

Józef Turek

Kosmiczne uwarunkowania ewolucji biologicznej

Forum Teologiczne 9, 55-68

2008

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Ks. JÓZEF TUREK
Wydział Filozofii KUL Jana Pawła II
Lublin

KOSMICZNE UWARUNKOWANIA EWOLUCJI BIOLOGICZNEJ

Słowa kluczowe: ewolucja Wszechświata, ewolucja biologiczna, kosmiczne koincydencje, pierwiastki biogenne, biomateria.

Schlüsselworte: Evolution des Weltalls, biologische Evolution, kosmische Koinzidenz, biogene Grundstoffe, Biomaterie.

1. Uwagi wprowadzające

Bezpośrednie i systematyczne analizy historyczne problematyki ewolucjonizmu wskazują, że wprawdzie pewne mgliste poglądy dotyczące zwłaszcza ewolucyjnego pochodzenia życia, człowieka i całego Wszechświata można dostrzec już w starożytności i to zarówno tej dalekowschodniej, hinduskiej i chińskiej, jak i europejskiej, ale współczesna postać tych poglądów w ich opisie i wyjaśnianiu procesów ewolucyjnych należy niemal w całości do spuścizny XIX w. i odnosi się prawie wyłącznie do rzeczywistości biologicznej.

Wyraźny rozwój nauk biologicznych w okresie bezpośrednio poprzedzającym formowanie się idei ewolucyjnych, w istotny sposób wspierany i warunkowany zarówno postępem w innych dyscyplinach naukowych, jak i rozwojem technicznej aparatury badawczej, pozwolił bowiem nie tylko na lepsze poznanie podstawowych struktur i funkcji życiowych, ale także na zebranie bogatego materiału obserwacyjnego. Materiał ten należało możliwie najlepiej uporządkować i opisać, a przede wszystkim wyjaśnić, gdyż jego ogromna złożoność oraz dostrzegane w nim podobieństwa, różnice i wzajemne zależności rodziły zasadnicze pytania dotyczące m.in. ich genezy, wzajemnych powiązań oraz podstawowych mechanizmów odpowiedzialnych za taki stan. Tak narodziła się nowożytna idea procesu ewolucyjnego w biologii, mająca w przekonaniu jej twórców stanowić najlepszy sposób wyjaśniania dostrzeganych w tym świecie różnorodności form życiowych, ich złożoności, wzajemnych

zależności, mniej lub bardziej wyraźnych podobieństw oraz zachodzących przemian¹.

Za wszystkie te właściwości, zdarzenia i zjawiska zachodzące w świecie biologicznym ma odpowiadać specyficzny i wyjątkowy proces przyrodniczy nazywany ewolucyjnym. Polega on według jego zwolenników na spontanicznych, ale równocześnie systematycznych, jednokierunkowych, nieodwracalnych, przebiegających w czasie zmianach, które urzeczywistniając się przynoszą nowość, różnorodność i wyższe szczeble organizacji w stosunku do form wyjściowych². Tak zatem rozumiana ewolucja została najwcześniej opisana i szeroko przebadana w sferze biologii i dlatego przez długie lata z tą sferą głównie była łączona i powszechnie charakteryzowana. Pomijano natomiast jej odniesienia do globalnych dziejów Wszechświata, mimo że bez nich życie biologiczne w ogóle nie mogłoby powstać i podlegać ewolucyjnym zmianom. Działo się tak m.in. dlatego, że ówczesna wiedza kosmologiczna o Wszechświecie, jego globalnych własnościach i zachodzących w nim procesach była zbyt uboga i jednostronna, by dawać realne podstawy do takich powiązań. Wszechświat bowiem był traktowany jako globalnie statyczny, raz na zawsze ukształtowany i w konsekwencji niepodlegający jakimkolwiek wielkoskalowym przemianom³.

