

MARIAN WNUK

**WŁODZIMIERZA SEDŁAKA
IDEA SPRZĘŻENIA CHEMICZNO-ELEKTRONICZNEGO
W ORGANIZMACH**

1. UWAGI WSTĘPNE

Idea istnienia tak zwanego sprzężenia chemiczno-elektronicznego w organizmach żywych jest jedną z głównych propozycji teoretycznych bioelektroniki obok koncepcji bioplazmy i elektromagnetycznej natury życia <11>. Po raz pierwszy została ona wyrażona przez Włodzimierza Sedłaka w 1977 r. <4 s. 166>, kiedy stwierdził on, że kwantowe zależności procesów elektronicznych i reakcji biochemicznych są ogólną zasadą funkcjonowania życia oraz że kwantowy węzeł życia został raz jeden w historii zapoczątkowany i trwa drogą przekazu do dziś. *Expresis verbis* pojęcie to pojawiło się nieco później, mianowicie dopiero w 1979 r. Sedlak pisze, iż "Między reakcjami chemicznymi i procesami elektronicznymi przebiega gorąca linia życia, linia sprzężonych kwantowo oddziaływań" <5 s. 173>, jak również że "laboratoryjnie nie próbowano odtworzyć sprzężonego systemu chemiczno-elektronicznego" <5 s. 472>.

Mimo iż autor tej idei wielokrotnie podkreślał, że sprzężenie to jest czymś istotnym dla funkcjonowania procesów życiowych, to jednak niezbyt precyzyjnie ją wyraził. Świadczyć o tym mogą liczne używane przez niego określenia o znaczeniu tożsamym bądź bardzo zbliżonym, np.: "kwantowy szew życia", "kwantowy generator plazmy", "kwant życia", "najmniejsza jednostka życia", "kwantowy rozrusznik", "chemiczny rozrusznik", "złącze życia", "łącze życia", "kwantowe złącze życia", "kwantowe łącze życia", "najmniejsza jednostka energetyczna życia", "gen życia", "kwantowy węzeł życia", "chemiczno-elektroniczne spojenie", "kwantowe spojenie", "kwantowy wzmacniacz biologiczny", "elementarne łącze życia", "kwantowa para funkcjonalna chemoelektroniczna", "biologiczne heterozłącze", "dwutor chemiczno-elektroniczny", "kwantowe serce życia", "kwantowy ścieg życia", "kwantowy oscylator życia", "kwantowy oscylator biologiczny". Istnieje zatem potrzeba jakiegoś uporządkowania i przeanalizowania treści wyrażanych tym pojęciem.

Niniejszy artykuł ma na celu zasygnalizowanie ważności tej problematyki i podejmuje pierwszą, o ile mi wiadomo, próbę w tym właśnie względzie. Pierwsza jego część poświęcona jest przeglądowi ważniejszych znaczeń terminu "sprzężenie", używanego w niektórych dziedzinach nauki, druga zaś dotyczy próby analizy terminu "sprzężenie" funkcjonującego w pracach W. Sedlaka na temat bioelektroniki.

2. WAŻNIEJSZE ZNACZENIA TERMINU "SPRZEŻENIE"

W rozmaitych dyscyplinach przyrodniczych termin "sprzężenie" funkcjonuje w różnych, choć niekiedy zbliżonych znaczeniach. Wydaje się, że warto zestawić przynajmniej kilka, by na tym tle mieć możliwość porównania ze znaczeniem terminu "sprzężenie chemiczno-elektroniczne".

2.1. "Sprzężenie" w cybernetyce

W cybernetyce sprzężenie to połączenie dwóch lub wielu układów względnie odosobnionych za pośrednictwem sygnałów między wejściami i wyjściami tych układów. Mogą być sprzężenia szeregowe, równoległe lub zwrotne. W przypadku powiązania szeregowego reakcja jednego układu (sprzęgającego) jest identyczna z bodźcem działającym na drugi układ (sprzężony). Gdy przekazywane są informacje, wówczas wyróżnia się sprzężenie informacyjne; przy sprzężeniu zasileniowym przekazywane są zasilenia, a przy sprzężeniu zespolonym — informacje i bodźce.

Ujemne sprzężenie zwrotne stanowi na przykład jeden z najważniejszych czynników regulujących procesy biochemiczne i fizjologiczne. Dzięki niemu wyższe organizmy zwierzęce wykazują homeostatyczne właściwości, utrzymując w pewnych granicach stałą temperaturę ciała, stałe ciśnienie i pH krwi itp.

2.2. "Sprzężenie" w fizyce

W fizyce termin sprzężenie ma co najmniej kilka znaczeń. Przede wszystkim dotyczy on pewnej kategorii zjawisk zwanych zjawiskami sprzężonymi. Polegają one na powstawaniu skutków o odmiennej naturze fizycznej niż ich przyczyny. Zjawiska te mogą występować zarówno w procesach odwracalnych, jak i nieodwracalnych, wewnątrz ciała, jak i na powierzchniach ciał będących w kontakcie. Poniższy przykład ilustruje objętościowe zjawisko sprzężone odwracalne. Zmiana temperatury (przyczyna natury termicznej) wywołuje nie tylko skutek natury termicznej, tzn. zmianę entropii ciała (zjawisko główne), ale także skutek natury mechanicznej, tj. zmianę objętości ciała. Zjawiskiem sprzężonym jest w tym

przypadku rozszerzalność cieplna. I przeciwnie, zmiana ciśnienia działającego na układ (przyczyna natury mechanicznej) powoduje nie tylko skutek natury mechanicznej, tj. zmianę objętości (zjawisko główne), ale także skutek natury termicznej, tzn. zmianę entropii ciała, która z kolei odpowiada zmianie temperatury. Dalsze znaczenia terminu "sprzężenie" są następujące:

- sprzężenie j-j, w teorii widm atomowych, jest jednym ze sposobów składania momentów pędu dwóch lub większej liczby elektronów;
- sprzężenie ładunkowe to przekształcenie, przy którym wszystkie cząstki przechodzą w swoje antycząstki (np. negatony w pozytony, a pozytony w negatony);
- sprzężenia wibroniczne, polegają na wzajemnym wpływie ruchu elektronów i oscylacyjnych ruchów jąder w molekułach.

Wymienione powyżej rodzaje znaczeń nie wyczerpują oczywiście wszystkich używanych w fizyce.

2.3. "Sprzężenie" w genetyce

Pojęcie sprzężenia funkcjonuje także w genetyce, mówi się tam o sprzężeniu genów. Jest to łączne dziedziczenie dwóch lub więcej genów i uwarunkowanych przez nie cech. Zachodzi ono wskutek położenia tych genów w tym samym chromosomie, zaś u bakterii i wirusów w tej samej cząsteczce DNA. Sprzężenie genów może zostać zerwane w wyniku procesu *crossing-over* zachodzącego w mejozie.

