

WŁODZIMIERZ SEDLAK

## BIOELEKTRONIKA W ZESPOLE JEJ METODYCZNYCH PROBLEMÓW

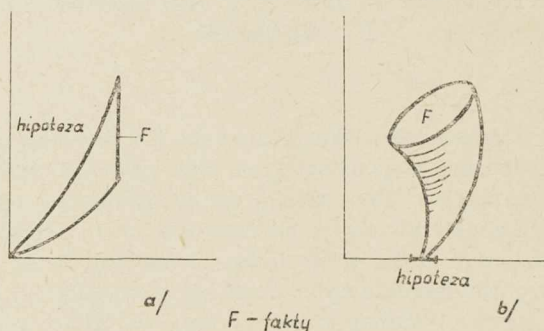
Biologia jest dziełem człowieka jako nauka i niekoniecznie musi odpowiadać pełnej i słusznej znajomości życia choć powinna. Postępy biologii zależą od jej stanu startowego w aktualnym okresie badań, oprzyrządowania, precyzji metod, zatrudnionych sił ludzkich, czasu i nakładów. Biologia żyje w opóźnionym czasie w stosunku do rozwoju fizyki, nie przeszła jeszcze swej fazy fundamentalnych dyskusji metodologicznych i teorio-poznawczych, a pewne dominacje wyniesione z w. XIX wydają się nadal aktualne. Fizyka ma poza sobą problem doświadczalnictwa i teorii, mogła sobie pozwolić na całkowite sformalizowanie teoretycznych podstaw, uporała się z zagadnieniem rzeczywistości i modelu. Biologia nie osiągnęła nie tylko stopnia zmatematyzowania, ale przede wszystkim rozeznania, co faktycznie badamy, czy przyjęty model przenosząc wyniki na rzeczywistość czy życie wprost.

### 1. METODY POZNAWANIA ŻYCIA W PRZESZŁOŚCI I OBECNIE

Klasyka biologicznych badań wypracowana jeszcze w XIX w. miała kodeks postępowania — intuicja, sformułowanie hipotezy, poszukiwanie eksperymentalnych uzasadnień. Zapotrzebowanie faktów, jako uzasadnienie hipotezy, dało ostateczną przewagę potocznemu przekonaniu, że biologia jest wyłącznie dziedziną eksperymentalną. Poznawanie przyrody łączyło się obiegowo z rozeznaniem nowego szczegółu doświadczalnego.

Nauka obecnie nie cierpi na niedostatek faktów, lecz na wymowę faktów, te bowiem wyrwane z funkcjonalnej oprawy stają się często nieme dla badacza. Trudności nie tkwią w faktach, bo te zawsze można jeszcze zdobyć przy technicznych możliwościach, lecz w ich związkach. Fakty są jedynie składowym materiałem naukowym, z którego można dopiero zbudować konstrukcję nauki. Same fakty nauki nie stanowią, mają jednak moc zmieniania nauki, a przede wszystkim jej fundamentowania.

Narodziny hipotezy dokonują się dziś rzadko wśród intuicyjnych refleksji na marginesie braku danych. Obserwujemy zjawisko symptomatyczne dla współczesnego stanu badań — lawinowo rosnącą podaż faktów. Bez przesady powiedzieć można, że istnieje ciągle pogłębiające się „morze faktów” charakteryzujących życie. W tym morzu faktów rysują się ośrodki syntetycznych ujęć, które starają się pewien zakres danych zmieścić w ogólniejszej problematyce. Start hipotezy jest zasadniczo różny dziś i w przeszłości. Kiedyś wyrastała ona z intuicji, dziś z eksperymentalnego potencjału nauki, który wymaga posegregowania i znalezienia funkcjonalnej zasady (rys. 1).



1. Zmiany w tworzeniu hipotez biologicznych: a) typowy przebieg na przełomie w. XIX i XX. Odkryte fakty (F) weryfikują pole hipotezy, b) obecnie — różnorodność faktów (F) należy sprowadzić do „punktowej” niemal syntezy nazywanej hipotezą.

Jeśli w minionym okresie hipoteza tworzyła twórcze pole, w którym należało poszukiwać faktów uzasadniających ją, to obecnie wielorakość faktów należy sprowadzić do „punktowej” teorii stanowiącej narzędzie dalszego poznawania życia. Teoria staje się metodycznym ryblem do rozpoznawania dalszej treści ożywionego obiektu.

Zupełnie też inną rolę spełnia autor hipotezy oraz eksperymentator. Twórca hipotezy miał kiedyś tylko intuicję, dziś bywa ona wynikiem wielkiego bagażu eksperymentalnego pozbawionego łączności. Jeszcze bardziej zróżnicowała się rola eksperymentatora. W pierwszym wypadku był on probierzem słuszności hipotezy potwierdzonej faktem przez niego odkrytym, w drugim jest często jednym z niezwykle liczby empiryków pogłębiającym morze faktów.

Bioelektronika jest syntezą stojącą na historycznym pograniczu między dawnym stylem ich formułowania a nowszymi możliwościami przy obecnym potencjale eksperymentalnym. Bioelektronika miała rzeczywiście pierwszą fazę, ale jeszcze w 1941 r., a więc w chwili sugestii Szent-Györgyi o półprzewodnictwie białek (51). Terminu „bioelektronika” użył ten sam autor w r. 1968 (53). Wcześniej określał ją jako biologię submolekularną (52). Polska natomiast bioelektronika, bo tak ją się niekiedy

nazywa <31>, znajdowałyby się już w drugiej fazie historycznej, a więc teorii wyrosłej z bezmiaru faktów, którym brakowało łączności. Izotropowy zbiór faktów już poznanych po prostu ukierunkowała wydobywając nowy profil życia obok chemicznego, mianowicie — elektroniczny.

## 2. PODAŻ FAKTÓW W BIOLOGII NABIERA PRZYSPIESZENIA

Wzrastająca rola eksperymentu nie tylko angażowała coraz większą liczbę wysoko kwalifikowanych pracowników i wyposażonych laboratoriów, lecz musiała doprowadzić do inwazji poznanych faktów. Nie jest to wyłącznie zasługą biologii, wiele bowiem zawdzięczać należy fizyce, chemii, geochemii i wielkim koncernom przemysłu elektronicznego poszukującym wśród związków organicznych dobrych materiałów laserujących lub tranzystorowych. Nie można już zresztą uprawiać „czystej biologii” bez sięgania do szerokiego zestawu nauk od geologii przez mineralogię i petrografię do fizyki plazmy i półprzewodników, mechaniki kwantowej, krytalografii, geochemii i geofizyki.

Poznane fakty układają się w pewne bloki informacyjne z prawem serii badań, gdyż wielokrotnie podejmowano ten sam temat:

- a) półprzewodnictwo aminokwasów, białek <3;5> i kwasów nukleinowych <15;22>, porfiryn, karotenoidów <25;26>, również półprzewodnictwo protonowe <54>;
- b) piezoelektryczne własności aminokwasów <18>, białek, kwasów nukleinowych, cukrowców <14>, mukopolisacharydów, tkanek zwierzęcych <19> i roślinnych;
- c) międzymolekularny transfer elektronowy i efekty tunelowe, czyli bezstratnego przenoszenia ładunku przez barierę potencjału <25;17;54;29>;
- d) nadprzewodnictwo związków organicznych i zapewne tkanek w temperaturze pokojowej <1;30;21;2;27>;
- e) piroelektryczne własności związków organicznych i tkanek <26>;
- f) ferroelektryczne własności związków biologicznie ważnych;
- g) magnetyczne cechy związków organicznych i tkanek *in vivo* <7;9;6;20>;
- h) fotoprzewodnictwo związków organicznych <35>, fotoelektryczne własności układów biologicznych <13>;
- i) kwantowa emisja fotonów w układach biologicznych <28>;
- j) stymulacyjna rola światła koherentnego <23>;
- k) wpływ pól elektromagnetycznych na metabolizm <4;33>;
- l) niska energia aktywacji w procesach biologicznych;
- m) widma fluorescencyjne związków organicznych;
- n) badania nad modelowymi membranami lipidowymi <35;11>;
- o) synteza organiczna w zimnej plazmie;
- p) powierzchniowy ładunek elektryczny <12>;
- r) elektroniczne własności wody (półprzewodnik protonowy) <10;16>.