Zapoczątkowana dopiero przez A. Einsteina w 1917 r. tzw. kosmologia relatywistyczna⁴ pozwoliła na wypracowanie tzw. dynamicznego obrazu Wszechświata opisywanego w swych podstawowych rysach przez tzw. Standardowy Model Kosmologiczny, ujmujący nie tylko wielkoskalową ekspansję Kosmosu, ale również jego globalną ewolucję polegającą na przemianie istniejącej w nim materii i tworzeniu się w efekcie coraz to nowych i bardziej złożonych struktur⁵. Dostrzeżono również, że ewolucja ta nie przebiega cha-

¹ Por. np. W. Grębecka, *Ewolucjonizm*, Warszawa 1970, s. 7–10; S. Kamiński, *Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin 1981, s. 97–99.

² Takie określenie procesu ewolucyjnego podała grupa światowych ekspertów zgromadzona pod patronatem UNESCO na zjeździe w Chicago w 1959 r. z okazji obchodów setnej rocznicy opublikowania dzieła K. Darwina *O powstawaniu gatunków*. Por. S. Tax, *Evolution after Darwin*, t. 1–3, Chicago 1960, s. 107. Należy zaznaczyć, że nie wszystkie powyższe charakterystyki zmiany ewolucyjnej są jednakowo akceptowane.

³ B. Kuchowicz, J. Szymczak, *Dzieje materii przez fizyków odczytane. Ewolucja fizyczna*, Warszawa 1978, s. 6–9; J. Turek *Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii*, Lublin 1995, s. 230–234

⁴ A. Einstein, *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*, Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1 (1917), s. 142–152.

⁵ Szerzej o Standardowym Modelu Kosmologicznym traktują m.in.: J.B. Zeldowicz, „Gorjaczaja” model Wsieliennoj, *Uspiechi Fizycznych Nauk* 89 (1966), nr 4, s. 647–669; E.R. Harrison, *Standard Model of Early Universe*, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* 11 (1973), s. 153–186; J. Silk, *The Big Bang. The Creation and Evolution of the Universe*, San Francisco 1980; F. Adams, G. Laughlin, *Ewolucja Wszechświata*, Warszawa 2000.

otycznie i przypadkowo, ale w taki sposób, by w tym Wszechświecie zostały wytworzone sprzyjające dla życia biologicznego warunki. W przeciwnym razie życie to w ogóle by się nie pojawiło, gdyż z racji specyficznych własności nie może ono zaistnieć i rozwijać się w dowolnych warunkach. W dostępnej literaturze przedmiotu to wyraźne dopasowanie się Wszechświata do „przyjęcia” życia biologicznego jest nazywane kosmicznymi koincydencjami, kosmicznymi zbiegami okoliczności, subtelnymi dostrojeniami lub bardziej ogólnie zasadami antropicznymi⁶. Dzięki więc ogromnym osiągnięciom współczesnej kosmologii przyrodniczej nastąpiło wyraźne i ściśle powiązanie oraz uzależnienie, by nie powiedzieć zlanie się ze sobą, ewolucji biologicznej – czyli tzw. biogenezy i antropogenezy z ewolucją kosmiczną, obejmującą cały Wszechświat, a nazywaną często kosmogenezą⁷.

Ponieważ połączenie to nie jest jedynie zabiegiem poznawczym, ale realnym procesem ewolucyjnym zachodzącym we Wszechświecie, który z wielką dokładnością jest opisywany i wyjaśniany przez współczesne nauki przyrodnicze, w tym głównie kosmologię, astrofizykę, fizykę, chemię i biochemię, zatem interesujące i poszerzające naszą wiedzę o otaczającej rzeczywistości będzie w miarę szczegółowe i całościowe przeanalizowanie wszystkich tych powiązań i uwarunkowań.

Podstawowym celem podjętych tu rozważań jest zatem ukazanie, opisanie i możliwie rzetelne wyjaśnienie w ramach dostępnej aktualnie wiedzy przyrodniczej realnych uwarunkowań i zależności, jakie zostały spełnione w naszym Wszechświecie, by mogła się w nim pojawić i ewoluować powszechnie znana węglowa postać życia biologicznego.

