ma charakter kontrowersyjny. Relacji tej „przeczą zwykle filozofowie, którzy — zdaniem Władysława Krajewskiego — uważają, że (...) przyczyna jest równoczesna ze swoim skutkiem (...), bądź też, „styka się” z nim w czasie (...) i w przestrzeni”¹⁷. W przeciwnym razie, argumentują zwolennicy tego poglądu, „mogłoby do rozpatrywanego układu wtargnąć jakieś zaburzenie zapobiegające zajściu skutku, a wtedy zjawisko uważane za przyczynę nie byłoby (...) przyczyną, a więc powstałaby sprzeczność”¹⁸. Autor tych rozważań słusznie utrzymuje, że ta koncepcja związku przyczynowego „nie ma zastosowania do biegu zjawisk”¹⁹.

Biegiem zjawisk nazywamy wszelką zmianę, która jest przejściem stanu układu S_1 do stanu układu S_n przez ciąg stanów pośrednich S_2, S_3, \dots, S_{n-1} . Przejście od stanu S_1 do stanu S_n jest stosunkiem przechodnim, który w przypadku funkcji i rozwoju układów biotycznych jest bardzo złożony i zróżnicowany.

Z punktu widzenia teorii organizacji biosfery w każdym układzie ożywionym wyróżniamy określoną liczbę elementów

¹⁴ To, że np. walenie ponownie powróciły do środowiska wodnego, nie pociągnęto za sobą przekształcenia się ich w ryby, mimo że pod wieloma względami prowadzą podobny tryb życia. Mimo iż zmiany konwergencyjne nadały waleniom zewnętrzny kształt ryb, pozostały one ssakami w każdym szczególe.

¹⁵ „Paleontologia (...) dostarcza geologii właściwej metody czasowego oznaczania (wieku ziemi — H. N.). (...) Najdrobniejszą jednostką czasu, dającą się wyodrębnić za pomocą form kopalnych, jest poziom. Jest ona określona trwaniem jednego gatunku, to jest czasem licznym od pierwszego wystąpienia określonego gatunku do chwili zastąpienia go przez inny gatunek, który ewentualnie powstał w wyniku przekształcenia się poprzedniego” (Schindewolf, dz. cyt., 15).

¹⁶ Zob. Łukasiewicz, dz. cyt., 29.

¹⁷ *Związek przyczynowy*, Warszawa 1967, 198.

¹⁸ Tamże, l. c.

¹⁹ Tamże, l. c.

oraz sieć różnorodnych relacji między tymi elementami. Układy, posiadające małą liczbę elementów oraz „rzadką” sieć relacji między tymi elementami są układami prostymi np. NaCl. Układy zaś, w których występuje duża liczba elementów składowych i „gęsta” sieć różnorodnych relacji między tymi elementami są układami złożonymi. Np. jedna komórka wątroby zawiera w przybliżeniu 230 miliardów cząsteczek, z których 200 milionów stanowią cząsteczki białek i tłuszczów. Załóżmy, że każda cząsteczka jest wielkości cegły: tylko z 200 milionów cząsteczek białek i tłuszczów można by postawić budynek o wysokości 50 m i zajmujący powierzchnię 7000 km².

Właśnie to, że między jakimiś układami zachodzi określony typ relacji lub ich zespół, pozwala nam owe układy rozpatrywać jako elementy układu wyższego rzędu. „Układy takie — zdaniem Oskara Langego²⁰ — mają właściwości odrębne od właściwości elementów, z których się składają, odznaczają się także własną prawidłowością działania, którą nie da się wyprowadzić z samych tylko praw działania ich elementów. Takie układy nazywamy całościowymi”. Na przykład w cząsteczce NaCl nie można odnaleźć atomu sodu o strukturze elektronowej $1s^2s^2p^63s^1$, ani atomu chloru o konfiguracji elektronowej $1s^2s^2p^63s^2p^5$, lecz występuje jon sodu o konfiguracji $1s^2s^2p^6$ oraz jon chloru o rozkładzie elektronów $1s^2s^2p^63s^2p^5$, które bardziej przypominają Ne ($1s^2s^2p^6$) i Ar ($1s^2s^2p^63s^23p^6$) niż Na i Cl.