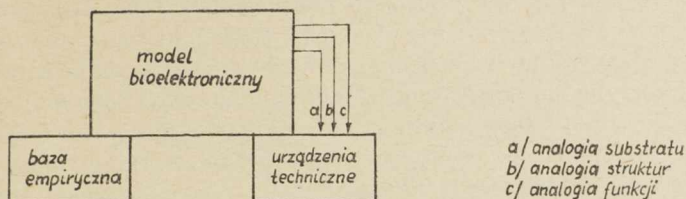
Biologia znajduje się w zespole nowych danych, których nie można zmieścić w przyjętym schemacie biochemicznym. Sytuacja może przybrać początkowo próbę zaktualizowania dawnego schematu. Tak uwzględniono zjawiska emisji kwantów świetlnych w chemiluminescencji. Inna ewentualność to zmodernizowanie schematu przez elektroniczny zapis reakcji chemicznych i wprowadzenie postulatów chemii kwantowej. Wreszcie propozycja nowego modelu, który obejmowałby zarówno dawne fakty interpretowane biochemicznie, jak i nowe nie mieszczące się w nim. Tak powstał elektroniczny model życia (36). Nie zaproponowano go zbyt wcześnie, gdyż w 100 lat po powstaniu modelu biochemicznego. Na przykładzie bioelektroniki można obserwować konieczność rewizji poglądów pod naciskiem faktów. Nie rozwijająca się biologia byłaby równoznaczna ze stagnacją życia. Zmiana sądów w nauce jest więc warunkiem postępu biologii. Decydują tylko fakty i szybkość rozeznania. Ponieważ procesy chemiczne można wyrazić językiem elektronicznym, jako dawanie lub branie elektronów, wobec tego między schematem biochemicznym i bioelektronicznym istnieje relacja komplementarności.

### 3. ELEKTRONICZNY MODEL ŻYCIA

Zasadnicza kwestia czeka rozwiązania. Czy poznane fakty poszerzają jedynie elektrofizjologię i dadzą się zinterpretować na podstawach elektrochemicznych, czy stanowią nową rzeczywistość charakteryzującą materię biotyczną? Sprawdzenie może być całkiem proste. Jeśli wymienione fakty występują niezależnie od procesów biochemicznych, to należy je uważać za przysługujące związkom organicznym, a nie za wynik reakcji chemicznych. W tej klasie zjawisk należy przede wszystkim umieścić półprzewodnictwo i piezoelektryczność, zapewne też piro- i ferroelektryczność. Byłyby to więc → cechy uwarunkowane molekularną strukturą wtórnie wykorzystaną przez procesy biochemiczne, które w tym wypadku zwiększyłyby swą efektywność, a przede wszystkim tworzyłyby molekularną masę związków organicznych. Biologia molekularna zyskała niejako drugie oblicze — poza stroną chemiczną istnieje jeszcze poziom elektroniczny. Bioelektronika zatrzymuje się na stanach wzbudzonych i uruchomieniu elektronów bez doprowadzania do zmiany wiązań chemicznych. Procesy elektrochemiczne mogły być wypracowane w toku ewolucji i nie muszą zaprzeczać elektronicznego poziomu życia.

Istnieją więc bloki doświadczalnych faktów. Dla ich wyjaśnienia w funkcjonalnej więzi konieczny jest model (36). Muszą w nim jako pewnego rodzaju heurystycznej abstrakcji występować założenia, które stanowią zrab schematowej proporcji. W elektronicznym modelu nie ma jednak aksjomatów, są nimi eksperymentalne dane. Fakty wymagają interpretacji, tymczasem w biologii są one bardzo mało wyjaśnione. Istnieje

natomiast dobrze rozpracowany zespół technicznych urządzeń elektronicznych. Można więc poszukiwać pewnych analogii dla zrozumienia żywego układu białkowych półprzewodników (rys. 2).



2. Bioelektroniczny model jest oparty na empirycznej bazie, czytelność jego uzasadnia analogia z technicznym urządzeniem elektronicznym (analogia substratu struktury — winna też istnieć analogia funkcji).

Techniczne urządzenia można rozpatrywać od strony analogii substratowych, strukturalnych i funkcjonalnych. W układzie biologicznym i technicznym występują półprzewodniki. Istnieje też analogia strukturalna. Sercem niejako technicznych rozwiązań jest złącze p-n. Struktury subkomórkowe zdają się wykazywać podobną budowę o różnej gęstości elektronowej (mitochondria, retikulum endoplazmatyczne, aparat Golgiego, błony komórkowe, chloroplasty). Należy przypuszczać występowanie również analogii funkcjonalnych. Były one jedynym założeniem modelu bioelektronicznego. W ogólnym zarysie winien żywy układ funkcjonować jak urządzenie techniczne z koniecznym uwzględnieniem niepowtarzalnej specyfiki biologicznej.

I tak wydaje się możliwe istnienie kwantowej emisji w efekcie biolaserowym (45), prądowo-napięciowa sytuacja na membranach biologicznych (35), zjawiska fotoelektryczne, efekt Halla, powierzchniowe zagęszczenie ładunków, plazma ciała stałego itp. Ogólnym wnioskiem z analogii jest elektromagnetyczna teoria życia (39). Jedynym założeniem w elektronicznym modelowaniu jest analogia funkcjonalna między układem biologicznym i technicznym rozwiązaniem. W kilka lat później pisze się o takim modelu również gdzie indziej (22). W jakim stopniu nowe propozycje w elektronice technicznej będzie można odnieść do żywego układu, to kwestia dalszego rozwoju bioelektroniki.

Mimo istniejących analogii nie można dość wyraźnie podkreślić różnic. Układ biologiczny jest półprzewodnikowym urządzeniem zbudowanym przez przyrodę w niepowtarzalny sposób. Przyroda nie produkuje ich od nowa, przekazuje tylko struktury i funkcje jako kontinuum życia. Masa tego urządzenia jest ustawicznie odświeżana przez wymianę drobin i zastępowanie ich nowym półprzewodnikiem organicznym. Układ produkuje półprzewodzący materiał we własnym zakresie na drodze metabolicznej. Zdaje się, że dobrym punktem styku dla procesów chemicznych i elektronicznych będą enzymy (24).

Istnieje zapewne niezwykle istotne sprzężenie chemicznych procesów



z elektroniczną funkcją układu. Śmierć „kwantowa” następowałaby z momentem zerwania sprzężeń. Wydajność urządzenia jest niezwykle, podlega ono ponadto procesowi rozwoju określanego ewolucją.

Po uwzględnieniu specyficznych poprawek na rzecz urządzenia biologicznego, model elektroniczny i analogie funkcjonalne są niezwykle płodne w rozwiązywaniu wielu problemów życia na poziomie kwantowym.