Aby w miarę zadowalający i adekwatny sposób zrealizować tak postawione cele, należy najpierw możliwie dokładnie określić życie biologiczne od strony jego fizykochemicznej charakterystyki, by na tej podstawie można było zasadnie wyprowadzić przynajmniej najważniejsze warunki wymagane do zaistnienia i rozwoju tego życia. Znając te wymogi, można będzie z większą dokładnością prześledzić, w jaki sposób w naszym Wszechświecie wymogi te są realizowane. Szczegółowe prześledzenie tych sprzyjających życiu biologicznym „dostrojeń” Wszechświata może z kolei stać się przedmiotem dalszych refleksji, w celu sformułowania bardziej podstawowych, a więc filozoficznych wyjaśnień.

⁶ B.J. Carr, M. Rees, *The anthropic principle and the physical world*, Nature 278 (1979), s. 605–612; J. D. Barrow, F. J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford 1988; J. Leslie, *Przejawy delikatnego dostrojenia*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce 16 (1994), s. 27–62; J. Gribbin, M. Rees, *Kosmiczne zbiegi okoliczności*, Warszawa 1996.

⁷ J.M. Dołęga, *Kreacjonizm i ewolucjonizm. Ewolucyjny model kreacjonizmu a problem hominizacji*, Warszawa 1988, s. 18.

2. Fizykochemiczne podstawy życia i wynikające stąd konieczne warunki do jego powstania i rozwoju

W miarę zasadna i zadowalająca prezentacja związków życia biologicznego na podłożu węglowym z otaczającym go środowiskiem, w którym powstało i rozwija się, czyli ustalenie postulowanych tematem artykułu koniecznych dla tego życia warunków stworzonych przez Wszechświat, wymaga uprzedniego określenia przynajmniej w najbardziej podstawowym wymiarze istotnych własności tego życia, tych właśnie poprzez które jest ono w szczególności powiązane i uzależnione od zewnętrznego środowiska. Nie wnikając głębiej w tocząca się od wielu lat dyskusję na temat istoty życia⁸, ograniczymy się jedynie do ukazania tych wszystkich jego aspektów, które z punktu widzenia aktualnego stanu wiedzy przyrodniczej tworzą materialne podłoże tego życia i dosyć powszechnie nazywane są biomateriał. Jako takie muszą pozostawać w bezpośrednich i koniecznościowych odniesieniach do swojego środowiska zewnętrznego.

Uznając istotny wkład biologii molekularnej wraz z biofizyką i biochemią w określaniu materialnych podstaw życia dostrzegamy, że od strony strukturalnej podłoże to tworzą takie związki biochemiczne, jak: węglowodany, tłuszcze, białka i kwasy nukleinowe, stanowiące najbardziej złożone i znane obecnie chemiczne związki organiczne. Można więc z całą pewnością powiedzieć, że bez tych związków organicznych i różnych ich wzajemnych powiązań węgla postać życia biologicznego w ogóle nie mogłaby zaistnieć, rozwijać się i doskonalić. Związki te są bowiem podstawowym „budulcem”, z którego tworzą się struktury biologiczne bezpośrednio warunkujące istnienie i funkcjonowanie najbardziej podstawowych układów żywych, jakimi są np. komórki⁹.

Natomiast analiza funkcjonalna układu biologicznego wskazuje na jego dynamiczny charakter, przejawiający się w działaniu, czyli w jego zarówno zewnętrznej, jak i wewnętrznej aktywności. Z punktu widzenia biologii molekularnej i w ogóle biochemii oraz biofizyki owa aktywność układów żywych ujawnia się przede wszystkim w tym, że potencjalna energia wzbudzonych

⁸ Dyskusje te wskazują w pierwszym rzędzie na filozoficzne i przyrodnicze ujęcie istoty życia, podając w ramach każdego z nich konstytuującą tę istotę cechy. Szczególnie rozbudowane są dyskusje prowadzone w ramach nauk przyrodniczych, gdzie nie tylko usiłuje się podać formułowane przez biologów podstawowe elementy charakterystyki życia, takie jak: samozachowawczość, samoregulacja i samoodtwarzanie, ale także wskazać na bardziej uchwytnie materialne podłoże życia, czyli te jego struktury biochemiczne, bez których życie węglowe nie mogło istnieć. Por. np. S. Zięba, *Istota życia w monistycznych i pluralistycznych teoriach bytu*, Roczniki Filozoficzne 24 (1976), z. 3, s. 77–88; S.W. Ślaga, *Życie-Ewolucja*, w: M. Heller, M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*, Warszawa 1980, s. 297–423.

