

Paweł A. Osmulski

GRANICE BIOFIZYKI CZY FIZYKI?

„Od pozornej wiedzy do prawdziwej niewiedzy”

(Hasło Szkoły Biologii Molekularnej w Dubnej)

Autor doskonale zdaje sobie sprawę z tego, że niniejszy artykuł nie jest ani pierwszą, ani tym bardziej ostatnią próbą przedstawienia współczesnego stanu biofizyki. Jest to obecnie zbyt rozległa i skomplikowana dziedzina wiedzy, by jeden autor był w stanie ocenić ją w sposób obiektywny i wyczerpujący. Stąd też opracowanie to stanowi jedynie pewną próbę uzupełnienia naszej wiedzy o biofizyce, ma być głosem w dyskusji i z natury rzeczy musi być niepełne. Nie jest to również przegląd najnowszych odkryć i najśmielszych teorii w tej dziedzinie, choć w znacznej mierze będzie się na nich opierał. Autor ma nadzieję, że uda mu się ocenić pozycję biofizyki na tle całej nauki oraz pokazać jak dobrze znana fizyka staje się znów tą królewską nauką, którą tak pięknie, mądrze i proroczo (z pozycji współczesnego obserwatora) zdefiniował Feliks Drzewiński w swoim podręczniku wydanym w 1825 r. jako „nazwisko nauki pochodzące od wyrazu greckiego Physis, naturę przyrodzenie, oznaczające naukę poznawania natury [...] rzeczy świat składających, badania i dochodzenia ich własności”, łącząc w niej typowe elementy fizyki z „astronomią”, „historią naturalną”, „anatomią!” i „chemią” [wg 32]. Jest to wzór doprawdy doskonały dla współczesnych, by tak szczegółowo i szeroko zarazem świat widzieć i próbować opisać. Dlatego należy powtórzyć, że zadanie autora tego artykułu nie jest łatwe, szczególnie że ocena biofizyki XX w. będzie dokonana niejako na podstawie „bieżącego spisu z natury” i przez jej gorącego zwolennika. Autorowi wydaje się słuszne rozpocząć wyznaczanie tytułowych granic od postawienia wcale nie retorycznego pytania.

1. DLACZEGO BIOFIZYKA?

Truizmem jest stwierdzenie, że w wieży Babel, jaką jest niewątpliwie współczesna nauka, nie siły wyższe „pomieszały języki”, lecz sami badacze doprowadzili do tak niepokojącego stanu rzeczy. Jednym z poważniejszych objawów choroby współczesnej nauki jest brak właściwego przepływu informacji i naukowego zrozumienia pomiędzy badaczami pracującymi nawet nad bardzo podobnymi problemami. Wydaje się, że rozhermetyzowaniu poszczególnych dziedzin wiedzy, niezaprzeczalnie koniecznemu, choć obecnie nie zawsze możliwemu, przeszkadzają co najmniej dwa zjawiska, które działają niestety w układzie dodatniego sprzężenia zwrotnego. Po pierwsze jest to coraz bardziej dotkliwie odczuwalny brak scalającej, ogólnej idei przyrodniczej, na podstawie której byłby możliwy w miarę harmonijny rozwój fizyki, chemii, biologii i medycyny. Notabene, słowo „brak” należałoby uzupełnić wyrażeniem „niechęć zauważenia”. Sytuacja ta ma znacznie głębsze podłoże wynikające m.in. z poważnego, ogólnego kryzysu nauki, będącego z kolei rezultatem niekorzystnego splotu wydarzeń politycznych i społecznych, a przejawiającego się spadkiem popularności nauki jako takiej i zasadniczej utracie zaufania do niej [6]. Niestety, nie jest możliwa w tym miejscu głębsza analiza tych uwarunkowań, a zainteresowanych autor jest zmuszony poprosić o lekturę interesujących esejów na ten temat, przede wszystkim Dixona [6] i Kuhna [15]. Tu należy wspomnieć tylko o obosiecznej broni, jaką jest niemalże prometejska władza nauki nad ludzkim życiem. Warto także zaznaczyć, że żadna praca naukowa nie jest odizolowana od spraw swego otoczenia, nie jest zawieszona w próżni. Lapidarnie rzecz ujmując, ten sam prąd elektryczny może również dobrze ogrzać jak i zabić. Chyba brak świadomości tego faktu, a zarazem zbyt częste wykorzystywanie istotnych osiągnięć nauki do celów, które są jej zaprzeczeniem, musiało doprowadzić do stanu, w którym ludzkość stawia sobie tak dramatyczne pytania, jak „czy możemy przeżyć swoją przyszłość” [27] i „czy nauka jest sługą czy panią” [19]. I tu przechodzimy do drugiego elementu układu sprzężenia, mianowicie do również dobrze znanego w naukowym świecie specjalizacyjnego zaślepienia. Trywialnie mówiąc, wielu badaczy przypomina malarza - portrecistę, który z wyboru i dla własnej wygody chce malować tylko lewy półprofil modelu. Oczywiście, autor świadomie przedstawił przykład mocno przerysowany i nie chce również być posądzony o to, że wymagałby od naszego malarza umiejętności tworzenia poezji i rozwiązywania równań różniczkowych. Powinien on jednak wiedzieć, że takie dziedziny twórczości także istnieją i można je wykorzystać w nie zawsze przychylny ludziom sposób. By oddać sprawiedliwość historii trzeba zaznaczyć, że mimo to, zawsze istnieli badacze, ci najwyższej próby, którzy starali się tworzyć ogólnonaukowe idee jednoczące naukę w imię jej rozwoju, a nade wszy-