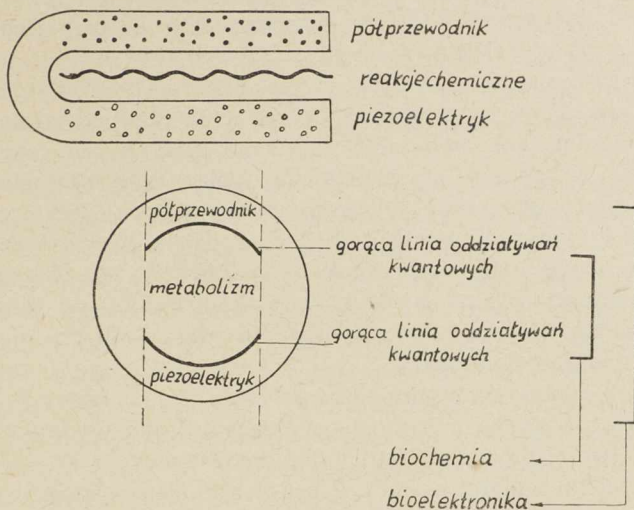
Tutaj zaczyna się heurystyczna rola modelu, czyli jego naukowa rentowność. Do samej biologii wniosła: elektromagnetyczną teorię życia (39), poprawkę do bilansu energetycznego bioukładu, sformułowanie podstaw biofizycznych ekologii (49) i ochronę elektromagnetycznego środowiska (47), elektrostazę, wymuszoną emisję fotonową w bioustroju (40), bioplazmę, podstawy bioakustyki kwantowej (50). W medycynie wniosła bioelektronika nowe punkty widzenia w kwantowych podstawach ruchu (41), elektronicznej roli wysiłku fizycznego (42), interpretacji wpływu świadomości na somę (46) czy istotnych podstaw starzenia się organizmu (56). W psychologii można mówić o kwantowych podstawach świadomości (38), holograficznych możliwościach pamięci (44). Heurystyczna legitymacja teorii stanowi dosyć istotny dziś element twórczych koncepcji w nauce.

#### 4. CHARAKTERYSTYKA BIOELEKTRONIKI W SKRÓCIE

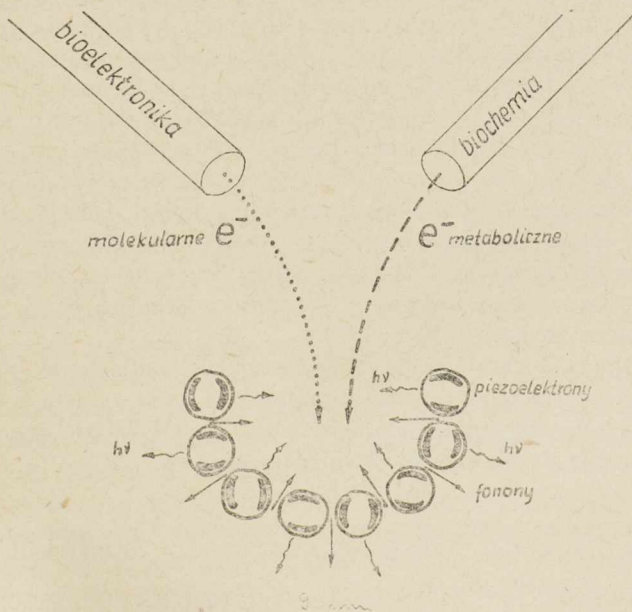
Reakcje chemiczne są dobrze poznane dzięki długim oraz intensywnym badaniom analitycznym. Procesy te nie dokonują się ani w próżni, ani w biologicznym *in vitro*. Po prostu przebiegają w półprzewodzącym i piezoelektrycznym ośrodku białkowym. To wyznacza ich brzemienneą w skutki relację kwantową. Zaistniał w przyrodzie układ dwóch procesów — metabolicznego i elektronicznego. Metaboliczny to strumień elektronów uruchomiony na skutek odwracalnych reakcji chemicznych enzymatycznie katalizowanych. Procesy elektroniczne w białkowym ośrodku to zdolność tworzenia kompleksów donorowo-akceptorowych, elektronów zde-lokalizowanych, uruchomienie elektronów transferu międzyrobinowego oraz procesy kwantowej emisji fotonów i kwantowoakustycznej fali wzbudzonej w organicznym piezoelektryku. Uruchomienie reakcji biochemicznych dokonuje się więc w środowisku wysoce energetycznym białkowego półprzewodnika. W związku z tym energia aktywacji procesów metabolicznych może być niższa niż *in vitro* (rys. 3).

Interpretując schemat rysunkowy można zauważyć, że:

- a) bioelektronika pojmuje szerzej warunki przemian energetycznych w porównaniu ze schematem biochemicznym,
- b) schemat biochemiczny pozostaje w pełni aktualny i może być przedmiotem badań w dotychczasowej skali analitycznej,
- c) bilans układu biologicznego poza energią wiązań chemicznych musi uwzględnić energię autogennych fotonów i fononów,
- d) w strukturach molekularnych stanowiących oprawę reakcji chemicz-



3. Schematyczna „próbówka życia”. Reakcje biochemiczne dokonują się w środowisku białkowego półprzewodnika o własnościach piezoelektrycznych. Procesy chemiczne, elektroniczne i mechano-elektryczne stanowią układ sprzężony. Na przekroju — „gorąca linia życia” kwantowych oddziaływań.



4. Schemat energetyki układu biologicznego wynikający z sytuacji przedstawionej na rys. 3.

nych winna się przenosić fala polaryzacyjna (uzależnienie od fali metabolicznej wydaje się tutaj oczywiste) (rys. 4).

Fala metaboliczna regulowałaby w ten sposób swą rytmikę anaboliczno-kataboliczną. Prawdopodobnie układ enzymatyczny działając na zasadzie przyłączania lub odłączania elektronu albo całych grup mógłby funkcjonować na sposób przeciwstawnej polaryzacji piezoelektryków. Ten sam enzym mógłby przy dodatnim spolaryzowaniu pełnić przeciwną rolę niż przy ujemnym. Mogłoby to być w zgodzie z enzymatyczną teorią Greena i Ji uzupełnioną przez Caserta i Cervigni (8). Przetwarzanie impulsów elektrycznych na mechaniczne dokonywałoby się w piezoelektrycznej drobinie enzymu z uwzględnieniem różnej roli chemicznej warunkowanej znakiem polaryzacji.

Fotonowa i fononowa stymulacja procesów metabolicznych katalizowana zmienną polaryzacją białkowego piezoelektryka wydaje się dawać większe możliwości uniknięcia sytuacji równowagowych. Te odpowiadają bowiem w biologii śmierci układu. Procesy życiowe są znacznie bardziej złożone niż przypuszczano i operują większą energią niż by to wynikało z reakcji biochemicznych.

Coraz większa „atomizacja” żywego obiektu na skutek precyzji eksperymentowania zakłada milcząc, że bezmiar przebadanych punktów stworzy pożądaną wizję całości przy odpowiednim zestawie danych. Zapomina się, że układ jest funkcjonalnie zintegrowany, a nie jest sumą elementów. Synteza myślowa w zespole narastających gwałtownie szczegółów nie staje się bynajmniej łatwiejsza. Integracja wypracowana przez fizjologię systemu neurohormonalnego była dobra w skali anatomicznej. Poszukiwanie nowych idei znamionuje nie tylko fizykę cząstek elementarnych, astrofizykę, mechanikę kwantową czy geofizykę, ale przede wszystkim odnosić się powinno do fizyki żywego układu. Niezależnie od stopnia prawdopodobieństwa bioelektronika, zwłaszcza polska, podjęła na szeroką skalę integracyjne spojrzenie na materię biotyczną. Wyrazem tego jest elektromagnetyczna teoria życia (39;45;48), bioakustyka kwantowa czy wreszcie bioplazmowe pojmowanie energetyki układu (40) z magneto-hydrodynamicznym sterowaniem (43).

Bioelektronika sprzęgła biologię molekularną z biochemią i elektronicznymi własnościami związków organicznych, tym samym wyciągnęła funkcjonalne konsekwencje z biologii molekularnej w szerszym wymiarze niż geometria drobinowa w chemicznej oprawie.