Jeżeli w układzie można wyróżnić zbiór różnego typu elementów oraz szereg różnych typów zależności, które są konieczne do funkcjonowania i rozwoju układu jako całości, to takiemu układowi przysługuje cecha organizacji. Organizacja może występować w układach prostych lub złożonych. W pierwszym przypadku jest to organizacja prostoty, w drugim zaś — organizacja złożoności. Zorganizowana prostota charakteryzuje się tym, że posiada stosunkowo małą liczbę elementów składowych oraz małą różnorodność typów relacji między tymi elementami. Natomiast zorganizowana złożoność posiada stosunkowo dużą liczbę elementów składowych oraz dużą różnorodność typów relacji między tymi elementami. Przykładem organizacji pierwszego typu są układy fizyczne, chemiczne i techniczne, drugiego zaś — układy biotyczne.

Układy biotyczne — jako zorganizowane złożoności — posiadają sobie właściwą strukturę, funkcję oraz rozwój ontogenetyczny i filozoficzny. Własności te są następstwem realiza-

²⁰ *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962, 9.

cji dziedzicznego wzoru przestrzenno-czasowego, zmieniającego się w kierunku coraz to większej organizacji złożoności (wzrost informacji) w określonych warunkach otoczenia przyrodniczego i kulturowego (od czasu pojawienia się człowieka). Natomiast struktura, funkcja i rozmój układów technicznych jest następstwem realizacji teoretycznego wzoru przestrzenno-czasowego nauk przyrodniczych, zmieniających się w kierunku coraz to większej organizacji techniczno-badawczej (wzrost informacji), w określonych warunkach otoczenia przyrodniczego i kulturowego.

Kierunek rozwoju biosfery wyznacza uporządkowany ciąg stanów układów: $S_1^0, S_2^0, S_3^0, \dots$. Te stany charakteryzuje cecha O , która nosi nazwę organizacji. Własność ta wzrasta dla wyrazów ciągu, występującego później w czasie, tj. zachodzi nierówność: $S_{n+1}^0 > S_n^0$. Matematyczny znak „ $>$ ” („większy od”) oznacza wzrost stopnia organizacji. Stopień wzrostu organizacji dla zachowania całości struktury, funkcji i rozwoju biosystemu można by nazwać stopniem polepszenia się jakości biosystemizacji, co oznaczamy znakiem $+>$ („lepszy od”).²¹

Na podstawie powyższych rozważań można określić układ biotyczny jako całość o charakterze optymalnej organizacji, której struktura, funkcja i rozwój zależy od otoczenia i od dziedzicznego wzoru przestrzenno-czasowego, posiadającego dyspozycję do zmian w kierunku coraz to większej złożoności organizacji (wzrost informacji).

Układ biotyczny, którego elementy składowe nie są układami w powyższym sensie, nosi nazwę układu pierwszego poziomu. Natomiast układ, którego elementy składowe są układami biotycznymi, ale sam nie jest elementem układu w powyższym sensie — nazywa się układem najwyższego poziomu.

Wydaje się, że na obecnym etapie rozwoju wiedzy o życiu układem pierwszego poziomu jest organizm, a układem najwyższego poziomu jest biosfera.²² Między tymi układami istnieje szereg układów pośrednich poziomów, jak: populacje, biocenozy, biomy. Układy poszczególnych poziomów różnicują się na określone stopnie organizacyjne. Organizmy jednokomórkowe składają się z poszczególnych organeli. Natomiast organizmy

²¹ Por. Bolesław Gawecki, *Filozofia rozwoju*, Warszawa 1967, 119 n.

²² Ilość i rodzaj poziomów w pionie biosferycznym jest sprawą sporną. Jedni autorzy zaliczają do najniższego poziomu atomy i cząsteczki inni widzą strukturę najwyższego poziomu w populacji ludzkiej z jej kulturą, inni znowu w samych układach wielopopulacyjnych. (Zob. Teresa Scibor-Rylska, *Porządek i organizacja w przyrodzie*, Warszawa 1974, 84—150).

wielokomórkowe są zorganizowane z komórek, tkanek, organów, systemów. Zagadnienie stopni organizacyjnych pozostałych poziomów jest sprawą oddzielnych badań i analiz teoretycznych.