stko w imię postępu ludzkości. Te chwalebne, a co ważniejsze niezbędne działania, mniej lub bardziej udane, były praktycznie próbą naprawy tego, co poprzednie pokolenia, we własnym mniemaniu z konieczności, zniszczyły. Taki obraz współczesnej nauki, na pewno zdecydowanie ponury i zdaniem autora mocno przesadzony, a niestety dość rozpowszechniony, także wśród badaczy, ma swoją przeciwwagę w postaci zdolności niektórych przynajmniej naukowców do uwolnienia się od przemożnego wpływu stereotypów, skostniałych pojęć oraz ukazania nieutopijnej, jakościowo lepszej przyszłości. Te antypody dekadencckich poglądów pozwalają mieć nadzieję na porozumienie, wspólne pojęcia i cele, na nową rewolucję - „trzecią falę” [26]. Wydaje się, że skomplikowana, wzajemnie spleciona info-, techno- i socjosfera „drugiej fali” ma jeszcze szansę na głębokie przemiany, przewartościowania celów, dzięki podstawowym przeobrażeniom w tych naukach, które posiadając wprowadzić bardzo stare korzenie, są w stanie rozwinąć się w zupełnie nowe twory, „nadnauki” ogólnoprzyrodnicze mające jeszcze dziś charakter pogranicza wiedzy, dziedzin scalonych, często trudnych do zdefiniowania. Należy przypuszczać, że to nowe oblicze nauki nie będzie tylko odświeżeniem fasady, lecz stworzy nową kulturę wiedzy, nową mentalność naukową i społeczną, a także spowoduje jakościowy skok zinstytucjonalizowanych form działania. Trudno w tej chwili dawać ścisłe prognozy, jak będzie wyglądało przyrodoznawstwo przyszłości, ale już teraz można sądzić, że wyrośnie ono na współczesnym gruncie ekologii, informatyki i najszerzej rozumianej biofizyki, tworząc jednolitą, całkowicie odmienną filozofię nauki i życia. Nie jest to przesadny optymizm ani li tylko teoretyczne, choć frapujące wizje bliżej nieokreślonej przyszłości, lecz raczej realizm, rozsądny wybór pomiędzy jutrem a pytaniem nie tylko o sens nauki, ale i o sens całego życia i naszej cywilizacji. Trzeba to chyba nawet ująć ostrzej: nie ma dla nas innej szansy niż ta, tu tak skrótowo przedstawiona. Tą nadzieją jest także biofizyka, znana w „starym świecie”, lecz chyba nie najlepiej rozumiana. By uświadomić sobie jakie ma i jakie będzie miała ona znaczenie, postaramy się odpowiedzieć na następne pytanie

2. CO TO JEST BIOFIZYKA?

Świadomość hierarchicznej struktury układów biologicznych, a także całej materii wyraźnie zaważyła na logicznej organizacji bardzo wielu aspektów naszego życia. Również ona spowodowała wygodny proces bezkrytycznego dzielenia nauki na dyscypliny, dziedziny, gałęzie, specjalności itd. wykonywany właściwie na filozofii będącej od czasów najdawniejszych ośrodkiem skupiającym dla całej nauki. Wspomniano we wstępie o pewnym powrocie fizyki do swego dawniejszego znaczenia jako tej podstawowej nauki, która poprzez swe eleganckie metody badawcze i matematycz-