##### 5. BIOPLAZMA — OSTATECZNA KONSEKWENCJA BIOELEKTRONIKI

Posiadamy dwa opisy życia — chemiczny i elektroniczny. W obu wypadkach jest mowa o elektronach. Raz o przenoszeniu elektronów powinowactwa w następstwie reakcji chemicznych, drugi raz o ruchliwych elek-



tronach struktur molekularnych, zwłaszcza elektronach pi. Gdyby się traktowało oba procesy po sumarycznych stanach ładunków, można by je w pierwszym przybliżeniu uważać za płynną masę elektryczną w środowisku półprzewodnika. Taką masę określa się mianem plazmy ciała stałego. Przez analogię nazwano ją bioplazmą, po raz pierwszy w Polsce w r. 1967 (36).

Zasadniczy warunek plazmy stanowią cząstki z ładunkiem i obojętne w *quasi-równowadze* elektrycznej przy istnieniu debeyowskiego ekranowania. Zarówno po stronie chemicznej, jak i elektronicznej wydaje się to spełnione. Nie ma potrzeby w tej chwili wymieniać wszystkich rodzajów cząstek z ładunkiem uruchomionych w obu procesach, zostało to bowiem uczynione niejednokrotnie przy innych okazjach. (40;43;49)

Bioplazma byłaby nie tyle nową rzeczywistością świata materialnego, ile raczej nowym stanem materii charakterystycznym dla żywego ustroju. Nie posiada ona żadnego odpowiednika w fizyce i jest dotychczas niepowtarzalnym fenomenem w przyrodzie albo przynajmniej nie stwierdzonym (49). Bioplazma to stan materii ożywionej, stan ruchliwych cząstek elektrycznych pochodzenia chemicznego i strukturalnego w białkowym półprzewodniku tworzonemu metabolicznie. W polskiej literaturze przedmiotu rozróżnia się konsekwentnie bioplazmę metaboliczną i strukturalną. Nowością jest tu regeneracja białkowego półprzewodnika. Organizm jest urządzeniem pracującym na świeżym tworzywie elektronicznym, stąd amortyzacja układu jest znikomo mała, a wydajność wielka.

Bioplazma posiada dwie charakterystyki — korpuskularną i falową. Opis korpuskularny wyraża interakcję cząstek naładowanych i obojętnych. Przy tej okazji dokonują się procesy kwantowe emisji fotonów trojakiemu rodzajowi: rekombinacyjnego, cyklotronowego bądź promieniowania hamowania. Obowiązuje tu głównie skala widzialna. Plazma odpowiada też drganiami w rytmie wolnym całej masy przy nieciągłościach spowodowanych czynnikiem termicznym, chemicznym, elektrycznym, grawitacyjnym, mechanicznym, akustycznym czy magnetycznym. Plazma drga jako obojętna ciecz elektryczna. Emitowane promieniowanie określa się wtedy jako fale elektryczne. Przy dodatkowych polach magnetycznych jako falę magnetohydrodynamiczną.

Bioplazmę można charakteryzować gęstością elementów składowych, ich energią kinetyczną, czyli temperaturą, przy czym przelicznik wynosi  $1 \text{ eV} = 11600^\circ\text{K} = 23,02 \text{ kcal/mol}$ , stanem zjonizowania albo energią emitowanego promieniowania, czyli falowo.

Gęstość bioplazmy winna być dosyć wysoka w porównaniu z innymi układami, dla których przyjmuje się plazmową interpretację. Plazma jonosferyczna powyżej 100 km wysokości ma gęstość  $10^6 \text{ e}^-/\text{cm}^3$ , plazma półprzewodnika  $10^{16}$ , natomiast błony lipidowo-białkowe wykazują dla warstwy lipidowej gęstość  $3,5 \times 10^{20}$ , dla warstwy wody  $3,34 \times 10^{20}$ , warstwa białkowa od  $3,7$  do  $5,1 \times 10^{20} \text{ e}^-/\text{mm}^3$  (5). Z oszacowań Zona, w któ-

rych wykorzystano dane o liczbie elektronów przenoszonych w oddychaniu komórkowym, wynika gęstość bioplazmy rzędu  $10^{16}$  e<sup>-</sup>/cm<sup>3</sup>, natomiast częstość oscylacji plazmowych byłaby w zakresie od średniej podczerwieni do mikrofal (56).

Bioplazma łączy dwie charakterystyki kwantowe w sobie — korpuskularną i falową.

opis korpuskularny

opis falowy

{	mikroskali — promieniowanie re-
	kombinacyjne, cyklotronowe, hamowania
{	makroskali — drgania plazmy jako
	całości (fale elektryczne i magnetohydrodynamiczne)

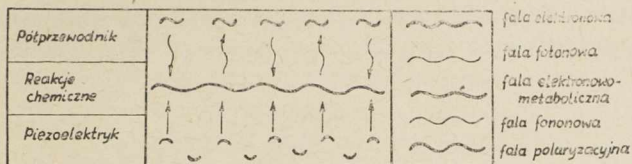
Opisując plazmę korpuskularnie akcentuje się jej gęstość, składowe, temperaturę, pochodzenie elementów obdarzonych ładunkiem. Zamiast używać dwóch terminów, jak elementy struktur molekularnych i cząstki z ładunkiem pochodzenia metabolicznego, można użyć określenia bioplazma strukturalna i metaboliczna. Przyjmując, że około 56% masy biologicznej jest metabolicznie czynnej (32), nieco więcej niż połowa energetyki organizmu byłaby normowana bioplazmą metaboliczną, natomiast mniej niż 44% przypadłoby na bioplazmę strukturalną.

Bioplazma byłaby uśrednionym stanem wszystkich cząstek obdarzonych ładunkiem i stanowiącym masę biologiczną. Bioplazma to dynamiczna masa biologiczna. Zbędne dodawać, że jest to stan materii przynależny tylko życiu, wchodzi bowiem czynnik metabolizujący. Bardziej funkcjonalnie ujmując, bioplazma w opisie korpuskularnym przedstawiałaby sumę cząstek z ładunkiem pochodzenia biochemicznego i elektronicznego. Bioplazma bowiem jest konsekwencją bioelektroniki i konfrontacji jej z biochemią. Nie można mówić o bioplazmie w oderwaniu od tych dwóch charakterystyk ożywionej materii.

Bioplazma dostarcza jeszcze innych możliwości ujmowania energetycznej rzeczywistości układu — od strony radiacyjnej. Procesy falowe przebiegają w dwóch profilach, które można określić, jako mikro- i „makroskwantowanie”. W ostateczności należałoby powiedzieć, że metaboliczna plazma pulsuje w środowisku plazmy strukturalnej półprzewodników białkowych. Sytuacji tej nie otrzymano dotąd syntetycznie, choć jej mechanizmy zdają się odczytane. Rytmika biologiczna posiadałaby kilka istotnych uwarunkowań w kwantowych podstawach szeroką skalą od częstotliwości optycznych poprzez akustyczne drgania siatki molekularnej do rytmów wolnych bioplazmy jako całości i fal magnetohydrodynamicznych (rys. 5).

Bioplazma łącząc w sobie postulaty biochemii i elektrodynamiki wydaje się dobrze interpretować dwukierunkowy proces ewolucji — różni-





5. Strumień metabolicznych i strukturalnych elektronów w piezoelektrycznym pojemniku białkowym generuje fotony i fonony. Bioplazma jest ogólnym stanem wzbudzonym żywej materii.

cowanie oraz integrację. Zróżnicowanie energetyczne łącznie z transportem masy dokonuje się ustawicznie choćby w degradacji plazmy i konieczności jej regenerowania. Ponadto każdy czynnik energetyczny powoduje zróżnicowanie plazmy. Określamy to jako nieciągłość. Koordynacja natomiast dokonuje się zarówno w skali kwantowej emisji fotonów, jak i drgań plazmy jako całości. Należy też uwzględnić koordynację akustyczną, bioplazma jest bowiem również piezoelektryczna. Zsynchronizowanej rytmice ulega cały układ, zarówno siatka molekularna organicznego piezoelektryka i półprzewodnika, jak i procesy elektroniczne i metabolizmu. Falowe procesy elektromagnetyczne i akustyczne są tu wyrazem zmiennych sytuacji energetycznych układu. Życie to ogólny stan wzbudzenia materii dobrze oddawany przez termin „bioplazma”.