2.4. "Sprzężenie" w biochemii

W biochemii używane jest pojęcie sprzężenia reakcji chemicznych. Sprzężenie to umożliwia zachodzenie w komórce żywej reakcji endoergicznych. W danym układzie może przebiegać pewna reakcja endoergiczna, jeśli tylko będzie sprzężona z odpowiednią reakcją egzoergiczną. Warunkiem koniecznym sprzężenia dwóch reakcji biochemicznych jest istnienie wspólnego reagentu uczestniczącego w obu reakcjach. Okazuje się, że wiele rozmaitych reakcji biochemicznych zarówno endoergicznych, jak i egzoergicznych sprzężonych jest z reakcją hydrolizy lub kondensacji układu $ATP = ADP + P$ (lub innych związków wysokoenergetycznych). Energia swobodna uwalniana w dowolnej reakcji egzoergicznej sprzężonej z reakcją syntezy ATP i częściowo magazynowana w entalpii swobodnej tego związku może być następnie wykorzystywana dla umożliwienia przebiegu jakiejś reakcji endoergicznej sprzężonej z reakcją hydrolizy ATP. Gdyby nie ATP, to musiałaby istnieć ogromna liczba sprzężeń pomiędzy poszczególnymi parami reakcji. Dokonane podczas ewolucji biochemicznej "dopasowanie" do

różnych reakcji chemicznych jednego wspólnego reagentu sprzęgającego, jakim jest ATP, świadczy o kluczowej roli metabolicznej tego związku.

W tym samym badaniu używa się terminu "sprzężenie energetyczne". Tak więc, na przykład transport substancji, wytwarzanie energii i procesy biosyntetyczne, zachodzące przynajmniej w wewnętrznej błonie mitochondriów, są sprzężone energetycznie. Sprzężenie to wynika z faktu istnienia wspólnych, pośrednich związków makroergicznych. Szczególnie zasada sprzężenia poszczególnych procesów wytwarzania i wykorzystania energii przez wspólne substancje biorące udział w tych reakcjach ma duże znaczenie biologiczne. Umożliwia bowiem istnienie puli energetycznej w komórce, a co za tym idzie powoduje, iż wspomniane procesy nie muszą być sprzężone przestrzennie i czasowo, natomiast są ze sobą funkcjonalnie sprzężone i dokładnie "zestrojone". Proponowano różne teorie wyjaśniające mechanizmy sprzężenia energetycznego i związanej z nim akumulacji energii transportu elektronów, np. chemiosmotyczną, konformacyjną. W tym kontekście wydaje się prawdopodobne, że proponowane przez W. Sedlaka sprzężenie chemiczno-elektroniczne może być analogiczne do sprzężenia strumienia elektronów w łańcuchu oddechowym z syntezą ATP.

2.5. "Sprzężenie" w termodynamice procesów nieodwracalnych

Nie bez związku z niektórymi z wcześniej omawianych znaczeń "sprzężenia" pozostaje pojęcie sprzężenia procesów, jakim posługuje się termodynamika procesów nieodwracalnych. Zasluguje ono na nieco szersze potraktowanie, ponieważ zdaje się mieć bliższy związek z pojęciem sprzężenia chemiczno-elektronicznego, jakie postuluje W. Sedlak.

Otóż, zgodnie z lokalnym sformułowaniem II zasady termodynamiki w każdym dowolnie małym obszarze układu, w którym zachodzą procesy nieodwracalne, następuje związane z nimi tworzenie entropii wyrażone dodatnim d_iS . Ponadto istnieje możliwość zachodzenia w jednym i tym samym miejscu kilku procesów, spośród których niektóre mogą być związane ze zmniejszaniem entropii (a więc z ujemnym d_iS). Warunkiem tego jest jednak odbywanie się w tymże miejscu przynajmniej jednego procesu związanego z tworzeniem entropii na tyle dużym, by sumaryczny przyrost d_iS był dla tego miejsca dodatni.

Przykładem tego rodzaju sprzężenia procesów może być termodyfuzja. Jeśli w zupełnie jednolitej mieszaninie gazów utworzony zostanie gradient temperatury, to spowodowany będzie nieodwracalny proces przewodzenia ciepła. Z tym nieodwracalnym i samorzutnym procesem związane jest tworzenie entropii w każdym miejscu. Z doświadczenia jednak wynika, że równocześnie z przepływem energii pojawia się w mieszaninie wędrowka substancji (termodyfuzja). Z uwagi na to, że mieszanina ta była początkowo jednolita, termodyfuzja powoduje po-

wstawanie niejednorodności stężeń (gradientu stężenia). Taki proces jest z kolei skierowany przeciwnie niż samorzutny proces zwykłej dyfuzji, zdążającej do wyrównywania stężeń. Z takim więc procesem związane będzie nie tworzenie, ale przeciwnie, zanikanie entropii. Termodyfuzja jest procesem wymuszonym.

Ogólnie biorąc, proces nieodwracalny, samorzutny i wytwarzający entropię nazywany jest procesem sprzęgającym, natomiast procesy przez niego wymuszone, związane z zanikiem entropii — sprzężonymi.

Jak wiadomo, organizm żywy jest układem otwartym w stanie z reguły dalekim od stanu równowagi termodynamicznej. Nieustannie przebiegają w nim skoordynowane procesy nieodwracalne, a są to przede wszystkim reakcje biochemiczne i procesy dyfuzyjne. W organizmach żywych procesy o dodatnim źródle entropii prowadzą do dezorganizacji molekularnej, np. procesy katabolizmu substancji pokarmowych, natomiast procesy o źródle ujemnym prowadzą do molekularnego uorganizowania, np. synteza białek i innych biomolekuł. Te ostatnie jednak zachodzą kosztem nieodwracalnych procesów dyssypacji energii, związanych z dodatnim źródłem entropii.

Możliwość występowania reakcji chemicznych sprzęgających (o dodatnim źródle entropii) i sprzężonych (o ujemnym źródle entropii) zależy od stosunku liczby reakcji elementarnych do liczby liniowo niezależnych równań kinetycznych, który powinien być większy od jedności. Na przykład: w przypadku dwu reakcji elementarnych $A \leftrightarrow B$ i $B \leftrightarrow C$, mamy tylko dwa liniowo niezależne równania kinetyczne $A \leftrightarrow B$ i $B \leftrightarrow C$, a więc sprzężenie zachodzić nie może; w przypadku natomiast trzech reakcji $A \leftrightarrow B$, $B \leftrightarrow C$ i $C \leftrightarrow A$, mamy tylko dwa niezależne równania kinetyczne, tj. $A \leftrightarrow B$ i $B \leftrightarrow C$, trzecie bowiem, $C \leftrightarrow A$, jest sumą dwóch poprzednich. W tym przypadku sprzężenia reakcji mogą zachodzić.