Wyróżnionym typom układów przysługuje cecha: struktury, funkcji, ontogenezy i filogenezy²³. Własności te są następstwem różnorodnych relacji, jakie występują między elementami układów różnych poziomów biosferycznych i stopni organizacyjnych biosystemów, tych poziomów. Do tych relacji należą głównie związki przyczynowe z ich cechą przechodności²⁴. Stąd relacje przechodnie między stanami różnych biosystemów mają charakter: funkcjonalny, ontogenetyczny i ewolucyjny.

Stosunek przechodni funkcjonalny może być: a) jednoznaczny, b) wieloznaczny, c) cykliczny, d) wstępujący lub e) zstępujący.

Stosunek przechodni jednoznaczny jest wtedy, gdy stan danego układu S_1 , występujący w chwili t_1 , przechodzi w chwili t_2 do ściśle określonego stanu układu S_n przez ciąg stanów pośrednich S_2, S_3, \dots, S_{n-1} , jako realizacja genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego w określonych warunkach otoczenia W .

Stosunek przechodni wieloznaczny jest wtedy, gdy stan układu S_1 , pojawiający się w chwili t_1 , przechodzi z określonym prawdopodobieństwem w chwili t_2 do jednego spośród możliwych stanów układu S_m lub S_n przez ciąg stanów pośrednich

²³ Por. Anatol Rapoport, *Ujęcia ogólnej teorii układów*, „Studia Filozoficzne”, nr 1 (32), 1963, 61—64.

²⁴ Biolog „podaje (...) często jako przyczyny te fakty, których związek z badanymi zjawiskami jest tylko pośredni (...) zjawisko typu W ma — jako przyczyny bezpośrednie i istotne — warunki typu od A do E , zaś dalszymi i pośrednimi przyczynami są S, L, M, N, O, P, R . Bardziej szczegółowymi warunkami dla S są F do K zaś dla R są a, b, c , (Barbara Góra, *Struktury biologiczne w nauce i nauczaniu*, Warszawa 1975, 71 n).

Z cybernetycznego punktu widzenia biosystem jest układem regulacyjnym liniowym, nieliniowym i hierarchicznym. W regulacji liniowej sygnał wejściowy i wyjściowy ma na wykresie kształt normalny, według zasady proporcjonalności zmian przyczyny i skutku. Natomiast w regulacji nieliniowej sygnał wyjściowy będzie miał inne zakrzywienie charakterystyki niż sygnał wejściowy. Jeśli układy regulacyjne są elementami składowymi nadrzędnych całości, to wówczas powstają hierarchiczne układy regulacyjne. Na przykład cała komórka może funkcjonować jako receptor. W tym przypadku jej reakcje stanowią bodźce uczuciowe dla układu tkankowego. Komórka może funkcjonować jako modulator, jej reakcje są bodźcem ruchowym na poziomie regulacji tkankowej. Komórka może funkcjonować jako efektor, jej reakcje są sygnałem zwrotnym dla tkankowych układów kontrolujących. Analogicznie efektoryczna funkcja całej tkanki może warunkować kontrolę na poziomie narządu itp.

$S_2^m, S_3^m, \dots, S_{m-1}^m$, lub $S_2^n, S_3^n \dots S_{n-1}^n$, zależnie od genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego i od tego, który z warunków otoczenia wystąpi W^m lub W^n .

Stosunek przechodni cykliczny jest wtedy, gdy stan danego układu S_1 , zachodzący w chwili t_1 , przechodzi w chwili t_2 do takiego samego stanu S_1' przez ciąg stanów pośrednich S_2, S_3, \dots, S_n , jako następstwo realizacji genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego w konkretnych warunkach otoczenia W .