Żywy układ to sieć molekularna organicznych półprzewodników z ruchomymi ładunkami w następstwie procesów chemicznych i elektronicznych. Sieć podlega odbudowie metabolicznie i jest wprawiana w drgania elektrycznie i mechanicznie. Tak więc kwantowe podstawy życia sprowadzają się do oddziaływania cząstek z ładunkiem i fali elektromagnetycznej oraz akustycznej. Układ „nie żyje” tylko biochemicznie, ale i elektromagnetycznie i akustycznie. Przedstawia złożony system energetyczny.

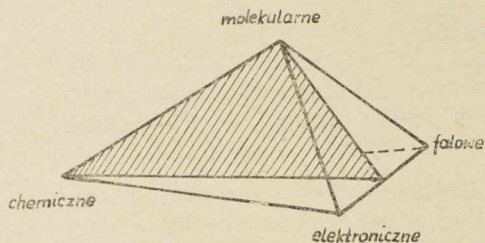
Rysująca się rzeczywistość życia nie będzie mogła być opisywana przez zwykłą aplikację zasad wypracowanych w fizyce i przeniesionych na układ biologiczny. Materia żywna jest sama w sobie przedmiotem badań i fizyka życia stanowić będzie zapewne samodzielną dziedzinę, układ biologiczny nie posiada bowiem jak dotychczas swego analogu w przyrodzie, choć nie znaczy to, że należy oczekiwać nowego rodzaju energii swojej dla życia.

## 6. OPIS ŻYCIA I JEGO MOŻLIWOŚCI

Do dyspozycji mamy kilka możliwości opisu życia w kwantowej skali: biochemiczny, molekularny, elektroniczny, falowy i wreszcie plazmowy. Stosowany dotychczas opis biochemiczny jest z pewnością monoaspektywy i wyczerpuje część zdarzenia określanego życiem. Molekularny uwzględnia pewien wycinek życia od strony konfiguracyjnej drobin organicznych oraz ich reakcji. O dalszych trzech była mowa wyżej. Geometrycznie mo-



żna by przedstawić możliwości poznawcze życia w formie czworościanu. Wyraża on wszystkie możliwości opisu życia w kwantowych rozmiarach (rys. 6).



6. Biodiagram tetraedryczny daje wielorakie możliwości opisu życia — chemiczny, molekularny, elektroniczny, falowy i plazmowy (ten ostatni na płaszczyźnie siecznej przez czworościan).

Opisując życie chemicznie, całkiem zresztą poprawnie, pamięta się, że posiada ono jeszcze tło elektroniczne, molekularne i falowe, choć w tej chwili nie eksponuje się tamtych charakterystyk. W opisie elektronicznym posiada się pełną świadomość, że istnieją jeszcze cechy chemiczne, molekularne i falowe, które nie są szczególnie w tej operacji wyróżniane, mimo iż należą do natury życia. Opis molekularny zakłada biochemiczne pochodzenie drobin i ich elektroniczne własności oraz falowe efekty, choć ich nie podkreśla na skutek ograniczonych możliwości jednoczesnego traktowania z tą samą dokładnością. Opis falowy najbardziej syntetyczny i abstrahujący od masy nie może się jednak obyć bez reakcji chemicznych, zjawisk elektronicznych i molekularnych zależności. Metodycznie pomija się je dla lepszego uwydatniania falowych aspektów życia.

Wreszcie można wyróżnić opis niejako przestrzenny, na płaszczyznach siecznych prowadzonych przez tetraedr życia: opis bioplazmowy. Jednoczy on poszczególne sposoby wyrażania życia według naroży czworościanu. Nie jest to konstrukcja wyłącznie logiczna. Po prostu rzeczywistość życia sama dostarczyła tych możliwości. Ten ostatni jest zręcznym podparzeniem możliwości poznawczych w rozmiarach kwantowych, o ile przyjmie się istnienie piątego stanu materii — bioplazmy. Opisy chemiczny czy elektroniczny, falowy, korpuskularny lub plazmowy są podyktowane względami heurystycznymi, złożonością układu bądź aktualnością potrzeb i możliwości badawczych.

Bioplazmowa interpretacja wydaje się przede wszystkim przydatna w rozpatrywaniu czynników koordynacyjnych układu oraz nośników informacji. Najstarszy filogenetycznie kanał informacyjny życia byłby oparty na podstawowej własności masy biologicznej — metabolizmie i procesach elektronicznych.

Charakterystyka życia w rozmiarach kwantowych odpowiada statystycznej rzeczywistości. W tym rzędzie wielkość nie badamy wprost i bezpośrednio materialnego układu, lecz jakościowo lub ilościowo ujmujemy

modelowane propozycje. Milcząc zakłada się, że poznanie modelu odpowiada rzeczywistości. W tej sytuacji jest fizyka. W biologii sprawa jest bardziej złożona. Mikrofizyka posiada dwie alternatywy i komplementarne jednocześnie możliwości — korpuskularną i falową. Obie wyczerpują rzeczywistość uzupełniając się. W przypadku życia istnieje niejako 5 możliwości poznawczych, które różnią się od siebie szczególną aspektowością traktowania konstrukcji i funkcji życiowego układu. Stan ten wyraża „tetraedr życia”.

Poliaspektowy opis życia nie jest tylko koniecznością poznawczą, ale jednocześnie wyrazem złożoności układu, skoro uwzględni się specyficzność życia, jako stanu materii. Stopień złożenia i funkcjonalnego sprzężenia nie posiada odpowiednika w przyrodzie. Z tych powodów jest nieporównywalny z jakimkolwiek układem w fizyce. Zasady wypracowane dla układów fizykalnych muszą się tu okazać nie w pełni adekwatne, stąd wszelkie rozumowanie oparte na ścisłych analogiach z układem fizyki jest nieporozumieniem metodycznym. Dla tych zapewne powodów modelowe odtworzenie życia jest dotychczas próbą nieudaną, a zabiegi eksperymentalne potwierdzenia bioelektroniki i bioplazmy mogą być wyrazem niezbyt słusznego rozumienia istoty problemu.

## 7. MOŻLIWOŚCI WERYFIKACJI W BIOELEKTRONICE

Pierwszym odruchem eksperymentatorskim jest chęć doświadczalnego uzasadnienia bioelektroniki z jej plazmowym wariantem. Natomiast pierwsze trudności to pytanie — w jaki sposób? Zaprojektowanie *experimentum crucis* wykracza w tej chwili, a może i na przyszłość, poza możliwości. Zdaje się, że klasyczne podchodzenie do problematyki bioelektronicznej nie może tutaj mieć miejsca. Trudno przypuszczać, by jednostkowy eksperyment uzasadnił bioelektronikę, skoro podejmuje się go z metodycznym wątpliwym w odniesieniu do teorii opartej nie na pojedynczym fakcie, lecz na całych blokach doświadczalnych.

Pytanie, czy pojedynczy fakt przeciw bioelektronice przekreśli jej słusność? Teoretycznie nie jest to wykluczone, istnieje jednak różnica między faktem poprawnie z punktu metody eksperymentu stwierdzonym a jego interpretacją. Interpretacja wymaga przyjęcia jakiegoś modelu. Na razie posiadamy dwa — biochemiczny i bioelektroniczny.