ne narzędzia daje możliwość niemal pełnego opisu wszelkich zjawisk. Ten pogląd, trudny do zaakceptowania nie tylko przez biologów, autor będzie się jeszcze starał przedyskutować w zakończeniu artykułu. Tu należy stwierdzić, przechodząc do spraw definicji, że fizyka jako podstawa wszystkich nauk przyrodniczych posiada wcale nietrywialny aspekt metodologicznego redukcjonizmu wywołującego właśnie tę holistyczno-redukcjonistyczną burzę. Biofizyka nie tylko wyłamuje się z zaznaczonego na wstępie dzielenia nauki, lecz również wynosi się ponad „naiwne uproszczenia” obydwu obozów „zajmując wyższe, bardziej abstrakcyjne stanowisko” [10, 11]. Widać więc wyraźnie, że dla biofizyki będącej ciągle nowym, perspektywicznym zjawiskiem należąca jest specjalna, precyzyjna i zarazem ogólna definicja. W praktyce niemożliwe jest spełnienie wszystkich tych warunków równocześnie, ponieważ nie jesteśmy w stanie wyznaczyć jej granic, co zdaniem autora jest wysoce specyficzną i pozytywną cechą tej nauki. Przecież w roku 1966 Korohoda [14] pisząc o biofizyce jako o młodej, nie okrzepłej jeszcze nauce, nie odważył się podać jej ścisłej definicji, a Leyko [17] niemal 20 lat później, również słusznie zauważając młodość tej nauki, także przedstawia jej definicję nie jak encyklopedyczne hasło, lecz bardziej jak wyznanie naukowej wiary. Jak się wydaje, jest to słuszne stanowisko, gdyż właśnie ta dziedzina wiedzy, mimo licznych prób, wymyka się zaszkladowaniu. Z drugiej jednak strony, definiowanie i przyporządkowywanie nazw różnym obiektom jest koniecznym ułatwieniem, podobnie jak taksonomia i systematyka dla całej biologii, ale często i złudnym uproszczeniem, jak to wyjaśnienie fizyki środowiska biologicznego przez Monteitha [18] jako nauki badającej fizyczne procesy determinujące reakcje organizmów na otaczające je środowisko, próbując co gorsza, przedstawić czytelnikowi bardzo naiwny obraz pracy badawczej. Cóż, dobra definicja nauki, jej celów i metod, to więcej niż połowa sukcesu. Jednakże, nie należy mieć głębszych pretensji do definicji słownikowych, z konieczności lakonicznych i niepełnych, oprócz oczywiście tych, które są bezwzględnie błędne. Do takich należą np. te, które traktują biofizykę jako gałąź biochemii posługującą się metodami fizycznymi (sic!) [23]. Nienajlepsze są również definicje usiłujące przyporządkować koniecznie biofizykę bądź to do wąsko pojmowanej fizyki, bądź do biologii [7, 16]. Pięknie brzmi, choć niczego nie wyjaśnia, określenie biofizyki jako fizyki życia. W tym przypadku pozostaje „jedyne” wyjaśnić znaczenie terminów „fizyka” i „życie”. Z tego rodzaju twórczością od dawna walczą badacze (np. Wolkensztejn, Korohoda, Leyko, Klonowski), zresztą z pewnym wymiernym skutkiem.

A więc nie biochemia, nie biologia, nie szkolna fizyka, nie fizyczne metody badawcze, a więc co? Tu można byłoby wprawdzie nie wymijająco, lecz jednak zbyt ogólnikowo odpowiedzieć, że jest to specyficzny, interdyscyplinarny sposób sta-

wiania problemów, ich rozwiązywania oraz interpretacji otrzymanych wyników. Wiemy przecież, że nie ma zasadniczych granic stosowalności fizyki w biologii, są natomiast zupełnie nowe zadania, absolutnie nowe obiekty o niespotykanym stopniu złożoności. Sytuacja taka wymaga nowego światopoglądu naukowego, całościowego przyrodoznawstwa i – własnego zdania [28,32]. W związku z tak ostrzymi wymaganiami wobec samej biofizyki jak i wobec biofizyków, należy pokrótce przedstawić kilka konkretnych, zdaniem autora najtrafniejszych i najpoważniejszych poglądów na istotę tej nauki, które zresztą jak zaznaczono wcześniej, brzmią bardziej jak sposób na zrozumienie biofizyki lub jak naukowe wyznanie wiary, lecz nie jak bezbarwna definicja.