Stosunek przechodni wstępujący jest wtedy, gdy stan układu elementarnego S_1^e , który występuje w chwili t_1 , przechodzi w chwili t_2 do stanu układu całościowego S_n^c przez ciąg stanów pośrednich stopni organizacyjnych S_2^s, S_3^s, \dots na skutek realizacji genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego i określonych warunków otoczenia W .

Stosunek przechodni zstępujący ma miejsce wówczas, gdy stan układu całościowego S_n^c , który występuje w chwili t_1 przechodzi w chwili t_2 do stanu układu elementarnego S_1^e przez ciąg stanów pośrednich stopni organizacyjnych $\dots S_3^s, S_2^s$, pod wpływem realizacji genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego i warunków otoczenia W .

Stosunek przechodni ontogenetyczny występuje w ten sposób, że stan układu pierwszego stopnia organizacji biosystemu S_1^+ , pojawia się w chwili t_1 , przechodzi w chwili t_2 do ściśle określonego stanu najwyższego stopnia $S_n^{n(+)}$ przez ciąg stanów pośrednich stopni S_2^{++}, S_3^{+++} jako następstwo realizacji genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego i określonych warunków otoczenia W .

Stosunek przechodni filogenetyczny występuje w ten sposób, że stan układu pierwszego poziomu S_1^+ , który występuje w chwili t_1 , przechodzi w chwili t_2 do ściśle określonego stanu układu najwyższego poziomu $S_n^{n(+)}$ przez ciąg stanów pośrednich poziomów $S_2^{++}, S_3^{+++} \dots S_{n-1}^{n-1(+)}$ na skutek zmian genetycznego wzoru przestrzenno-czasowego i warunków otoczenia W .

Stosunek przyczynowy — oprócz własności c_1 i c_2 — posiada również cechę konieczności²⁵ C_3 w sensie niezbędnego warunku, ze względu na takie parametry jak 1) swoistość

²⁵ Przyjmując cechę konieczności biotycznego związku przyczynowego nie uwzględniamy jeszcze w obrębie biokosmosu żadnej realnej konieczności, tzn. tego, co Marian Borowski nazywa „przyczyną i podstawą stałości oraz powszechności: następstwa jednego zjawiska po drugim (*O pojęciach konieczności*, „Przegląd Filozoficzny”, 12 (1909) 339). W empiriologicznym bowiem pojęciu konieczności ujmujemy tylko to, co Hume uwzględnił w trzecim wydaniu dzieła *An Enquiry concerning Human Understanding*, pochodzącego z roku 1753—54, w przypadku pojęcia konieczności przyczyny. Otóż w tym wydaniu Hume

czynnika, 2) swoistość narastania czynnika, 3) siła fizyczna względnie stężenie substancji, 4) czas oraz 5) stan układu w określonych warunkach otoczenia.

Zmienną A nazywamy warunkiem niezbędnym zmiennej B, zawsze i tylko jeżeli nie występuje zmienna A, nie występuje także zmienna B.

Zmienna A jest swoiście konieczna dla zmiennej B. Oznacza to, że nie istnieje (żadna) klasa takich zmiennych, jak zmienne typu A, które są konieczne dla B i tylko dla B. Ta definicja jest następstwem indukcyjnej analizy bardzo prostego przykładu poszukiwania czynników osiedlania się sosny (*Pinus silvestris*)²⁶. Obserwacja poucza, że sosna rośnie najczęściej na glebach piaszczystych. Na podstawie tego faktu można by sądzić, że piaszczyste podłoże jest dla sosny niezbędne, czyli konieczne. Gruntowniejsza jednak obserwacja wykazuje, że sosna rośnie w naturalnych warunkach również na lessach, na skałach wapiennych, piaszkowych i granitowych (czasem nawet lepiej niż na piaszczystym podłożu). Zatem piaszczyste podłoże nie jest dla sosny niezbędnym, koniecznym czynnikiem ekologicznym. Eliminujemy go zatem z analizy ekologicznej. Sosna rośnie bardzo często na kwaśnym podłożu, ale rośnie na podłożu obojętnym, a nawet na skałach wapiennych. Wobec tego odczyn gleby również musi być wyeliminowany. Szeroki stosunkowo zasięg występowania sosny — od Szkocji do Środkowej Syberii i od polarnej granicy lasów, do południowej Europy — dowodzi, że należy również wyeliminować czynnik klimatyczny. W dalszej analizie eliminujemy następne czynniki, aż znajdziemy taki czynnik, który związany jest stale z faktem występowania sosny.