W układach biologicznych stosunek powyższy jest niezwykle korzystny dla możliwości występowania sprzężeń, ponieważ reakcje biochemiczne w swym molekularnym i submolekularnym przebiegu są procesami łańcuchowymi. Przez reakcję łańcuchową rozumie się w kinetyce chemicznej przebieg reakcji w kolejnych etapach od jednego pośredniego indywiduum chemicznego do drugiego, przy czym indywiduami tymi są na przykład atomy *in statu nascendi*, wolne rodniki. "Ogniwami" tych łańcuchów są w gruncie rzeczy kwantowo-mechaniczne stany mikroukładów, tj. układów atomowych i molekularnych ośrodka reagującego. Stąd też liczba reakcji elementarnych jest zazwyczaj olbrzymia. Równania kinetyczne, wyrażające reakcje chemiczne równaniami globalnymi, makroskopowymi, ujmują sumaryczny efekt reakcji elementarnych w stosunkowo niewielu liniowo niezależnych równaniach makroskopowych.

Tak więc, występowanie procesów sprzężonych jest źródłem ujemnym entropii, a co za tym idzie powodem tworzenia się struktur coraz bardziej uorganizowanych. Ważne tutaj jest ustalanie przyczyn tych sprzężeń.

We wspomnianym wyżej przypadku termodyfuzji przyczyną sprzężenia między makroskopowym transportem ciepła a makroskopowym transportem składników jest kinetyczna, molekularna energia ruchu cząsteczek, a zatem sprzężenie przepływów powodowane jest tu na poziomie molekularnym. Przez analogię do powyższego można więc przypuszczać, że sprzężenia między procesami molekularnymi (jakimi są reakcje biochemiczne) powinny mieć przyczynę na poziomie submolekularnym we wspomnianych powyżej "ogniwach" submolekularnych, a więc w stanach kwantowomechanicznych. Być może przyczyną tą jest przenoszenie wzbudzeń kwantowych od mikroukładu do mikroukładu, drogą na przykład rezonansu, przenoszenia ekscytonów czy przejść bezpromienistych <2 s. 78>. Być może "ogniwa" posiadać mogą cechy "cząstek rezonansowych" mogących przekształcać się po różnych drogach, po różnych "kanałach". Uważa się, że te otwarte problemy mogą mieć fundamentalne znaczenie dla biologii <2 s. 78>.

Każda reakcja biochemiczna to w gruncie rzeczy określone następstwo zmian gęstości chmur elektronowych w reagujących cząsteczkach (czyli następstwo lokalnych submolekularnych utlenień i redukcji), a więc jest to pewna "fala redoksowa" w układach molekularnych <2 s. 179>. Nie wykluczone, że taka fala redoksowa jednej reakcji może wzbudzać i wymuszać odpowiednie fale drugiej reakcji, powodując przebieg tej reakcji wbrew makroskopowemu powinowactwu jej substratów. Fala redoksowa może uchodzić za prąd elektryczny w skali molekularnej <2 s. 180>. Problem natury sprzężeń pomiędzy reakcjami chemicznymi jest uważany przez termodynamikę procesów nieodwracalnych za węzłowy.

Wydaje się, że zestawione w tej części artykułu różne konteksty problemowe, w których używa się terminu "sprzężenie" z jego rozmaitymi znaczeniami, nie będącymi jednak tutaj przedmiotem porównań lub analiz, pozwolą na lepsze zrozumienie prezentowanej w następnej części idei sprzężenia chemiczno-elektronicznego. Nie wykluczone, że idea ta wniesie pewne światło na submolekularne mechanizmy sprzężeń rozmaitych procesów leżących u podstaw zjawisk życiowych.

3. ZAWARTOŚĆ TREŚCIOWA POJĘCIA SPRZĘŻENIA CHEMICZNO-ELEKTRONICZNEGO

W publikacjach z minionych kilkunastu lat W. Sedlak wielokrotnie, poruszając problematykę dotyczącą bioelektroniki, używał pojęcia sprzężenia chemiczno-elektronicznego. Najobszerniej potraktował je w książkach: z 1984 roku (rozdział 7, pt. "Kwantowy szew życia") <7 s. 81-91> i z roku 1988 (podrozdział II 1 pt. "Kwantowe łącze życia") <10 s. 49-53>.

Omawiana idea ujęta zostanie w postaci odpowiedzi na cztery pytania (dotyczące: właściwości, przyczyn, skutków i celu sprzężenia chemiczno-elektroniczne-

go), tzn.: a) jakie jest? b) jak powstało? c) jakie skutki wywołuje? i d) jaka jest jego funkcja bądź w jaki związek jest włączone?

Rekonstrukcja odpowiedzi na te pytania nie jest bynajmniej prosta i wymaga przedarcia się przez gąszcz zagadnień natury merytorycznej i formalnej zawartych w pracach W. Sedlaka oraz wyłowienia stosownych treści. We wstępie do niniejszego artykułu zestawiono ponad dwadzieścia nazw stosowanych przez tego autora na wyrażenie omawianego "sprzężenia".

3.1. *Jakie jest sprzężenie chemiczno-elektroniczne?*

W rozdziale VI: "Podstawowe definicje w bioelektronice" <10 s. 130> określono kwantowy szew życia jako "najmniejszy element funkcjonalny ożywionej materii zespalający autogennymi fotonami reakcje chemiczne z procesami elektronicznymi w ośrodku organicznych półprzewodników". Określenie to natychmiast rodzi wiele pytań. Na przykład: Jaka jest natura tego zespolenia? W jaki sposób fotony mogą zespać procesy chemiczne z elektronicznymi? Czy może tak samo, jak pary elektronowe uczestniczą w tworzeniu wiązania kowalentnego, czy inaczej? Czy chodzi tu o to, że w ośrodku półprzewodników organicznych przebiegają zarówno reakcje chemiczne, jak i procesy elektroniczne, czy też jedynie te ostatnie, natomiast te pierwsze w ośrodku wodnym, a więc nieorganicznego dielektryka? Czy rzeczywiście funkcjonowanie tego "szwu życia" ograniczone jest do ośrodka półprzewodników organicznych, a co z organicznymi dielektrykami, ferroelektrykami lub hipotetycznymi nadprzewodnikami zawartymi w pewnych biostrukturach itp.? Ponadto, przy tak zdefiniowanym "[...] elemencie [...] ożywionej materii [...]" wyłączone są wszystkie inne, hipotetyczne co prawda, formy życia nie oparte na węglu; dotyczy to również tzw. teorii silicydów (tego samego twórcy, co i pojęcie kwantowego szwu życia?!). Wreszcie jak należy rozumieć sformułowanie "element funkcjonalny", skoro ma on stopniowalną wielkość? Widać więc, że proponowana przez W. Sedlaka definicja kwantowego szwu życia nie jest jeszcze należycie ustalona. Zresztą on sam przyznaje, że kwestia definiowalności zasadniczych pojęć bioelektroniki jest otwarta <10 s. 128>.