Autorzy najwcześniejszych podręczników biofizyki próbując sformułować definicję tej dziedziny byli zgodni jedynie co do jasności etymologii tego słowa i braku zakresu jej zainteresowań. Cała reszta pozostawała jedną, wielką wątpliwością, którą można byłoby streścić w trzech pytaniach: co to jest biofizyka, kto jest prekursorem badań biofizycznych i kiedy powstała biofizyka [1, 3]. Wydaje się, że nie są to li tylko akademickie rozważania i wątpliwości. Na przykład Shreiber widzi w biofizyce przede wszystkim aspekt usługowy uważając, że powinna ona zajmować się fizyczną analizą podstawowych struktur i procesów biologicznych [wg 3]. Morowit z w „Encyklopedii nauk biologicznych” w haśle „biofizyka” zajmuje raczej współczesne stanowisko stwierdzając, że nauka ta bada właściwości systemów żywych w kategoriach i koncepcjach fizyki. Jednocześnie autor tego hasła zastrzega się, że fizyka nie posiada jednak dostatecznego aparatu pojęciowego i odpowiednich praw (tak!), by stosować je do biologii. Ta uwaga, zapewne holisty, jest prawdopodobnie echem głośnego zdania Polanyi, iż „życia nie da się sprowadzić do znanych obecnie fizycznych lub chemicznych form ruchu” [20]. Nieco szerzej rzecz ujmując Wol k e n s z t e j n, który jednak daleki jest od tworzenia sztywnych definicji [30, 31]. Uważa on mianowicie naukę za twór dynamiczny, w którym nieuchronnie musi dochodzić do kompetencyjnych sporów. Jego „skrzyżowania dróg wiedzy” są właśnie wynikiem współzależnego rozwoju fizyki molekularnej, matematyki, chemii i biologii. Z punktu widzenia Wol k e n s z t e j n a wydaje się bardziej istotne to, czy możliwe jest postulowanie komplementarności między fizyką a biologią, niż to, co to jest biofizyka. Natomiast w swym najnowszym podręczniku [29], przeznaczonym właściwie dla studentów, Wol k e n s z t e j n lokując biofizykę pośród nauk fizycznych, równocześnie mechanicznie przenosi definicję fizyki na biofizykę, dzięki czemu określa ją jako naukę badającą strukturę i właściwości konkretnych form materii, tu form ożywionych, na wszystkich możliwych poziomach organizacji od cząsteczki po biosferę. Zarazem zaznacza, że takie spojrzenie na istotę biofizyki i fizyki nie pozwala na jakąkolwiek dyskryminację pomiędzy żywym a nieżywym, ale nie powoduje też zatracenia różnic między tymi dwiema kategoriami.

Setlow i Pollard [wg 30] wprawdzie podają błędną definicję biofizyki, ale zwracają uwagę na bardzo ważną kwestię fachowości w tej nauce, nawołując do tego, by biofizyk myślał równie sprawnie jak fizyk i jak biolog.

Jeden z ciekawszych poglądów na istotę biofizyki przedstawił znany radziecki biofizyk Blumenfeld [4]. Uważa on tę naukę za perspektywiczną dziedzinę i zalicza ją do tej części biologii, w której ze względu na obecny stan wiedzy można i trzeba pracować opierając się na metodologii (nie metodach!) fizyki. Podkreśla on także fakt, że aktualne możliwości biofizyki ograniczają się praktycznie do badania względnie prostych układów i z konieczności „odcinane” są istotne aspekty ogólnobiologiczne materii ożywionej (np. ewolucji). Celem biofizyki, zdaniem Blumenfelda, jest zrozumienie fizycznych zasad budowy i funkcjonowania wszystkich istniejących układów biologicznych.

Glaser [9], w swym nie najnowszym już podręczniku, stara się usystematyzować różne sposoby traktowania biofizyki. Widzi on dwie kategorie istoty tej nauki, zależne od przesuwania „środka ciężkości zainteresowań”. Pierwsza z nich to typowo fizyczna interpretacja, w której biofizyka to tylko przedłużenie fizyki na materię ożywioną. W drugiej kategorii odwrotnie, mamy raczej do czynienia z rozciągnięciem biologii na fizyczną metodologię rozumowania. Jak sam jednak przyznaje, nie jest w stanie podać ścisłej definicji, lecz jedynie drogowskaz wyznaczający kierunek na drodze ku zrozumieniu tej nauki.

Polscy badacze zajmujący się biofizyką częściej skłaniają się ku drugiej kategorii. I tak, Leyko [17] umiejscawia tę naukę pośród dziedzin biologii. Uważa przy tym za bardzo istotne dwie cechy biofizyki, mianowicie szczególną interpretację zjawisk biologicznych w fizyczny sposób, a także jej dążność ku integralnemu rozwiązywaniu problemów zjawisk życia. Co ważniejsze, Leyko jest przekonana, iż nauka ta wymaga szerszej współpracy specjalistów, także z innych dziedzin, nie wynikających tak jasno z etymologii słowa „biofizyka”.

Natomiast Pilawski [21], podobnie jak Shreiber, mocniej akcentuje stronę użytkową biofizyki, nie negując oczywiście czysto poznawczych wartości tej dziedziny.

Klonowski [13] jako jeden z nielicznych bardzo ostro podkreśla funkcjonowanie biofizyki jako gałęzi fizyki, uzasadniając swoje stanowisko przede wszystkim osiągnięciami biofizyki teoretycznej i jej matematyczno-logicznego aparatu.