za przyczynę uważa taki „przedmiot, po którym następuje inny (...) przy czym, gdyby nie było przedmiotu pierwszego, drugi nie byłby nigdy istniał”. (*Badanie dotyczące rozumu ludzkiego*, wyd. 3, Lwów 1928, 86 n, nr 123). Ten sens pojęcia konieczności z całą wyrazistością wyodrębnili; Jan M. Verweyn (*Naturphilosophie*, Leipzig — Berlin 1915 36), Gawrecki, (*Przyczynowość i funkcjonalizm w fizyce*, „Kwartalnik Filozoficzny”, 1 (1923) 497 (nr 45) w zastosowaniu do fizycznych zjawisk deterministycznych, Ludwik de Broglie (*Continu et discontinu en physique moderne*, Paris 1941, 64 n (w odniesieniu do fizycznych zjawisk indeterministycznych, zaś Kłósak „(Przyrodnicze” i filozoficzne sformułowanie zagadnienia pochodzenia duszy ludzkiej, w: *Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody*, Warszawa 1976, t. 1, 217) na gruncie zjawisk biotycznych i psychicznych w aspekcie deterministycznym i indeterministycznym. Otóż zdaniem tego autora empiryczna konieczność jest tego rodzaju, że „jeżeli nie ma zjawiska A lub pewnego zespołu zjawisk A, nie ma również ściśle określonego zjawiska B lub grupy ściśle określonych zjawisk B”.

²⁶ Józef Motyka, *Ekologia roślin*, Warszawa 1962, 16—19.

Na podstawie zebranego materiału stwierdzono, że sosna wymaga swoistego sposobu nawilgotnienia gleby. Przy wyznaczaniu swoistego czynnika zwraca się również uwagę na wartości energetyczne bodźca, na który narząd odbiorczy (receptor) reaguje najniższym progiem pobudliwości²⁷. Na przykład: fotoreporterzy siatkówki odpowiadają pobudzeniom (reakcją) na pojedyncze kwanty energii świetnej w zakresie widma promieni widzialnych. Wprawdzie bodziec mechaniczny, jak ucisk gałki ocznej, wywołuje nieokreślone czucie światła w postaci tzw. fostenu (podobnie jak przy podrażnieniu elektrycznym), ale wymaga to znacznie więcej energii, niż zawiera bodziec swoisty. Wrażliwość receptorów skóry wyspecjalizowanych w odbieraniu bodźców termicznych jest około 1000 razy większa niż długie fale energii świetnej, niż wrażliwość receptorów bólowych skóry na ten sam rodzaj energii. Podobnym przykładem wrażliwości receptorów są narządy odbiorcze ucha, gdzie próg pobudliwości jest na tyle niski, że ruch Browna cząsteczek powietrza działającego na błonę bębenkową może zakłócać odbieranie bodźców akustycznych.

Zatem stwierdzenie, że zmienna A jest konieczna swoście dla zmiennej B oznacza to, że nie istnieje (żadna) klasa takich zmiennych, jak zmienne typu A, które są konieczne dla B i tylko dla B ze względu na bardzo małe wartości liczbowe, jakie przybierają zmienne typu A.

Następny typ konieczności związku przyczynowego pomiędzy A i B charakteryzuje się swoistością narastania koniecznego czynnika A w stosunku do reakcji układu B. Swoistość ta może być taksomiczna lub systemowa.

Tezę o taksonomicznej swoistości narastania koniecznego czynnika można między innymi zilustrować za pomocą krzywych, obrazujących przyrost suchej masy czterech gatunków grzybów w tych samych warunkach hodowlanych. W zależności od cech gatunkowych, kształt krzywych będzie różny²⁸.