Na wstępie należałoby rozstrzygnąć rangę metodologiczną bioelektroniki: paradygmat, hipoteza robocza, hipoteza czy teoria? Paradygmaty są zapewne udawadniaalne, choć nie w tej chwili. Czy można schemat oparty na kilkunastu blokach faktów doświadczalnych określić jako hipotezę roboczą? Hipoteza bywa oparta na intuicji z prawdopodobieństwem znalezienia faktów potwierdzających. Fakty niejako gruntowały rangę hipotezy *ex post*. Dzisiejsza sytuacja jest diametralnie różna, fakty wyprze-



dzają ich interpretację, znalazły się więc na miejscu założeń konstrukcji modelowej, a nie w rzędzie jej sprawdzania.

W historycznym rozwoju biologii przesunęły się w niedostrzegalny sposób punkty ciężkości badania i formułowania hipotez oraz teorii i to w bardzo zasadniczym znaczeniu. Dawne poszukiwanie faktów dla teorii ustąpiło miejsca konieczności „doganiania” faktów jakąś ogólniejszą ich wizją, podejmując próbę integracji wielu danych. Na skutek wielkiej podaży faktów zmalała niejako ich cena potwierdzająca twórczą koncepcję, skoro należy je zmieścić w jakiejś teorii. Przesunęły się wobec tego punkty nacisku. Kiedyś weryfikacji hipotezy dokonywano poszukiwanym faktem, dziś kładzie się raczej akcenty na heurystycznej roli teorii. Tym samym wytworzona w XIX w. hegemonia eksperymentu poczyna ustępować w biologii na rzecz formułowania syntez. Biologia wkracza w stadium szerokiego rozmachu syntetycznych podejmozań, a więc hyperanalizacyjność eksperymentalna nie może się już obyć bez wielkich integrujących teorii. Luźne bowiem fakty nie stanowią nauki, tym samym pojedynczy eksperyment rzadko już staje się miernikiem słuszności hipotezy, skoro jest ona wstępnie zweryfikowana zakresem danych, które pragnie spójnie i niesprzecznie zinterpretować. Jeśli w przeszłości poszukiwało się dodatkowego potwierdzenia modelu, to obecnie raczej same fakty domagają się modelu dla należytego rozumienia. Tym samym eksperymentatorzy z weryfikalnego „końca” hipotezy przesunęli się na „początek”, nie wiedząc często, do czego ich badania doprowadzą. Po 100 latach wzrastającego tempa badań biologicznych mogą i powinny się przegrupować metodyczne i metodologiczne punkty ciężkości czy też należałoby oczekiwać polaryzacji metodologicznej problematyki. Tym samym weryfikacja przynajmniej w biologii przestaje się sprowadzać do eksperymentalnego „punktu” potwierdzającego. Heurystyczny przetarg kilku teorii w odniesieniu do tego samego problemu w postaci prostoty sformułowań, zakresu interpretowanych faktów, spójności i twórczych perspektyw badawczych będzie się musiał stawać coraz bardziej aktualny.

W świetle różnic tworzenia hipotez w przeszłości i dziś trudno mówić o bioelektronice jako hipotezie, skoro wspiera się ona na kilku blokach eksperymentalnych. Jednocześnie potwierdzenia teorii nie należy chyba oczekiwać na podstawie nowego faktu. Weryfikowalność nowoczesnej teorii może posiadać aspekty utylitarne: a) Wyjaśnia spójnie i niesprzecznie zespół poznanych faktów, wprowadza więc uporządkowanie wielkiego i rozrzuconego materiału doświadczalnego, b) Daje twórcze perspektywy rozwoju biologii, medycyny, psychologii, antropologii. Praktyczność jest niejako miernikiem wartości. c) Wyłania się również nowy dziś aspekt weryfikacji przynajmniej pomocniczej — ekonomika badań.



## 8. EKONOMIKA BADAŃ I BIOELEKTRONIKA

Wśród różnic między badawczym statusem biologii wieku XIX i dziś należy podkreślić niewspółmierne nakłady kosztów. Morze faktów eksperymentalnych jest rzeczywiście czymś imponującym, ale za cenę wysokich kosztów, zaangażowanych sił ludzkich i czasu. Biologia daleko wykroczyła poza konwencjonalne ramy nauki o życiu. Praktycznie wszystko cokolwiek się eksperymentalnie bada może posiadać związek z życiem jako fenomenem materii. Z drugiej znów strony wszelkie badania i nauki mają rację bytu, o ile rzutują na życie człowieka w jakiegokolwiek skali bliskiej czy dalekiej nawet.

Ekonomika przemysłowa wykorzystuje dziś odpady i ścieki celem odzysku cennych surowców, zna też uboczną produkcję. Ekonomika nauki w dziedzinie eksperymentu może sobie jeszcze pozwolić na składowanie wyników bez ich wykorzystania. Abstrakty dadzą się przeliczyć według notowanych pozycji rocznie, ale z punktu ekonomicznego należy je określić jako zdeponowanie potwornego kapitału. Rentowność badań to nie tylko doraźne zastosowanie wyników w produkcji przemysłowej, rolnej czy medycynie. To również teoretyczne syntezy naukowe wykorzystujące zdeponowany materiał doświadczalny. Pozwalają one ponadto perspektywicznie układać program dalszych prac, a tym samym bardziej ekonomicznie je kształtować, przemnażanie bowiem eksperymentu przez eksperyment zwiększa ich liczbę w postępie geometrycznym, natomiast koszty muszą przybierać według jednych imponujące rozmiary, według innych graniczyć z nonsensem.

Syntetyczne opracowania rzutują zarówno na aktualne możliwości i potrzeby nauk biologicznych, jak i wydajność współpracy empiryków z teoretykami. Eksperymentalisci na ogół nie są zorientowani w szeroko zakrojonej problematyce, nie mają zresztą potrzeby i możliwości zapoznania się z trendami rysujących się syntez naukowych. Z natury zajęcia są nastawieni na precyzję, powtarzalność cudzych wyników celem ich sprawdzenia, poprawność doświadczalną lub wprost na nowość metod czy faktów, ewentualnie związków między nimi. Tymczasem nauka nie jest sumą faktów, jest zbiorem logicznych sądów i uogólnień uzasadnionych faktami.

Separatyzm doświadczalników i teoretyków jest wskaźnikiem złej gospodarki naukowej, tym samym marnotrawstwa finansów, sił ludzkich, czasu, niezwykle kosztownych urządzeń. Syntetycy uwzględniając szeroki zestaw faktów wyzbyli się przekonania, że tylko własne doświadczenie jest miarodajne i bezbłędne, za to operują znajomością wielu innych wyników, co do których nie należy mieć mniejszego zaufania niż do własnych, często wykonanych w gorszych warunkach technicznych. Eksperyment nie jest celem nauki, jest tylko środkiem pozwalającym na poprawne wnioskowanie w nauce.

Niezależnie od stopnia prawdopodobieństwa bioelektroniki jest ona większą możliwością poznania życia niż wyłączny schemat biochemiczny. Jak każda teoria, mobilizuje ona twórczy wysiłek do dalszych badań empirycznych i teoretycznych.

Ponieważ montaż polskiej bioelektroniki dokonał się bez społecznych kosztów własnych, stąd przy okazji metodycznych jej problemów można mówić o ekonomice badań. Za wcześnie rozprawać, ile i czy wniesie ona coś do medycyny, psychologii, antropologii, biocenotyki budownictwa, gdzie się ją poczyna wprowadzać, ochrony środowiska człowieka.