Podsumowując dotychczasowe rozważania należy stwierdzić, że autor tego artykułu nie czuje się powołany do stawiania ostatecznego werdyktu, co to jest biofizyka. Wydaje się również dostatecznie uzasadniony sąd, że nawet sformułowanie takiej definicji nie zmieni dawnych nawyków myślowych wielu badaczy. Poza tym, taka diagnoza mogłaby być szkodliwa dla dalszego jej rozwoju. Wreszcie, powtórzmy

za Glaserem, że nie ma chyba konkretnej potrzeby, by o taką definicję uparcie walczyć.

3. CZY ISTNIEJĄ GRANICE BIOFIZYKI?

Jak wynika z wcześniejszych rozważań, takie granice istniały w przeszłości, tkwią jeszcze dziś w świadomości wielu badaczy, lecz jutro powinny ulec samoistnemu zlikwidowaniu. Przestaną obowiązywać, ponieważ fizyka jako wszechogarniające przyrodoznawstwo (mniejsza tu zresztą o nazwę) nie może być ograniczone co do zakresu swych zainteresowań. Dotychczasowy rozwój tej dziedziny wskazuje, że musi ona przeniknąć do całej biologii i niemalże całej fizyki. Nie zawsze jednak było to tak oczywiste. Spróbujmy spojrzeć na biofizykę poprzez pryzmat historii; na fascynujący obraz tworzenia się nowego i rzec by można nieco przekornie, odradzania się nowego, czyli nihil novi sub sole! Dlaczego? Otóż już Wolken-sztejn [31] rozważając szczegółowo kierunki rozwoju nauki stwierdza, że przynajmniej pozornie wracamy do punktu wyjścia. Nie chodzi tu o zasoby naszej wiedzy, lecz o konstrukcję, strukturę całej nauki. Wyszliśmy przecież od nauki, która stanowiła jednolitą całość, „chorujemy” obecnie na specjalizację, a nieuchronnie zbliżamy się do epoki powtórnego połączenia się wielu dziedzin. Oczywiście, nie należy oczekiwać od współczesnych badaczy, że staną się renesansowymi geniuszami. Nie są na pewno w stanie ogarnąć olbrzymiej masy faktów nagromadzonych dzięki wysiłkowi wielu pokoleń badaczy. (Tu znów widać konieczność pracy w interdyscyplinarnych zespołach tworzących specjalną kategorię wiedzy naukowej - niemal „wiem wszystko”.)

Jak w tym kontekście należałoby umieścić biofizykę? Pierwsze prace o charakterze biofizycznym zostały wykonane na długo przedtem niż po raz pierwszy użyto tego terminu (rok 1892). Za prekursorów takich badań powszechnie uważa się Carla Ludwiga, Ernesta von Brucke, Emila du Bois-Reymonda, Hermana von Helmholtza oraz może lepiej znanych fizykom Michaela Faradaya, Thomasa Younga czy Luigi Galvaniego. A więc tu, pośród fizyków i fizjologów mamy prapoczątki biofizyki. Ten dziwny może punkt startu wynika wprost z dawnego, bardziej naturalnego traktowania związków między fizycznym i biologicznym rozumowaniem. Istniały więc wtedy jedynie techniczne granice penetracji nauki, choć nie wynika z tego skromny wachlarz zainteresowań. Przypomnijmy, że obejmował on m.in. optykę oka (Young, Helmholtz), krążenie krwi (Ludwig), elektrofizjologię (Galvani, du Bois-Reymond) oraz związki pomiędzy przemianą materii i energii (Meyer). Należy jeszcze raz podkreślić - istniały wtedy naturalne, nie kwestionowane interakcje między tymi dziedzinami, co miało również swój wyraz w sposobie i strukturze kształcenia. Później łączność ta ule-