Czym więc jest a czym nie jest owo "sprzężenie"? Zestawienie kilku określeń, dopełniających, jak się wydaje, umożliwi częściową bodajże odpowiedź na to pytanie. Powyżej wspomniano, że chodzi tu o "element funkcjonalny". I rzeczywiście, wiele innych wypowiedzi jest w tym duchu, np.:

- "Łącze życia jest jednostką funkcjonalną rozmiarów submolekularnych" <10 s. 53>;
- "Łącze jest abstrakcyjnym pojęciem funkcjonalności życia na poziomie kwantowym" <10 s. 50>;

- "[...] szew jest najmniejszą kwantową jednostką funkcjonalną. Przy całej prostocie składowych odznacza się maksymalnym złożeniem dwóch procesów — chemicznego i elektronicznego" <7 s. 91>;
- "Odpowiednia emisja fotonów z obu stron — chemicznej i elektronicznej - jest ściśle skorelowana. Jest to funkcjonalne uporządkowanie najbardziej podstawowe w procesie życiowym na tym poziomie" <10 s. 50>;
- "[...] kwantowe łącza życia są układem bezstrukturalnym, a jedynie funkcjonalnym. Są one jednakowe w działaniu i równoważne" <8 s. 192>;
- "Poszukiwanie anatomicznych odpowiedników kwantowych łączy życia wydaje się niedorzecznością" <10 s. 53>.

Z drugiej strony niektóre sformułowania świadczą jednak o czymś innym, np.:

- "Makroskopowy model bilateralny chemoelektroniczny można jednak miniaturyzować aż do otrzymania wyróżnionego elementu strukturalno-funkcjonalnego, który nazwano kwantowym szwem życia albo łączem życia" <10 s. 49>;
- "Układami scalonymi mogą być struktury z półprzewodników białkowych złożone z jednostek, jakimi są kwantowe łącza życia" <10 s. 53>.

Oprócz słów najczęściej używanych ("szew", "sprzężenie", "złącze") występują także inne, które świadczą raczej o strukturalnym charakterze złącza bądź jakimś nieokreślonym: "detektor", "generator", "wzmacniacz", "rozrusznik", "katalizator", "laser" itd. Określenia te omówione zostaną poniżej przy okazji odpowiedzi na pytania o funkcje i skutki.

W dalszym ciągu rozpatrując kwestię, jakie jest to "sprzężenie" lub "szew" (gdy przyłożyć "analogię krawiecką"), można dowiedzieć się, że "Kwantowy szew to dwutor chemiczno-elektroniczny, po którym pędzi pociąg życia. Najniższy i najwrażliwszy to element funkcjonalny bioukładu. Każdy inny jest uzależniony od stopnia ewolucji, natomiast szew kwantowy jest ten sam i taki sam, jak w chwili zawiązywania się życia w pierwszym momencie jego zaistnienia" <7 s. 83>. To kolejne określenie (tym razem "kolejarskiej natury") znowu rodzi dalsze pytania. Jeżeli jest to najwrażliwszy element, to w jaki sposób pozostał ten sam i taki sam od początków życia i przez cały czas trwania ewolucji? Wygląda na to, że jest raczej wręcz przeciwnie — jest to element najbardziej odporny na "wrażenia", gdyż ponadto "[...] kwantowy szew życia wypada z akcji na samym końcu, kiedy wyżej uorganizowane funkcje zawiodą lub ustaną. Następuje wtedy kwantowa śmierć" <7 s. 87>. Ale z kolei, jak omawiany element mógł pozostawać ten sam i taki sam, skoro istnieją różne reakcje biochemiczne i sprzęgnięte z nimi rozmaite procesy elektroniczne, a oprócz tego jedno i drugie zmieniały się w ewolucji? Co zatem jest w nich stałym czynnikiem? Tu powinno pojawić się nowe pojęcie, i tak jest w istocie. W. Sedlak użył w tym kontekście pojęcia "kwant życia". Okazuje się jednak, że je również utożsamia z "kwanto-

wym szwem życia", podobnie to czyni z "kwantowym rozrusznikiem", o czym dalej. Pisze bowiem:

— "Powstaje pytanie o obraz szwu życia. Poszukując jego charakterystyki, trzeba brać pod uwagę zarówno wzbudzenie niskoenergetyczne w półprzewodniku, jak i wzbudzenie do stanu zmian orbitali wiążących.

Ponieważ procesy życiowe mają niejako dwa oblicza — chemiczne i elektroniczne — wobec tego kwant życia winien wyrażać energię charakteryzującą sprzężenie między reakcjami chemicznymi i elektronicznymi w molekularnym ośrodku związków organicznych. Autor nazwał go kwantowym szwem życia" <7 s. 82>;

— "Wydaje się natomiast pewne, że kwantowy szew jest przekazywalny genetycznie, można by go nazwać genem życia. Stanowi właściwie kwant życia, czyli najmniejszą jednostkę życia. Kwant życia jest nośnikiem oddziaływań chemicznych i elektronicznych [...]" <10 s. 51>;

— "W bioenergetycznych problemach traktowanych kwantowo potrzebne jest wyznaczenie podstawowej jednostki - kwantu życia. Zupełnie słusznie, skoro życie wyrażamy nie w kategoriach masy, lecz energii. Wobec tego kwant życia jako najmniejsza jego funkcjonalna jednostka byłby realnością cechującą życie jako stan energetyczny" <7 s. 82>.

Niestety wielkość owego "kwantu życia" nie została podana przez W. Sedlaka ani kogokolwiek, nie podano też sposobu jej zmierzenia lub obliczenia. Jeżeli "kwant życia" nie jest tożsamy z "kwantowym szwem życia", to powinien mieć wymiar energii. Co zatem z tak zasadniczym czynnikiem składowym układów uorganizowanych jak "informacja"? "Życie" nie jest przecież wyłącznie energią. Jeżeli zaś "kwant życia" jest tożsamy z "kwantowym szwem życia", to dlaczego jako element funkcjonalny zawiera "informacje", skoro te tkwią w strukturze. Wynika więc z tego, że byłby to jednak "element strukturalny".

Na problem "informacji" i na tę ostatnią opcję mogą rzucić światło następujące wypowiedzi W. Sedlaka:

— "Kwantowy szew życia nie umiera w temperaturze absolutnego zera mimo ustania reakcji chemicznych. Informacja o tym sprzężeniu zamyka się w powierzchni Fermiego [...] Opisanie w przyszłości powierzchni Fermiego dla białka będzie zapewne wydarzeniem wyjaśniającym trwałość życia i jego przekazywalność" <7 s. 85>;

— "Kształt powierzchni Fermiego przechowywałby informację o molekularnych strukturach biologicznych oraz ich funkcjonalności [...] posiadałaby ona zamrożoną najczystsza informację o życiu, informację wolną od jakichkolwiek szumów własnych układu" <7 s. 84>.

Kształt powierzchni Fermiego [tzn. powierzchni stałej energii E_F (powierzchni ekwipotencjalnej) w przestrzeni fazowej wektora falowego k — pojęcie

zaczepnięte z fizyki metali i półprzewodników] określa elektronowe właściwości danego ciała stałego. Jeśli zasadne jest ekstrapolowanie zakresu stosowalności tego pojęcia na pojedynczą molekułę, np. białkową lub kwasu nukleinowego, to jest to bardzo interesująca hipoteza. Jednakże różne biomolekuły posiadałyby inne "powierzchnie Fermiego". "Kwanty życia" nie byłyby więc jednakowe i równoważne, jak to sugerował autor tego pojęcia.