Należy w pierwszym rzędzie sięgnąć do poznanych już faktów, ekonomicznie mówiąc, do miliardowych sum zdeponowanych w abstraktach, nie mnożyć nakładów i pracy bez wykorzystania tamtych rezerw i ogólniejszej z nimi konfrontacji. Bioelektronika wreszcie pragnie przywrócić rangę twórczej myśli w biologii, nieulegania psychozie technizacji nauki w mniemaniu, że konstruktorzy urzędzeń myśleli dostatecznie, wypada więc zapotrzebować kosztowną aparaturę, a ona dostarczy rozwiązań. Eksperymentowanie to nie tylko „przerobienie” sum w budżecie na ten cel, lecz konieczność zminimalizowania wydatków z racji przypadkowości oraz maksymalnego zaangażowania twórczej myśli. Myśl konstruktywna jest niemniejszym kapitałem niż finanse, stąd mogłaby ona figurować w bilansie wydajności pracy badawczej. Obracanie już poznanymi faktami w ramach wielkiej syntezy jest nie mniejszą umiejętnością niż obracanie olbrzymim budżetem badań empirycznych celowo i wydajnie. Traci się najwyżej czas, przy tym w analogicznej sytuacji braku wyników dochodzi jeszcze strata pracy i niezwykłych kosztów.

Fizyka ma świadomość niedoboru wielkich uogólnień, choćby w przebudowie od podstaw mechaniki kwantowej, teorii względności bez stałej  $c$ , teorii cząstek elementarnych, poszukiwaniu nowych idei w elektrodynamice i termodynamice kwantowej, unitarnej teorii pola bez wielkości nieskończonych itp. W biologii eksperymentujemy z całym spokojem, „przerabiając” miliardowe sumy dolarów rocznie we wszystkich laboratoriach świata bez większego zapotrzebowania na twórcze koncepcje. Milczącym założeniem eksperymentalizmu jest maksymalna gęstość wypunktowania przedmiotu badań. Idea słuszna w okresie cytologicznego minimum poznawczego, ale z chwilą schodzenia do kwantowego poziomu, gdzie zanika różnica między strukturą i funkcją, sama gęstość eksperymentalnego wypunktowania stać się może nader kosztownym przedsięwzięciem, ponadto utopijnym w rekonstrukcji funkcjonalnych powiązań całości.

Ponieważ wyczuwa się brak twórczych koncepcji w biologii, mimo intensywnego tempa badań eksperymentalnych, należałoby w większym stopniu wykorzystać intelektualny potencjał ludzki w tworzeniu właściwego zrębu biologii teoretycznej. Wzrastająca podaż informacyjna nie musi być tu ułatwieniem. W bezmiarze faktów trudniej jest o syntetyczne



spojrzenie, badacz mimo woli staje się podsystemem włączonym w bank danych i powiększa go własnym eksperymentem. Psychologicznie staje się to zrozumiałe przy wyposażeniu, sumach do przerobienia i laborantach.

\*

Bioelektronika jest nie tylko nowym programem opartym na proponowanym modelu życia, ale też rozrachunkiem szerokiego zakresu problemów poznawania życia w ogóle. Bioelektronika okazuje się konieczną konfrontacją dotychczasowego stanu biologii z nowymi faktami celem zaktualizowania nauk o życiu w skali narzuconej wynikami doświadczeń. Bioelektronika jest próbą perspektywistycznego podsumowania dotychczasowego pułapu doświadczalnych wyników, próbą zresztą konieczną dla celowego i ekonomicznego programowania prac. Należy sądzić, że w miarę wzrostu tempa badań eksperymentalnych konfrontacja taka będzie się musiała w przyszłości dokonywać nie co 100 lat, jak obecnie, tyle bowiem minęło od powstania modelu biochemicznego. W związku z tym prawdopodobnie na bioelektronikę nie jest za wcześnie, jak niektórzy mniemają, ale być może nazbyt późno.

Różnice między eksperymentalizmem a teoretycznym uogólnieniem w biologii są chyba normowane samym życiem, które w swym rozwoju uwzględnia dwa przeciwstawne procesy zróżnicowania oraz integracji. Odpowiednikiem w badaniach będą metody analityczne i twórcza synteza. Przerost eksperymentalizmu może prowadzić do nieporozumienia z pytaniem, co w ogóle chcemy badać, do czego, jak? Ponadto — jak wmontować minimalny epizod w funkcjonalną całość życia? Olbrzymia i kosztowna rzeka badań empirycznych nie ujęta w twórczą syntezę jest mało przydatna dla postępu nauki. Jej nośność poznawczą można znacznie zwiększyć. Prawa przyrody obejmują również działalność człowieka.

Ewolucja życia i biologii, tak sobie bliskie ideowo, nie mogą pominąć tej kwestii. Na tle niezaprzeczonej hegemonii eksperymentu rysuje się twórcze uogólnienie ewolucjonizmu, genetyki, odruchów warunkowych, homeostazy, reakcji stresowych, biologii całości Bertalanffy'ego, bioelektroniki, bioplazmy. Eksperymentalna bowiem dezintegracja metodyczna w badaniach biologicznych nie stanowi celu dla siebie. Wymaga wiążącej syntezy, trudno bowiem poznać wielokrotnie złożoną całość życia na podstawie niepowiązanych punktów. Biologia teoretyczna staje się dziś koniecznością celowego wzrostu doświadczalnych możliwości.



## LITERATURA

1. Ahmed N. N., Calderwood J. H., Froelich H., Smith C. W.: Superconductivity Regions in Lysozyme. „Physics Letters” 53A: 1975 s. 129—130.
2. Antoniewicz K.: Possible Superconductivity at Room temperature. „Nature” 247: 1974 s. 358—359.
3. Bardelmeyer G. H.: Electrical Conduction in Hydrated Collagen. I Conduction Mechanism. „Biopolymers” 12: 1973 s. 2289—2302.
4. Basset C. A.: Electrical Effects in Bone. „Scientific American” 213: 1965 s. 18—25.
5. Blaurock A. E.: X-ray Diffraction Pattern from a Bilayer with Protein outside. „Biophysical Journal” 13: 1973 s. 281—289.
6. Boule G. M., McFree R.: Detection of the magnetic field of the heart. „American Heart Journal” 63: 1963 s. 45—96.
7. Brenner D., Williamson S. J., Kaufmann L.: Visually Evoked Fields of the Human Brain. „Science” 190: 1975 s. 480—481.
8. Caserta G., Cervigni T.: Piezoelectric Theory of Enzymic Catalysis as Inferred from the Electromechanochemical Principles of Bioenergetics. „Proceedings of the National Academy of Science USA” 71: 1974 s. 4421—4424.
9. Cohen D., Givler E.: Magnetomyography: Magnetic Fields Around the Human Body Produced by Skeletal Muscles. „Applied Physics Letters” 21: 1972 s. 114—116.
10. Cooke R.: Nuclear Magnetic Resonance Studies of Intracellular Water Protons. „Annals of the New York Academy of Science” 204: 1976 s. 197—203.
11. Cope F. W.: A Theory of Ion Transport Across Cell Surfaces by a Process Analogous to Electron Transport Across Liquid-Solid Interfaces. „Bulletin Mathematical Biophysics” 27: 1965 s. 99—109.
12. Cope F. W.: Evidence for Semiconduction in Aplysia Nerve Membrane. „Proceedings of the National Academy of Science USA” 61: 1968 s. 905—908
13. Cope F. W.: The Solid-State Physics of Electron and Ion Transport in Biology. „Advances in Biological Medical Physics” 13: 1970 s. 1—42.
14. Cope F. W.: Piezoelectricity and Pyroelectricity as a Basis for Force and Temperature Detection by Nerve Receptors. „Bulletin of Mathematical Biology” 35: 1973 s. 32—41.
15. Douzou P., Sandron Ch.: The Electronic Properties of Deoxyribonucleic Acid. „Advances in Chemical Physics” 7: 1964 s. 339—358.
16. Drost-Hansen W.: Phase Transitions in Biological Systems: Manifestations of Cooperative Processes in Vicinal Water. „Annals of the New York Academy of Science” 204: 1976 s. 100—108.
17. Eley D. D., Willis M. R.: The Electrical Conductivity of Solid Free Radicals and the Electron Tunneling Mechanism. W: Symposium on Electrical Conductivity in Organic Solids. Ed. H. Kallmann, M. Silver. New York—London 1961 s. 257—276.
18. Fukada E.: Piezoelectricity in Polymers and Biological Materials. „Ultrasonics” 10: 1968 s. 229—234.
19. Fukada E., Hara K.: Piezoelectric Effect in Blood Vessel Walls. „Journal of the Physical Society of Japan” 26: 1969 s. 777—780.
20. Geselowitz D. B., Miller W. T.: Extracorporeal Magnetic Fields generated by Internal Bioelectric Sources. IEEE Transactions on Magnetics Mag-9, No 3, 1973 392—398.
21. Goldfein S.: Some Evidence for High-temperature Superconducting in Cholates. „Physiological Chemistry and Physics” 6: 1974 s. 261—268.