gała stopniowemu, dalej już lawinowemu osłabieniu. Wynikło ono przede wszystkim z żywiolowego rozwoju fizyki na początku naszego stulecia. Chyba dopiero wtedy powstały głębokie rozbieżności pomiędzy tymi naukami i wtedy to ukuto powtarzany wielokrotnie slogan o braku wspólnych punktów odniesienia między nimi. Autor ma uzasadnione wrażenie, że dopiero słynna praca Schrödingera [22] stała się przysłowiowym zapalnikiem, dzięki któremu biologowie zauważyli konieczność pomocy ze strony fizyków, a ci z kolei zainteresowali się bliżej materiałem biologicznym. Proces ten jednak nie był wcale taki prosty i nie obył się bez wielu ofiar. Fizyka bardzo nieśmiało wkraczała w obszary biologii, natomiast matematyka chyba zbyt brutalnie. Mimo to, już w roku 1902 ukazał się pierwszy podręcznik chemii fizycznej komórki i tkanki. Poza wspomnianą książką Schrödingera, kamieniem milowym na drodze powstania nowoczesnej biofizyki stało się stworzenie cybernetyki przez Wienera, co dało asumpt do badań nad procesami regulacji i sterowania. Dalej, zastosowanie promieniowania jonizującego, głównie w medycynie, wymusiło niejako konieczność współpracy lekarzy i fizyków. Prace Onsagera (lata trzydzieste) pozwoliły na inne spojrzenie i inne jakościowo zrozumienie termodynamiki zjawisk życia. Te i inne jeszcze elementy umożliwiły budowę nowego mostu między biologią, chemią i fizyką oraz narodziny w latach pięćdziesiątych nowoczesnej biofizyki. Wielu działom biologii wystarczała wówczas pobieżna i przeceniana częstoć znajomość metod statystycznych [24]. Po prostu i wiedza biologiczna musiała także przekroczyć pewien próg, nazwijmy go umownie wiarygodności, by zaistniała realna możliwość skonstruowania choćby najprostszych modeli fizycznych i matematycznych, które miałyby jakiegokolwiek znaczenie dla biologii. Naturalnym następstwem tego postępowania były: weryfikacja stworzonych modeli, uzupełniające badania, trudna wielokrotnie interpretacja, błędy [5]. Choć i te ostatnie miały swój pozytywny wkład w dzieło rozwoju biofizyki. Dojrzewanie do zrozumienia wzajemnej wartości fizyki i biologii trwa nadal. Trwa nadal również ekspansja tych dziedzin.

Porównajmy więc zawartość dawniejszych i współczesnych dzieł poświęconych biofizyce. Morowitz [20] np. wyróżnia w tej nauce pięć głównych działów: fizykę fizjologiczną (znaną i omówioną uprzednio fizjologię z elementami fizyki), biologię molekularną (mieszczą się w niej genetyka, biochemia, chemia fizyczna makrocząsteczek), biologię radiacyjną, biologię teoretyczną (tu umieszczone zostały teoria systemów, klasyczna biologia matematyczna, fizyka teoretyczna oraz zastosowania komputerów). Piąty dział stanowią sprzęt i metody pomiarowe (!). Ackerman [1] dzieli swój podręcznik na sześć części, w których także znalazło się miejsce na omówienie wybranych narządów zmysłu, mikrobiologię fizyczną oraz termodynamikę. Beier [3] natomiast odchodzi już od utartego schematu fizjologicznego. W jego książce można znaleźć m.in. rozdział poświęcony biofizyce czystej choć nadal są obecne obszerne informacje o procesie słyszenia, widzenia, mechaniz-

zmie przepływu krwi. Odmienny punkt wyjścia przyjmuje G l a s e r [9], zdając sobie doskonale sprawę z niedoskonałości każdego całościowego opracowania tak obszernej dziedziny wiedzy. Przedstawia on bowiem systematyczny, bardzo dokładnie uporządkowany i logiczny wykład rozpoczynając od opisu struktur molekularnych układów biologicznych a kończąc na rozważaniach nad oddziaływaniami układów żywych ze swym otoczeniem. Podobne podejście, jednak bardziej medyczno-biologiczne, reprezentuje opracowanie pod redakcją P i l a w s k i e g o [21]. Najnowszy podręcznik biofizyki opracowany przez L e y k o [17] uświadamia jak wiele zmieniło się w tej dziedzinie w ciągu dosłownie ostatnich kilku lat. Mamy tu przede wszystkim szczególnie omówienie elementów klasycznej i fenomenologicznej termodynamiki, układów oksydacyjno-redukcyjnych i teorii informacji. Obok klasycznych już rozważań nad oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z materią mamy tu także biofizykę białek, kwasów nukleinowych i lipidów. Znalazło się również miejsce na przedyskutowanie biofizycznych podstaw fotobiologii i przenikania przez błony.

Wertując podręczniki i monografie poświęcone w całości lub części biofizyce może zauważyć stopniowe przesuwanie się zainteresowań badaczy w kierunku coraz to bardziej skomplikowanych i trudnych modeli matematyczno-biologicznych [5], a zarazem ku silniejszym związkom z ogólnie rozumianą biologią (np. modelowanie ewolucji i rozwoju, zjawisk oscylacji, struktur dysypatywnych, dynamiki wzrostu populacji [8, 12]).