Wylania się tu przy okazji kolejny problem. Z jednej strony łącze życia jest rozmiarów submolekularnych <10 s. 53>, a więc pojedyncza molekuła mogłaby zawierać nawet wiele tych "łącz", czyli miejsc sprzężenia procesów elektronicznych z reakcjami chemicznymi!? Ale z drugiej strony "[...] jednostkowy układ łącza życia [...] stanowi system energetyczny wśród metabolizujących półprzewodników [...]" <10 s. 53>, co sugerowałoby udział wielu molekuł lub indywidualów chemicznych w funkcjonowaniu takiego sprzężenia procesów elektronicznych z chemicznymi. Wobec tego, jak duża i złożona (lub mała i prosta) powinna być tak zwana biomolekuła, by spełniała warunki bycia "kwantem życia" ("kwantowym szwem życia" itd.), z obowiązującym zestawem sprzężonych procesów? Innymi słowy, jaki obiekt potrzebny byłby do funkcjonowania pojedynczego "kwantu życia" i czy byłby on równoważny najmniejszemu organizmowi? Nie rozstrzygając tego problemu kontynuowane dalej będzie zestawianie postulowanych właściwości tego kwantowego szwu życia, "który wydaje się najbardziej kapitalnym pomysłem mikroświata przyrody" <7 s. 85>.

Problem, jaki się w tym kontekście wylania, dotyczy aspektu energetycznego. Z jednej strony bowiem działanie tego złącza jest optymalne:

— "Chemiczno-elektroniczne spojenie winno być - ze stanowiska termodynamicznego — optymalne. Wytworzyło układ oporny na entropijną degradację, być może rozwiązuje kwestie termodynamiki w sposób kwantowy, nie znany nam dotychczas poza tym jedynym przypadkiem natury" <7 s. 87>.

Z drugiej strony zaś ma ono wydajność maksymalną:

— "Kwantowa wydajność pracy łącza jest maksymalna w przyrodzie. Wydajność, najogólniej mówiąc, jest tu stosunkiem uruchomionych elektronów do generowanych fotonów lub wzbudzonych elektronów do emisji kwantów światła. Wydajnością może też być stosunek fotonów chemiluminescencji do fotonów ze wzbudzeń elektronowych w półprzewodnikowej frakcji łącza" <10 s. 52>.

Dalej, to "optymalne sprzężenie" z "maksymalną wydajnością pracy" potrzebuje do "właściwego działania" tzw. degradacji energii ("[...] degradacja energii potrzebna jest do właściwego działania złącza" <7 s. 88>), a ponadto cechuje się stanem metastabilnym ("Metastabilny stan energetyczny charakteryzujący życie kwantowe istnieje na samym złączu [...]" <7 s. 90>). Dodać należy, że pracuje "na znacznie niższych energiach wzbudzenia niż energia potrzebna dla zmiany orbitali wiążących [...]" <7 s. 51>.

Co decyduje o ciągłości istnienia "kwantowego szwu życia"? Na to pytanie trudno znaleźć coś konkretnego, a poniższe ogólnikowe stwierdzenie jest chyba jedyne w tej sprawie: "Z jednej strony reakcje oksydoredukcyjne dostarczają kwantów chemiluminescencyjnych, z drugiej — wzbudzone stany elektronowe przy promienistej rekombinacji generują fotony. Przesunięcie w fazie nadaje -być może — bieg życiu, a więc ciągłość procesu w czasie. Elektromagnetyczny ścieg zszywa więc obie frakcje, utrzymując je w stanie kwantowomechanicznego sprzężenia [...]" <10 s. 50>.

Niewiele więcej znaleźć można na temat oddziaływania czynników zewnętrznych na ten "szew":

- "Pojedyncze łącze, wytracone czynnikiem zewnętrznym z właściwej pracy, przenosi swoje odstępstwo jako zaburzenie na układ wszystkich łączy. Żadne łącze nie pracuje niezależnie, jest sprzężone w system kwantowy zwany ży cciem. Odstępstwo od normalnej pracy przechodzi jako fala postępującego zaburzenia" <8 s. 192>;
- "Kwantowe łącze życia odznacza się pewną tolerancją zaburzeń nazywaną w biologii przystosowaniem. Zachwiany stan dynamicznej równowagi po stro nach chemicznej i elektronicznej wyrównuje swój bieg przez samosynchroni zację, czyli samorzutne uzgadnianie częstotliwości" <10 s. 52>.

Powyższe wypowiedzi zdają się wskazywać także na to, że mamy do czynienia z tzw. układem samodzielnym, w sensie cybernetycznym; w każdym bądź razie tworzy on "zespoloną elektrodynamiczną całość" <10 s. 52>. "Całość tworzy więc instrument nazywany oscylatorem chemiczno-elektronicznym" <8 s. 252>. Jest to jednak szczególnie, dynamiczny układ wymieniający z otoczeniem masę, ponieważ "W kwantowym złączu życia mamy jedyne przykłady sprzężenia tego typu, z wymianą gabarytu urządzenia na świeży, z pomnażaniem sytuacji funkcyj nalnych i przekazywalnością pracy złącza" <7 s. 91>.

Na uwagę zasługuje również kwestia, czy omawiane "złącze" ma jakiś związek z tzw. złączem p-n znanym z elektroniki? Poniższe cytaty wskazują raczej, że takiego związku nie ma. Złącze p-n jest czymś zupełnie różnym:

- "Używany zamiennie przez autora termin 'kwantowy szew życia' i 'złącze życia' może w tym drugim wypadku sugerować biologiczne złącze p-n znane z elektroniki półprzewodników. Analogia nie byłaby zupełna. Złącze jest funkcjonalnym układem kwantowym między dwiema różnymi charaktery tykami elektrycznymi półprzewodnika, tymczasem w biologicznym układzie chodzi o złącze dwóch procesów, z których jeden jest chemiczny, a drugi elektroniczny. Inaczej można to określić jako kwantowe złącze życia" <7 s. 88>;
- "[...] kwantowe łącze życia. Etymologicznie wyprowadzono tę nazwę ze złącza p-n. Kwantowe łącze jest rekonstrukcją modelową najmniejszego elementu życia. Łącze elektroniczne zostało przez przyrodę rozwinięte w kwantowy

układ generujący życie. Gdyby traktować organizm jako urządzenie wykonane przez przyrodę, łącze życia byłoby 'kwantową miniaturyzacją' modelu chemo-elektronicznego" <10 s. 48>;

- "W języku technicznej elektroniki półprzewodnikowej można by szew życia nazwać biologicznym heterozłączeniem, gdzie jeden element kwantowy procesów stanowią reakcje metabolizmu, drugi zaś pracuje jako układ elektroniczny z generacją fotonów i fononów. Heterozłącze biologiczne działa całościowo" <10 s. 52>.