Natomiast jeśli chodzi o systemową swoistość narastania koniecznego czynnika, to odpowiednią ilustracją takiego stanu rzeczy, jest powstawanie narządu. Otóż, „aby kontakt reagującej tkanki z induktorem dał określony efekt morfogenetyczny — pisze I. I. Schmalhausen²⁹ — niezbędne jest istnienie

²⁷ *Fizjologia człowieka*, pod red. Juliana Walewskiego, Warszawa 1965, 22 n.

²⁸ V. G. Lilly, H. L. Barnett, *Fizjologia grzybów*, tłum. pod red. L. Janota-Bassalik i J. Meduski, Warszawa 1959, 30.

²⁹ *Organizm jako całość*, tłum. S. Dąbrowski, Warszawa 1962, 125 n.

pewnego poziomu zróżnicowania induktora. Konieczna jest także pewna dojrzałość tkanki reagującej, jej gotowość do reakcji.' Dalszym przykładem systemowej swoistości związku koniecznego są pewne formy odruchowego zachowywania się zwierząt np. cierników. Otóż samiec i samica tworzą z pewnymi fragmentami otoczenia dynamiczny układ, którego zmiana zdaniem N. Tinbergena³⁰, pozwala na wyróżnienie pewnego swoistego toru zachowania się. Każda bowiem reakcja, zarówno samicy jak i samca, jest następstwem reakcji partnera. Pierwsza reakcja samca, taniec zygzakowaty, zależy od wizualnego bodźca ze strony samicy, w którym odgrywają rolę bodźce — znaki: „wzdęty brzuszek” i charakterystyczne ruchy. Samica reaguje na czerwony kolor samca i jego zygzakowaty taniec w taki sposób, że płynie wprost do niego. Ruch ten skłania samca do odwrócenia się i do szybkiego płynięcia do gniazda, co powoduje, że samica podążając za nim, pobudza w ten sposób samca do wskazania głową wejścia do gniazda. Zachowanie się samca wywołuje następną reakcję samicy; wpływa ona do gniazda. Zdarzenie to powoduje reakcję u samca w postaci drzenia, co warunkuje zniesienie ikry przez samicę. Obecność świeżych jajeczek w gniazdku powoduje zapłodnienie ich przez samca.

Pojęcie konieczności stosunku przyczynowego między A i B oznacza również to, że jeśli nie wystąpi zmienna A — ze względu na swój parametr siły fizycznej w pewnych wartościach określonego przedziału liczbowego w odpowiednim okresie czasu to nie pojawi się zmienna B.

W fizjologii zwierząt znany jest fakt, iż do uzyskania pobudzenia w nerwach lub mięśniach konieczny jest pewien czas działania prądu³¹. Najkrótszy czas przepływu prądu przez nerw lub mięsień, wystarczający do pobudzenia, nazywamy czasem pożytecznym. Podwojona siła długotrwałej skutecznej podnieci (reobaza) daje podniecie o takiej intensywności, że działanie jej wyraźnie zależy od czasu przepływu prądu. Najkrótszy czas niezbędny do pobudzenia żywej tkanki prądem podwójnej reobazy nazywa się chronakcją. Jednostką miarową chronaksji jest 1 sigma(0,001 sek).

Zmiany długości mięśnia lub tylko jego napięcia nazywamy skurczem. Skurcz jest reakcją mięśni na bodźce naturalne i sztuczne. Skurcz mięśnia ze skróceniem jego długości przy zachowaniu jednakowego napięcia (obciążania) nazywamy izotoniczny. W pojedynczym skurczu izotonicznym, wywoływanym

³⁰ *The study of instinct*, London 1951, 63.

³¹ *Fizjologia człowieka*, dz, cyt., 22.

przez jedną podniętą pośrednią lub bezpośrednią, wyróżniamy trzy okresy: 1) okres utajony, 2) okres skracania się mięśnia w skurczu izotonicznym lub zwiększania napięcia w skurczu izometrycznym i 3) okres rozkurczu.