Do postulowanego już wielokrotnie przyrodoznawstwa dochodzimy więc i od „góry” (np. matematyczna biofizyka populacji [2]) jak i od „dołu” (tu warto wymienić kontrowersyjną biofizykę submolekularną S z e n t - G y o r g y i [25] i burzę, jaką wywołuje nadał koncepcja bioplazmy Sedlaka [33]). Wszystkie te ścierające się koncepcje, problemy, lepsze lub gorsze teorie wskazują jasno, jak daleko zaszliśmy we wzajemnym przenikaniu się różnych dziedzin, jak bardzo przesunęły się główne naukowe akcenty. Nie tak dawno wydawało się to zwykłą fantastyką. Dodatkowym miernikiem ekspansji biofizyki (autor nie wierzy, że tylko miernikiem jej krótkotrwałej popularności i mody) niech będzie fakt, że ukazuje się obecnie ok. 20 poważnych czasopism biofizycznych o zasięgu międzynarodowym, a ok. 50 innych stale publikuje prace o takim charakterze. Darujmy sobie szczegółowy spis prawdziwej powodzi książek, kongresów i innych form wymiany myśli poświęconych biofizyce. Jest to oczywiście budujące, ale i stwarza wielkie niebezpieczeństwo, by dziedzina ta nie podzieliła losu wielu innych nauk, od których także wymagano udzielenia szybkiej i prostej odpowiedzi na pytanie, czym jest życie, by wreszcie nie zginęła pod brzemieniem zinstytucjonalizowania [6]. Poza tym musimy być świadomi tego, że daleko jeszcze do odpowiedzi na znacznie prostsze pytanie.

Na zakończenie autor chciałby postawić jednak jeszcze jedno, ostateczne już przekorne pytanie.

4. CZY JUŻ WIEMY, JAK WIELE JESZCZE NIE WIEMY?

Popularny dziś dylemat holizm czy redukcjonizm przestanie niebawem straszyć biologów i fizyków. „Niebawem” nie musi oznaczać „jutro”, jednak istnieją realne przesłanki i programy rozwiązania tego problemu. Dlaczego autor zdecydował się w ogóle poruszyć ten temat? Otóż dlatego, że biofizyka jest obszarem nauki, w którym najostrzej widoczne są trudności tych dwóch systemów rozpatrywania przyrody. Poza tym, jak to pięknie udowodnił Ingarden, właśnie na gruncie tej dziedziny może wyrosnąć antidotum na nasze obecne kłopoty. Wykazał on mianowicie [10,11], może nieco przesadnie, ale wydaje się bardzo słusznie, że spór ten jest wynikiem nieporozumienia pomiędzy badaczami i ... niedoskonałości dzisiejszej termodynamiki. Zaproponowana przez niego droga wyjścia z impasu poprzez teorię mechanizmów, grafów, topologię kombinatoryczną, mechanikę i fizykę systemów biologicznych wydaje się na razie przynajmniej równie skomplikowana co fascynująca. Zniszczeniu „upiornego dylematu” ma dopomóc biofizyka. A więc w tym miejscu wiemy (lub lepiej mamy nadzieję, że wiemy), czego jeszcze nie wiemy.

Przenosząc te rozważania na jeszcze szerszą płaszczyznę, należy stwierdzić, że choć nasza obecna znajomość praw rządzących ożywioną i nieożywioną przyrodą jest wielokrotnie pełniejsza niż nawet kilka lat temu, to jednak bardzo wiele zostało białych plam. Wiemy np. stosunkowo dużo o katalizie enzymatycznej, o dynamicznej strukturze białek czy kodzie genetycznym. Coraz mniej tajemnic kryje przed nami przyroda. Tak się jednak wydaje z pozoru. Przypomnijmy tu pewne zabawne obawy niektórych fizyków XIX w., którzy byli przekonani, że od połowy bieżącego stulecia nie pozostanie już nic interesującego do zbadania w tej dziedzinie. Jakże wielka pomyłka i naiwność! I dziś nie jesteśmy w stanie, u progu nowego tysiąclecia, wyobrazić sobie jakie nowe problemy będą nurtowały pracowników nauki XXI w. Zresztą myśl, że możliwe jest zakończenie pewnego dnia całej nauki, tak by stanowiła ona „zamkniętą księgę”, jest zupełnie niedorzeczne i świadczy jedynie o braku właściwej orientacji w obecnym jej stanie.

Dyskusja, którą autor starał się przeprowadzić jak najrzetelniej i bez wystawiania zbędnych laurek, pozwala na sformułowanie przynajmniej dwóch ważkich wniosków. Po pierwsze, należy jeszcze raz przypomnieć, że dobry badacz lub zespół badawczy (szczególnie odnosi się to do biofizyki) musi sięgać nie tylko głębiej i wyżej w swych rozważaniach, ale także znacznie szerzej niż czynił to dotychczas. Po drugie, autor ma nadzieję, samokrytycznie zgadzając się, że daje tylko odpowiedź pars pro toto, iż biofizyka „trzeciej fali” lepiej będzie potrafiła określić, jak wiele jeszcze nie wiemy i bliższa będzie prawdziwej niewiedzy niż fałszywej wiedzy.