Reasumując, należy stwierdzić, że "sprzężeniu chemiczno-elektronicznemu" przypisywane są przez W. Sedlaka przede wszystkim następujące własności:

- a) jest to najniższy i najwrażliwszy element funkcjonalny;
- b) jest kwantowym układem otwartym;
- c) jest termodynamicznie optymalne;
- d) wydajność pracy ma maksymalną;
- e) cechuje się samosynchronizacją;
- f) posiada stałe właściwości, niezależne zupełnie od ewolucji;
- g) wykazuje metastabilny stan energetyczny;
- h) dolną granicą temperaturową jego funkcjonowania jest nawet zero bezwzględne;
- i) wzajemnie uzależnione współistnienie procesów chemicznych i elektronicznych realizuje się dzięki "zszyciu" przez "elektromagnetyczny ścieg";
- j) wykazuje maksymalne złożenie dwóch procesów — chemicznego i elektronicznego;
- k) pracuje na znacznie niższych energiach wzbudzenia niż energia potrzebna dla zmiany orbitali wiążących.

3.2. *Jak powstało sprzężenie chemiczno-elektroniczne?*

Niestety, na to pytanie autor tego pojęcia udziela bardzo mało informacji, a i te są jeszcze bardziej hipotetyczne niż w przypadku omawianych wcześniej właściwości "sprzężenia". W gruncie rzeczy sposób powstania tego "sprzężenia" jest poza adekwatnym poznaniem, gdyż zdaniem W. Sedlaka już nawet samych właściwości "sprzężenia" nie można dokładnie analizować równocześnie w aspekcie chemicznym i elektronicznym, podobnie jak w przypadku zasady nieoznaczoności Heisenberga <10 s. 49>. Enigmatyczne stwierdzenie, że "Dwa procesy, które mogą w przyrodzie przebiegać niezależnie - chemiczny i elektroniczny - są tutaj 'zszyte' fotonem i działają na sposób sprzężony jako kwant światła" <10 s. 50> niczego nie wyjaśnia. Jakaż to "maszyna krawiecka" zrobiła ten "szew"? Czy wystarczyło jedynie zbliżenie przestrzenne obu tych rodzajów procesów plus jeszcze promieniowanie elektromagnetyczne, czy też nie? Zdaniem W. Sedlaka

utworzenie takiego "złącza" nastąpić musiało; pisze on bowiem: "[...] w archaiku musiał się zawiązać kwantowy szew życia między stroną chemiczną i elektroniczną. Dopóki on nie powstał, była abiogenna synteza związków organicznych i elektroniczne własności mineralnego środowiska, udzielane doraźnie organicznej masie. Nigdy w historii życia na Ziemi środowisko nie zaingerowało tak dobitnie, jak w archaiku, i nigdzie tak fundamentalnie nie zostały zespolone procesy chemiczne z elektromagnetycznymi i mechanicznymi cechami środowiska. Zapewne nigdy też tak trwale, jak tym razem; sprzężenie bowiem istnieje od tamtych czasów do dziś; to samo sprzężenie [...]" <7 s. 86>.

W drugiej części powyższego cytatu pojawił się jakby nowy element. Pomijając niezręczność językową, jaką jest zespalanie procesów z cechami, mamy tu zamiast procesów elektronicznych — mechaniczne i elektromagnetyczne. Powstaje kolejne pytanie, co i z czym jest właściwie sprzężone? Kolejnym przykładem jest poniższy fragment, w którym mówi się, że "kwantowy rozrusznik" sprzężony jest z "odwracalnymi reakcjami chemicznymi": "Wprowadzenie kwantowego rozrusznika półprzewodnikowego, pracującego na znacznie niższych energiach wzbudzenia niż energia potrzebna dla zmiany orbitali wiążących, nie jest kaprysem przyrody, lecz wynikiem wielu nieudanych prób, podejmowanych w początkach planety Ziemia, zawiązania skutecznej, trwałej i rozwijającej się z czasem akcji. Kwantowy rozrusznik sprzężony z odwracalnymi reakcjami chemicznymi jest zwycięską próbą czasu, ewolucji, warunków geochemicznych i geofizycznych, całego kompleksu czynników możliwych tylko w przybliżeniu do odtworzenia w proterozoiku" <7 s. 51>. Dodać jednak należy, że ten "rozzrusznik" utożsamiany jest z "kwantowym szwem życia" <zob. np. 7 s. 85>. Zupełnie inaczej są ujęte elementy "sprzężenia" w innym fragmencie, mianowicie zamiast reakcji chemicznych jest "strumień elektronów", co prawda "uruchomiony metabolicznie", zaś zamiast procesów elektronicznych - emisja fotonów i fala kwantowo-akustyczna: "Procesy biochemiczne realizują się w środowisku piezoelektrycznych półprzewodników. Muszą więc wystąpić sprzężenia między uruchomionym metabolicznie strumieniem elektronów, kwantową emisją fotonów w następstwie elektroluminescencyjnych zjawisk i kwantową falą akustyczną w piezoelektrykach" <6 s. 52>. Podobnie, jak i we wcześniej cytowanym fragmencie, tak i w tym nie ma odpowiedzi, jak powstało "sprzężenie", a tylko, że musi ono wystąpić. W dodatku nie jedno.

W przeciwieństwie do sugerowanego powyżej ziemskiego pochodzenia "kwantowego szwu życia", zbieżnego zresztą z licznymi teoriami pochodzenia życia, znaleźć też można w pismach W. Sedlaka sugestię pozaziemskiego pochodzenia tego "szwu" (w analogii do, na przykład, teorii panspermii). Sugestia ta wykorzystuje wspomniane powyżej pojęcie "powierzchni Fermiego" biomakromolekuł jako czynnika umożliwiającego zainicjowanie metabolizmu w sytuacji powrotu

organizmu ze stanu anabiozy. Otóż, W. Sedlak pisze: "Egzobiologia wkraczałaby na zupełnie odmienne drogi. Życie, zamknięte w sarkofagu przestrzeni Fermiego, mogłoby być przywleczone z odległości kosmicznych w temperaturze relikтового promieniowania wszechświata 3°K " <8 s. 80>. Widać więc, że obie możliwości zostały obstawione, abiogeneza na Ziemi i abiogeneza gdzieś w kosmosie. Co więcej, dopuszczona jest także abiogeneza i obecnie:

— "Nie jest absolutnie wykluczone, że przyroda również i dziś dokonuje zsywania procesów chemicznych z elektronicznymi i że mamy ustawicznie pierwszy dzień tworzenia życia na Ziemi. Proces zsywania trwa w pikosekundowej skali obserwowalnej" <7 s. 87>;

— "Nie wiadomo, czy przyroda zawiązuje akcję życia od nowa. Być może, jest ona wtedy trwała w bardzo krótkich odstępach czasu, niemierzalnych jeszcze obecną techniką" <10 s. 51>.