⁹ S. Zięba, *Życie jako istnienie ciał białkowych*, Roczniki Filozoficzne 22 (1974), z. 3, s. 128–131 [121–133].

elektronów nie zanika „bezproduktywnie”, ulegając rozproszeniu w otoczeniu danego układu, ale jest „zmuszana” do wykonania określonej pracy właśnie nad utrzymaniem, funkcjonowaniem i tworzeniem „życia”, czyli zapewnieniem istnienia termodynamicznie otwartych biosystemów i ich wewnętrznych struktur oraz przemian molekularnych¹⁰.

Całokształt zatem reakcji chemicznych zachodzących w komórce, a mających równocześnie zapewnić jej wzrost, pobudliwość, zdolność do ruchu, egzystencji, regeneracji i rozmnażania się jest nazywany metabolizmem lub przemianą materii. Wszystkie komórki zwierząt, roślin i bakterii, pomimo znacznych między nimi różnic morfologicznych, przejawiają podobne czynności metaboliczne. Wyróżnia się dwa podstawowe ich typy. Pierwszy to anabolizm polegający na przekształcaniu energii promieniowania słonecznego w energię chemiczną magazynowaną w cząsteczkach węglowodanów i innych substancji pokarmowych w postaci energii wiązań łączących atomy wchodzące w skład tych substancji. Drugi to katabolizm, czyli faza rozkładu tego, co złożone na składniki prostsze, metabolizmy pośrednie, aż do wyjściowych związków nieorganicznych, w trakcie których zmagazynowana energia chemiczna zostaje przekształcona w użyteczną biologicznie energię i następnie wykorzystywana jest przez komórki do wykonywania pracy, np. mechanicznej, elektrycznej lub chemicznej¹¹.

W świetle powyższej charakterystyki molekularnej życia biologicznego i to zarówno od strony strukturalnej, jak i funkcjonalnej, można zatem wskazać przynajmniej na najważniejsze warunki konieczne do tego, by w danym środowisku, a więc i w naszym Wszechświecie, życie takie mogło się pojawić i dalej ewolucyjnie się rozwijać. Przede wszystkim na podstawie tych analiz wolno stwierdzić, że zarówno do tworzenia się biochemicznych struktur stanowiących materialne podłoże życia, jak i zachodzenia różnorodnych reakcji biochemicznych konieczna jest obecność pierwiastków chemicznych, w tym głównie węgla, tlenu, wodoru, azotu, siarki i fosforu, nazywanych z racji bezpośredniej odpowiedzialności za tworzenie struktur biologicznych i przebieg reakcji chemicznych pierwiastkami biogennymi. Obecność tych pierwiastków jest warunkiem koniecznym, zarówno do zaistnienia nawet najbardziej prymitywnej postaci życia biologicznego, jak i tym bardziej do jego utrzymania i dalszego rozwoju na drodze ewolucyjnej. Brak zatem tych pierwiastków musi z konieczności uniemożliwiać zaistnienie, a więc i trwanie oraz rozwój jakiegokolwiek postaci życia biologicznego¹².

¹⁰ W. Kinastowski, *Podstawy biologii współczesnej*, Warszawa 1974, s. 320–322.

¹¹ Ibidem, s. 326; C.A. Vilee, *Biologia*, Warszawa 1976, s. 116–117.

¹² W. Kinastowski, *Biologia i kosmologia a światopogląd*, Warszawa 1979, s. 39; J.D. Barrow, F.J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 510.