22. Hart J.: Solid State Electronic Behavior in Biological Systems. „Insulation (Circuits)” 21: 1975 s. 27—29.
23. Iniuszin W. M., Czekurow P. R.: Biostimulacja łązom łązera i biopłazma. *Alma-Ata* 1975 s. 118
24. Inokuchi H.: Catalytic Activity of Organic Semiconductors and Enzymes. W: Discussion Faraday Society. Electrical Conduction in Organic Solids. 51, GAA GH 166058, 1971.
25. Kearns D. R.: Electronic Conduction in Organic Molecular Solids. „Advances in Chemical Physics” 7: 1964 s. 282—338.
26. Lang S. B.: Sourcebook of Pyroelectricity. London—New York—Paris 1974 s. 562.
27. Little W. A.: The Problem of Superconductivity in Organic and Organometallic Compounds. W: Energy and Charge Transfer in organic Semiconductors. Ed. K. Masuda, M. Silver. New York—London 1974 s. 145—151.
28. Mamedow T. G., Popow G. A., Koniew W. W.: Swierżłaboje swiezczenie raznych organizmow. „Biofizika” 14: 1969 s. 1047—1051.
29. Miller J. R.: Intermolecular Electron Transfer by Quantum Tunneling. „Science” 189: 1975 s. 221—222.
30. Morton J. P.: Conjectures on Superconductivity and Cancer. „Physiol. Chemistry and Physics” 5: 1973 s. 259—270.
31. Pankowska T.: Bioelektronika w Polsce. W: Bioelektronika. Materiały I Krajowego Sympozjum Lublin 14-15 maja 1975. Lublin 1979 s. 15.
32. Passmore R., Draper M. H.: The Chemical Anatomy of the Human Body. W: Biochemical Disorders in Human Disease. London 1964 s. 1—19.
33. Romeo-Sierra G., Halter S., Tanner J. A., Roomi M. W.: Electromagnetic Fields and Skin Wound Repair. „Journal of Microwave Power” 10: 1975 s. 57—70.
34. Rosenberg B.: Photoconduction and Photovoltaic Effects in Carotenoid Ed. H. Kallmann, M. Silver. New York—London 1961 s. 291—308.
35. Rosenberg B.: Semiconductive and Photoconductive Properties on Biomolecular Lipid Membranes. W: Discussions of the Faraday Society. Electrical Conduction in Organic Solids. 51, GAA NM 166042, 1971.
36. Sedlak W.: Model układu emitującego pole biologiczne i elektrostaza. „Kosmos” A 16: 1967 s. 151—159.
37. Sedlak W.: Elektrostaza i ewolucja organiczna. „Roczniki Filozoficzne” 15: 1967 z. 3 s. 31—58.
38. Sedlak W.: Podstawy ewolucji świadomości. „Kosmos” A 17: 1968 s. 161—169.
39. Sedlak W.: ABC elektromagnetycznej teorii życia. „Kosmos” A 18: 1969 s. 165—174.
40. Sedlak W.: Plazma fizyczna i laserowe efekty w układach biologicznych. „Kosmos” A 19: 1970 s. 143—154.
41. Sedlak W.: Kwantowe podstawy ruchu w świecie organicznym. „Roczniki Filozoficzne” 19: 1971 z. 3, s. 91—112.
42. Sedlak W.: Bioelektryczne akcenty wysiłku fizycznego. „Wychowanie Fizyczne i Sport” 15: 1971 nr 4 s. 115—119.
43. Sedlak W.: Magneto hydrodynamika biologiczna w zarysie. „Kosmos” A 20: 1971 s. 191—201.
44. Sedlak W.: Możliwości holograficznego zapisu pamięci w układach biologicznych. „Summarium” 21: 1972 s. 201—205.
45. Sedlak W.: Laserowe procesy biologiczne. „Kosmos” A 21: 1972 s. 533—545.
46. Sedlak W.: Wpływ świadomości na samę człowieka w bioelektronicznym kontekście. „Wychowanie Fizyczne i Sport” 17: 1973 nr 2 s. 69—77.



47. Sedlak W.: Ochrona środowiska człowieka w zakresie niejonizującego promieniowania. „Wiadomości Ekologiczne” 19: 1973 s. 223—237.
48. Sedlak W.: Wprowadzenie w fotodynamikę strukturalną układów biologicznych. „Kosmos” A 23: 1974 s. 513—527.
49. Sedlak W.: Dynamika bioplazmy i metabolizm. „Kosmos” A 24: 1975 s. 261—272.
50. Sedlak W.: Wprowadzenie w bioakustykę kwantową. „Kosmos” A 25: 1976 s. 263—271.
51. Szent-Györgyi A.: Towards a New Biochemistry. „Science” 93: 1941 s. 609—611.
52. Szent-Györgyi A.: Introduction to a Submolecular Biology. New York—London 1960
53. Szent-Györgyi A.: Bioelectronics. New York—London 1968.
54. Thomas J. M., Evans J. R., Lewis T. J.: Carrier Injection and Related Phenomena in Molecular Crystals. W: Discussions of the Faraday Society. Electrical Conduction in Organic Solids. 51, GAS 167873, 1971.
55. Tomaselli V. P., Shamos M. H.: Electrical Properties of Hydrated Collagen. I Dielectric Properties. „Biopolymers” 12: 1973 s. 353—366.
56. Zon J.: Bioelektryczne uwarunkowania procesów gerontalnych. Lublin 1977 (mss. pracy doktorskiej).

## BIOELECTRONICS AND ITS METHODIC PROBLEMS

### Summary

These days hypotheses are made in a different manner than in the 19th century. Not is frequently a hypothesis results from a necessity to systematize new facts which do not fit the accepted pattern. Fig. 1. The author develops the electronic model of life first introduced in 1967. Fig. 2. The empirical foundation of the model of life includes the semiconductivity of aminoacids, DNA and RNA, saccharides, plant and animal tissues as well as pyro- and ferroelectrical properties of organic compounds and tissues, and possibly superconductivity. The present author finds interpretation of the bioelectronic model in technological semiconductor devices since substratum, structural and functional analogies seem conclusive. A living system would work similarly to a technological device — electron movement in semiconducting protein mass, propelled by the chemical energy of metabolism. This is presented by the 'test tube of life' Fig. 3. The cross-section of 'the 'hot line of life' shows quantum coupling of chemical reactions and electronic processes. The rhythm of anabolism-catabolism demands stimulation by the energy of photons and phonons generated in quantum electronic processes. Fig. 4.

The author develops his concept of bioplasma first introduced in 1967. It is the heuristic conclusion from the electronic model of life. Bioplasma is a state of living matter analogous to the solid state plasma, but characteristic only of coupled quantum electronic and chemical processes in the protein medium. Electrons of metabolism and molecular structures (delocalized) together with semi-particles of photons and phonons may be treated as the protein solid state plasma. Fig. 5. Bioplasma may constitute a description of life since it combines corpuscular and wave features. Fig. 6. Foundations of the model and conditions of its interpretation are empirically proved. The heuristic conclusions require confirmation.