Umiarkowane podwyższenie temperatury przyspiesza procesy chemiczne poszczególnych faz skurczu. Ochłodzenie mięśnia warunkuje zwolnienie procesów chemicznych i przedłużenie okresów skurczu.

Po wielokrotnym skurczu zmniejsza się skrócenie mięśnia i przedłużają się poszczególne okresy skurczu. Po długotrwałym drażnieniu mięśnia traci pobudliwość, wówczas efekt drażnienia nie jest widoczny.

Analiza danych miograficznych³² prowadzi do wniosku, że pojęcie konieczności stosunku przyczynowego oznacza ponadto ten fakt, że jeśli nie wystąpi zmienna A w relacji do prawidłowego stanu układu (mięsień wypoczęty) i jego naturalnych warunków (odpowiednia temperatura), to nie pojawi się zmienna B.

Powyższe opisy różnych form koniecznej zależności uwypuklają w znacznym stopniu intuicyjną treść pojęcia konieczności, które ze stanowiska nauk biologicznych wchodzi w treściowy skład pojęcia związku przyczynowego. Zatem stosunek przyczynowy jest to taki związek, który posiada cechę konieczności, przechodniości i nieodwracalności. Biotyczny stosunek przyczynowy występuje między trzema członami, gdzie człon pierwszy P jest kompleksem czynników materialnych, energetycznych, informacyjnych z ich parametrami, przy czym jeden spośród tych czynników pełni rolę dominującą ze względu na ewolucyjny poziom organizacji reagującego biosystemu, człon drugi Zp stanowią zmienne pośredniczące, a człon trzeci S jest końcową zmianą żywego układu, zwaną skutkiem.

3. SFORMUŁOWANIE BIOLOGICZNEGO POJĘCIA PRZYCZYNOWOŚCI

Na podstawie analizy pojęć: przyczyny, skutku, zmiennych pośredniczących oraz związku przyczynowego można sformułować biologiczne pojęcie przyczynowości. Pawiemy więc, że ze stanowiska nauk biologicznych przyczyną jakiegoś zjawiska S (skutek) jest złożone zjawisko P (przyczyna), które trwa (odbyma się) w czasie skończonym i stanowi ze zmiennymi poś-

³² Tamże, 29—31.

redniczącymi i skutkiem niepodzielną całość taką, w której spełnione są następujące warunki:

(1) P jest kompleksem czynników materialnych, energetycznych, informacyjnych z takimi ich parametrami, jak: swoistość czynnika, swoistość narastania czynnika, siła fizyczna lub stężenie substancji, czas oraz stan układu biotycznego w określonych warunkach otoczenia, przy czym jeden spośród tych czynników pełni rolę dominującą ze względu na ewolucyjny poziom organizacji reagującego biosystemu;

(2) jeśli nie ma P, nie pojawia się S (więc P jest konieczne dla S)

(3) jeśli nie ma Z_p (zmiennie pośredniczące) nie występuje S (Z_p są konieczne dla S);

(4) końcowa konfiguracja przestrzenno — czasowa S nie jest początkową konfiguracją przestrzenno—czasową P (stałe następstwo S po P jest nieodwracalne).

Skutek natomiast jest to zjawisko, które trwa (odbywa się) w czasie skończonym i tworzy niepodzielną całość, charakteryzującą się następującymi własnościami:

(1) nie ma S, jeśli nie pojawiło się P;

(2) nie ma S, jeśli nie pojawiły się zmiennie pośredniczące Z_p ;

(3) końcowa konfiguracja przestrzenno-czasowa S nie jest początkową konfiguracją przestrzenno-czasową P.

Nowe odkrycia z dziedziny biologii kwantowej zmuszają do wprowadzenia pojęcia indeterminizmu w obręb nauk biologicznych. Okazuje się bowiem, że „u podstaw (...) zjawisk biologicznych leżą elementarne procesy mikrofizyczne”, które za pomocą mechanizmów wzmacniających dochodzą do widocznych zjawisk makrobiotycznych. Te mechanizmy są zmiennymi pośredniczącymi Z_p , które przekształcają „nieokreśloność mikroskopową” w „nieokreśloność makroskopową”.