LITERATURA

- [1] Ackerman E., „Zarys biofizyki”, PWN, Warszawa 1968.
- [2] Bazykin A.D., „Matematicheskaja biofizika wzaimo-diejstwujuščich populacji”, Nauka, Moskwa 1985.
- [3] Beier W., „Biofizyka”, PWN, Warszawa 1968.
- [4] Blumenfeld L. A., „Problemy fizyki biologicznej”, PWN, Warszawa 1978.
- [5] Czernawski D. S., Romanowski J. M., Stiepanowa N. W., „Modelowanie matematyczne w biofizyce”, PWN, Warszawa 1979.
- [6] Dixon B., „Nie igra się z nauką”, PIW, Warszawa 1984.
- [7] „Encyklopedia powszechna PWN”, t. 1, PWN, Warszawa 1973, hasło biofizyka.
- [8] Garel D., Garel O., „Kolebatelnyje chemiczeskije reakcji”, Mir, Moskwa 1986.
- [9] Glaser R., „Wstęp do biofizyki”, PZWL, Warszawa 1975.
- [10] Ingarden R. S., Zagad. Biof. Współcz., 7, 5 (1982).
- [11] Ingarden R. S., Zagad. Biof. Współcz., 10, 11 (1985).
- [12] Klimek R., „Rak”, PWN, Warszawa 1985.
- [13] Klonowski W., Zagad. Biof. Współcz., 5, 199 (1980).
- [14] Korohoda W., Wiad. Bot., 10, 209 (1966).
- [15] Kuhn T. S., „Dwa bieguny”, PIW, Warszawa 1985.
- [16] „Leksykon naukowo-techniczny”, PWN, Warszawa 1984, hasło biofizyka.
- [17] Leyko W. (red.), „Biofizyka dla biologów”, PWN, Warszawa 1981.
- [18] Monteith J. R. L., „Fizyka środowiska biologicznego”, PWN, Warszawa 1977.
- [19] Morgenthau H. J., „Science servant or master”, New American Library, New York 1972.
- [20] Morowitz H. J., „Biophysics”, [w:] „The encyclopedia of the biological sciences”. Ed. Gray P., Chapman and Hall, London 1961.
- [21] Pilawski A. (red.), „Podstawy biofizyki”, PZWL, Warszawa 1981.
- [22] Schrödinger E., „What is life?”, The University Press, Cambridge 1945.
- [23] „Słownik wyrazów obcych PWN”, PWN, Warszawa 1972, hasło biofizyka.
- [24] Smith J. M., „Matematyka w biologii”, WP, Warszawa 1974.
- [25] Szent-Gyorgyi A., „Wstęp do biologii submolekularnej”, PWN, Warszawa 1968.
- [26] Toffler A., „Trzecia fala”, PIW, Warszawa 1986.
- [27] Urban G. S., „Can we survive our future?”, The Bodley Head 1971.
- [28] Wierzchowski K., „Przedmiot i problemy biofizyki molekularnej”, [w:] „Encyklopedia fizyki współczesnej”, PWN, Warszawa 1983.
- [29] Wolkenstejn M. W., „Biophysics”, Mir, Moskwa 1983.
- [30] Wolkenstejn M. W., „Molekularnaja biofizyka”, Nauka, Moskwa 1975.
- [31] Wolkenstejn M. W., „Na skrzyżowaniach dróg wiedzy”, PWN, Warszawa 1978.
- [32] Wróblewski A. K., „Przedmowa”, [w:] „Encyklopedia fizyki współczesnej” PWN, Warszawa 1983.
- [33] Zon J., Wnuk M. (red.), „Perspektywy bioelektroniki”, Red. Wyd. KUL, Lublin 1984.

Paweł A. Osmulski

LIMITS OF BIOPHYSICS OR PHYSICS?

Summary

The place of biophysics in the system of natural sciences is discussed. Based on the recent advances in this field some definitions are shown and their scientific values are examined in details. The historical background and the possibilities of the future development of this science are described. It is stated that

biophysics may be helpful in the choice of the proper course "from the wrong knowledge to the real understanding what is not known for us". Some aspects of a question why modern biophysics is so fundamentally significant for the picture of the future science are also taken into account and characterized.

Mgr PAWEŁ A. OSMULSKI
Katedra Biofizyki
Uniwersytetu Łódzkiego
ul. S. Banacha 12/16
90-237 Łódź