Pomijając kwestię technicznych możliwości pomiarów bardzo małych odcinków czasu i badania przebiegających w nich procesów, nasuwa się tu przy okazji kolejna, mianowicie dotycząca sposobu działania sprzężenia chemiczno-elektronicznego. Otóż, jak było przed chwilą powiedziane, tzw. proces zsywania trwa w skali pikosekundowej. Jak zatem zsywane są procesy przebiegające w dwóch różnych skalach czasowych odległych od siebie około 9 rzędów wielkości? Z jednej strony bowiem "ultraszybkie" reakcje fotochemiczne zachodzą w skali 10^{-6} sekundy, z drugiej zaś procesy elektroniczne (np. ruch elektronów w pasmach przewodnictwa, transfer elektronów lub protonów) - skali 10^{-15} sekundy <3>. Jaka jest natura tego procesu zsywania? Na pytania te twórca idei sprzężenia chemiczno-elektronicznego nie daje odpowiedzi i nie zauważa nawet powyższej konsekwencji. Wskazuje, co prawda, na fotony, z pomocą których miałby się dokonywać ów proces zsywania: "Łącze życia utrzymuje się na skutek 'zsywania' obu frakcji kwantami światła" <10 s. 50>, to jednak nie podaje — gdyby znowu użyć "analogii krawieckiej" - rodzaju "ściegu". Tak więc, problem powstania tego sprzężenia, podobnie zresztą jak klasyczny już problem powstania życia, jest nadal otwarty.

Reasumując powyższe, przyczyny powstania sprzężenia chemiczno-elektronicznego można by ująć następująco:

- a) przyczyną jest przyroda;
- b) przyczyną nadrzędną są fotony;
- c) zaistnienie jego miało charakter zdeterminowany, mimo wielokrotnych prób dokonywanych przez przyrodę.

3.3. *Jakie skutki wywołuje sprzężenie chemiczno-elektroniczne i jakie posiada funkcje?*

Czego przyczyną jest kwantowy szew życia? Czy może na przykład spowodować zaistnienie nowego "szwu"? Wprost na to ostatnie pytanie W. Sedlak odpowiedzi nie daje. Możliwości takiej również nie wyklucza, gdyż przypisuje danemu sprzężeniu chemiczno-elektronicznemu właściwości oscylatora nieliniowego, które wymuszają na innym sprzężeniu uzgodnienie częstości oscylacji. Pisze bowiem:

- "[...] można spokojnie przedstawić spojenie chemoelektroniczne na najniższym poziomie jako kwantowy oscylator biologiczny" <9 s. 42>;
- "Jeden taki oscylator zmusza niejako inaczej nastrojone oscylatory do uzgodnienia rytmu. Procesy życiowe, dokonujące się wtedy, przybierają spójność. W dodatku oscylatory są samoregulujące się, albo jak kto woli — samoorganizujące się [...] Oscylatory samoporzadkujące się układają się w jednakowe drgania. Zespół takich oscylatorów osiąga autonomię funkcjonalną, autonomię wyrównywaną w częstości [...]" <9 s. 43>.

Niewykluczone zatem, że skutkiem działania jakiegoś kwantowego szwu życia jest uorganizowanie przebiegających w pobliżu i niezależnych od siebie reakcji chemicznej i procesu elektronicznego w nową strukturalno-funkcjonalną całość. Czynnikiem organizującym byłoby tu promieniowanie elektromagnetyczne charakterystyczne dla owego kwantowego szwu życia lub innymi słowy oscylatora kwantowego. O charakterystyce tego promieniowania wspomniane będzie poniżej, przy okazji omawiania funkcji sprzężenia chemiczno-elektronicznego.

Stwierdzenie, że "Organizacja żywej materii tak znamienita dla wielokomórkowego organizmu rozpoczyna się już w łączy życia" <10 s. 51> nie wnosi tu specjalnie nic nowego. Natomiast ciekawe wydaje się porównanie do generatora cząstek plazmy fizycznej, a właściwie bioplazmy (uważanej przez W. Sedlaka za nowy stan materii analogiczny do plazmy fizycznej): "[...] szew można by uważać za kwantowy generator plazmy" <7 s. 91>. Generowanie nowego stanu materii wydaje się bardzo ważnym skutkiem wywoływanym przez sprzężenie chemiczno-elektroniczne. Szkoda tylko, że ta rzucona jakby mimochodem sugestia nie została przez W. Sedlaka szerzej rozwinięta.

Omawiane przed chwilą skutki wywoływane przez to sprzężenie pozwalają się domyślać przynajmniej dwóch funkcji:

- a) wytwarzania stanu plazmowego,
- b) sterowania jakimiś procesami; sterowanie dotyczyłoby procesów biochemicznych, gdyż "Kwantowy szew życia stanowi rozrusznik nie tylko w sytuacji odwracającej stan anabiozy, ale również w trakcie normalnego trwania życia. Jest mechanizmem włączającym nieustannie reakcje chemiczne w rytm procesów elektronicznych, steruje ponadto rytmiką

anaboliczno-kataboliczną. W tym rozumieniu można go określić jako kwantowy rozrusznik życia" <7 s. 85>.

Oprócz powyższych funkcji da się jeszcze z pism W. Sedlaka wyłuskać parę innych, na przykład:

- c) detekcja promieniowania elektromagnetycznego;
 - "Kwantowe łącze życia jest [...] najsubtelniejszym detektorem pól elektromagnetycznych odbieranych ze środowisk wewnętrznego i zewnętrznego" <10 s. 51>; niestety nie podane zostały częstotliwości rezonansowe, dolny próg detekcji itp.;
- d) funkcja wzmacniania strumienia fotonów;
 - "[...] kwantowe sprzężenie jest tutaj chemiczno-półprzewodnikowym systemem wzmacniającym, a więc laserem. Jest układem dwustronnego wymuszania stanów wzbudzonych i rekombinacyjnego degradowania z fotonową i fononową generacją. Przyroda skonstruowałaby więc pierwszy laser fotonowo-fononowy" <7 s. 88>;
 - "Kwantowy szew życia sprowadza się do pracy dwóch sprzężonych laserów chemicznego i półprzewodnikowego - przy wzajemnym dopompowywaniu się. To na razie optimum wydajności kwantowej realizowane przez przyrodę" <10 s. 52>; tak więc znowu mamy do wyboru spośród dwu deklaracji, raz kwantowy szew jest laserem, a innym razem dwoma sprzężonymi laserami;
- e) funkcja katalityczna;
 - "[...] kwantowy rozrusznik życia. Używając języka chemicznego stanowiłby on uniwersalny katalizator procesu życiowego" <7 s. 85>;
 - "Sztuką przyrody było tylko kwantowomechanicznie zszyć te dwa procesy z własnym napędem energetycznym. Mamy coś w rodzaju autokatalizy, tylko nie chemicznej, a "kwantowej", może elektromagnetycznej?" <9 s. 40>.