Powiemy zatem, że na gruncie biologii kwantowej przyczyną jakiegoś zjawiska S jest zjawiska P, które występuje w czasie skończonym i tworzy ze zmiennymi pośredniczącymi Z_p i skutkiem niepodzielną całość, która spełnia następujące warunki:

(1) jeśli jest P następuje któreś ze zjawisk S_1, S_2, S_3, \dots

(2) jeśli nie ma P, nie występuje żadne ze zjawisk S_1, S_2, S_3, \dots

(3) jeśli nie ma Z_p , nie pojawia się żadne ze zjawisk $S_1, S_2, S_3,$

(4) pojawienie się któregoś ze zjawisk S_1, S_2, S_3, \dots , nie sprowadza za sobą pojawienia się zjawiska P.

Pojęcie zjawiska P, Zp, S oraz relacji R tworzy biologiczne pojęcie przyczynowości. W toku analizy tego pojęcia okazało się, że jest ono bardzo złożone i wielopłaszczyznowe z racji wielkiego zróżnicowania nauk biologicznych i różnych ich koncepcji (witalizm, mechanicyzm, organizmalizm). Fakt ten tłumaczy wiele trudności w podaniu uzasadnień dla niektórych tez, jak również niemożliwość pełniejszego zreferowania poruszanych problemów. W związku z tym nie obyło się bez pewnych uproszczeń i pominięć. Złożoność tego pojęcia warunkuje różnorodność znaczeń, jakie w ramach poznania przyporządkowuje się terminowi „przyczynowość”, co stwarza wiele przeszkód w oddaniu intuicyjnej treści tego słowa.

Według zaproponowanej tu koncepcji „przyczyną” nie jest suma czynników, jak to zwykle się utrzymywało w mechanicystycznej koncepcji biologii, lecz ich kompleks, którego biologiczną strukturę ukazuje teoria ewolucji w aspekcie organizacji i informacji.

Wyodrębnione zaś przez filozofów i teoretyków fizyki cechy związku przyczynowego, takie jak: nieodwracalność i konieczność — otrzymały w tej pracy interpretację biologiczną, przy czym sens terminu „konieczność” uległ pewnemu zróżnicowaniu ze względu na złożoną strukturę zjawisk biologicznych.

Wyróżniona natomiast cecha przechodności związku przyczynowego warunkuje w znacznym stopniu pełniejszą charakterystykę tego stosunku w obrębie nauk biologicznych.

BIOLOGISCHE KAUSALITÄT SBEGRIFF

II. TEIL

(Zusammenfassung)

Der biologische Begriff der Ursachlichkeit legt sich zusammen aus den Arten der Ursache P, der Wirkung S und der ursachlichen Relation R.

Der Ursache P ist der Komplex der materiellen, energetischen und informatorischen Faktoren mitsamt solchen Parametern, wie: besondere faktorische Eigenschaft, besondere Eigenschaft des Anwachsens des Faktor, physische Kraft oder Ersterrung der Substanz, Zeit und Zustand des biotischen System in bestimmten Bedingungen der Umgebung; inmitten der Faktoren dieses Komplex P spielt einer von ih-

nen die vorherrschende Rolle in Rücksicht auf die Evolutions-Stufe der Organisation des reagierenden Biosystems.

Die Wirkung S ist die Erscheinung, welche in beendigter Zeit dauert und eine unteilbare Gesamtheit bildet mit der Ursache und den veränderlichen vermittelten Z_p , dank der Relation R, welcher folgende Kennzeichen zustehen: 1) Keine Umkehrbarkeit (Asymmetrie hinsichtlich der Zeit nach der Relation „früher als“), 2) Übergangsmöglichkeit (wenn die ursachliche Relation zwischen P und Z_p , sowie zwischen Z_p und S auftritt, wobei dasselbe der Fall ist zwischen P und S), 3) Notwendigkeit (wenn es P nicht gibt, dann tritt Z_p nicht auf, wie auch wenn Z_p nicht erscheint, gibt es kein S).