4. UWAGI KOŃCOWE

Niezmiernie trudne lub - być może - niemożliwe jest streszczenie idei sprzężenia chemiczno-elektronicznego w kilku spójnych zdaniach. Przytoczone powyżej, reprezentatywne cytaty aż nadto, w moim przekonaniu, odzwierciedlają raczej wielokrotne próby intuicyjnego wglądu w same fundamenty zjawisk życiowych dokonywane przez W. Sedlaka niż ich metodyczne poznanie. Wielorakość sformułowań i kilkadziesiąt nazw użytych do tego samego przedmiotu zdaje się wskazywać zarówno na zbyt dużą hipotetyczność i mglistość tej idei, jak i wielką trudność w znalezieniu adekwatnego sposobu opisu. Ogólnikowość terminów tam zawartych jest bardzo duża, np.:

- "reakcje chemiczne" — z całego bogactwa biochemii jest mowa jedynie o anabolizmie, katabolizmie, metabolizmie i reakcjach redoks, a brak przy tym jakichkolwiek szczegółów dotyczących kinetyki, termodynamiki itd. tych reakcji lub uwarunkowań od tak zwanych procesów elektronicznych;
- "procesy elektroniczne" - podobna sytuacja, w większości tekstów brak bliższych określeń, o jakie to procesy chodzi, jakie są ich charakterystyki itp.?. nawet raz wspomniany laser półprzewodnikowy niewiele wyjaśnia, czym jest "sprzężenie", gdyż brak przy tym konkretnych przykładów elementów zasadniczych lasera, tj. co w układach biologicznych spełnia rolę ośrodka czynnego, rezonatora optycznego albo układu pompującego?

Czy to "coś" wyrazić można sumą treści, czy też jedynie wspólną treścią, wszystkich użytych przez W. Sedlaka takich zwrotów, jak: sprzężenie, szew, generator, kwant, jednostka, rozrusznik, złącze, węzeł, spojenie, wzmacniacz, para funkcjonalna, dwutor, ścieg, oscylator, laser. Dewaluacja liczby nazw tego samego desygnatu i zbyt mała ilość treści rzeczowych to z pewnością wady tej idei uniemożliwiające lub bardzo utrudniające ewentualne próby modelowania matematycznego. Chociaż tworzenie nazw niewiele wnosi, to można przecież zaproponować kolejne nowe i nie mniej adekwatne, np. "mikroprocesor fotoniczny", "mikrorobot optoelektroniczny".

Niemal wszystkie sformułowania dotyczące omawianego sprzężenia są problematyczne. Można nawet zaryzykować stwierdzenie, że idea ta dużo więcej problemów rodzi, niż rozwiązuje lub wyjaśnia.

Niewątpliwym wkładem, jaki wnosi W. Sedlaka idea sprzężenia chemiczno-elektronicznego do nauk o życiu, jest wyraźne akcentowanie aspektów elektronicznych, elektromagnetycznych, etc. funkcjonowania bioukładów i kwantowej natury sprzężeń pomiędzy różnymi procesami przebiegającymi na wielu poziomach organizacji organizmu, z poziomem submolekularnym włącznie.

Wydaje się, że zanim zaproponowane zostaną jakiegokolwiek badania doświadczalne nad sprzężeniem chemiczno-elektronicznym, konieczna będzie dalsza analiza tej idei, uspołnienie składających się na nią treści i wyprowadzenie odpowiednich implikacji testowych. Niewątpliwie zbudowanie konkretnego, teoretycznego modelu takiego "sprzężenia", które jest jednocześnie: detektorem, wzmacniaczem kwantowym, generatorem bioplazmy, układem bezstrukturalnym etc, nie będzie łatwym zadaniem, o ile w ogóle możliwym, a jest to prawdopodobnie niezbędne. Być może okaże się wtedy, że omawianą ideę trzeba będzie w sposób istotny zmodyfikować.

Wydaje się także, że W. Sedlaka idea "najmniejszej jednostki życia" jest w pewnej mierze zbieżna z T. Gántiego hipotezą chemotonu <zob. np. 1>, tj. modelu teoretycznie najprostszego systemu ożywionego. Warto by zbadać, czy postulowane tam absolutne kryteria życia, którymi są: inherentna niepodzielność,

przemiana materii, inherentna stabilność, podsystem niosący informację i sterowanie, odnoszą się do "kwantowego szwu życia" i są przez niego spełniane. Model chemotonu obywat się jednakże bez aspektów elektronicznych i elektromagnetycznych. Niewykluczone, że celowe byłoby zbudowanie nowego modelu, analogicznego do modelu chemotonu, wzbogaconego o te aspekty.

Kończąc, należy stwierdzić, że idea sprzężenia chemiczno-elektronicznego, będącego sposobem współistnienia reakcji chemicznych z procesami elektronicznymi, jest bardzo interesująca i może przynieść ważne implikacje.

LITERATURA

1. Gánti T.: A Theory of Biochemical Supersystems and Its Application to Problems of Natural and Artificial Biogenesis. Akad. Kiadó. Budapest 1979.
2. Gumiński K.: Termodynamika procesów nieodwracalnych. Warszawa 1983.
3. Potember R. S., Hoffman R. C., Hu H. S.-W., Speck K. R.: Molecular Devices for Optical Computing. W: Molecular Electronic Devices. F. L. Carter, R. E. Siatkowski, H. Wohltjen. Eds. North-Holland Amsterdam 1988 s. 663-677.
4. Sedlak W.: Kwantowoakustyczne podstawy informacji biologicznej. "Roczniki Filozoficzne" 25:1977 z. 3 s. 149-170.
5. Sedlak W.: Bioelektronika 1967-1977. Warszawa 1979.
6. Sedlak W.: Homo electronicus. Warszawa 1980.
7. Sedlak W.: Postępy fizyki życia. Warszawa 1984.
8. Sedlak W.: Życie jest światłem. Warszawa 1985.
9. Sedlak W.: Wykłady o bioelektronice. Warszawa 1987.
10. Sedlak W.: Wprowadzenie w bioelektronikę. Wrocław 1988.
11. Wnuk M., Zon J.: Wkład Włodzimierza Sedlaka w powstawanie bioelektroniki. "Biuletyn Kwartalny Radomskiego Towarzystwa Naukowego" 23(3-4): 1986 s. 88-103.

W. SEDLAK'S IDEA OF THE CHEMICAL-ELECTRONIC COUPLING IN ORGANISMS

Summary

The critical discussion on the possible existence of the coupling between biochemical reactions and electronic processes in biological solids is undertaken in connection with the concept of bioplasma and the electromagnetic theory of life. Firstly, a review of more important denotations of the term "coupling" in various disciplines: cybernetics, physics, genetics, biochemistry, thermodynamics, etc. is made. Secondly, a review of related terms with the same designation: quantum seam of life, quantum generator of physical plasma, quantum of life, the least unit of life, quantum pacemaker, quantum junction of life, biological quantum amplifier, etc. has been given. Thirdly, properties, origins, and functions of the chemical-electronic coupling have been discussed. New terms as "photonic microprocessor" and "optoelectronic microrobot" have also been proposed.