Drugim, niemniej ważnym i koniecznym warunkiem zaistnienia i rozwoju tego życia jest odpowiedni przedział temperatury środowiska, w którym może ono istnieć i rozwijać się. Z analiz termodynamicznej stabilności układów fizycznych, a więc również i podstawowych struktur biochemicznych tworzących materialne podłoże życia, wiadomo, że każdy taki układ ma sobie właściwą energię wiązania wewnętrznego, zapewniającą mu odpowiednią stabilność i w konsekwencji odrębność w stosunku do całego środowiska. Stabilność ta nie jest absolutna i całkowicie niezależna od otoczenia, lecz stanowi efekt równowagi termodynamicznej pomiędzy energią wiązań wewnętrznych układu a energią środowiska, w którym układ ten istnieje. Jeżeli ta ostatnia energia jest większa od wewnętrznej energii układu, to układ taki jest niestabilny i wcześniej lub później musi się rozpaść. Warunkiem więc stabilności każdego układu fizycznego jest pewna jego minimalna energia wewnętrzna przewyższająca wartość energii samego środowiska¹³.

Ponieważ istnieją ściśle związki pomiędzy energią, zwłaszcza kinetyczną, a temperaturą, więc stabilność układu częściej jest określana wzajemną relacją temperatur wewnętrzznego stanu układu i samego środowiska. Istnieje zatem pewna temperatura progowa środowiska danego układu (np. związków biochemicznych), powyżej której traci on swoją stabilność strukturalną i w konsekwencji przestaje być podłożem życia biologicznego.

Podobne uwarunkowanie odnosi się również do procesów metabolicznych. Każdy etap takiego procesu polega na ściśle określonych przemianach energetycznych. Istnieje zatem i w tym przypadku dla każdej reakcji chemicznej pewna temperatura progowa powiązana z progową temperaturą stabilności strukturalnej, powyżej której metabolizm warunkujący procesy życiowe ulega zakłóceniu lub całkowitemu zaprzestaniu, co prowadzi do zniszczenia życia. Stąd bezwzględna konieczność przynajmniej górnej granicy wartości temperatury środowiska sprzyjającego życiu. Dolna natomiast granica takiej temperatury wyznaczana jest zazwyczaj tempem wymiany poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych biorących udział w metabolizmie pomiędzy układem biologicznym i środowiskiem, w którym on istnieje. Wiadomo, że im temperatura środowiska jest niższa, tym tempo takiej wymiany spada lub całkowicie ustaje. Najczęściej chodzi tu o wymianę ze środowiskiem wody dwutlenku węgla.

W celu praktycznego wyznaczenia sprzyjającego biologicznemu życiu węglowemu przedziału wartości temperatur odwołano się do wiedzy w zakresie stabilności głównie białek, które jak było wspomniane, są uważane za jedną z podstawowych struktur biochemicznych stanowiących materialne pod-

¹³ W. Kinastowski, *Podstawy biologii współczesnej*, s. 211–221.

łoże życia węglowego. Szczegółowe badania empiryczne nad stabilnością białek wskazują, że powyżej $+80^{\circ}\text{C}$ ulegają one najpierw ścięciu, a później zwięgleniu. W konsekwencji zniszczenie materialnego podłoża życia z konieczności będzie prowadzić do zniszczenia samego życia.

Odnośnie natomiast do dolnej granicy wartości temperatury jest ona ustalana głównie w zależności od tego, na ile przeciętne organizmy żywe są w stanie utrzymać swoją stałą temperaturę warunkującą minimalny stopień procesów metabolicznych. Chodzi tu głównie o utrzymanie wewnątrz organizmu żywego wody w stanie ciekłym. Za taką temperaturę progową dosyć powszechnie w literaturze przedmiotu przyjmuje się -70°C . W efekcie sprzyjający węglowej postaci życia biologicznego przedział temperatury jest ustalany jako $-70^{\circ}\text{C} - +80^{\circ}\text{C}$. Tak więc środowisko, w którym mogłoby się pojawić życie węglowe nie może mieć większych lub mniejszych niż podany przedział wartości temperatury¹⁴.

Kolejny istotny warunek, jaki musi być spełniony przez sprzyjający życiu Wszechświat jest wyznaczany przez podstawową dla funkcjonowania i rozwoju węglowych procesów życiowych reakcją fotosyntezy. Jak wiadomo, jest to proces wytwarzania glukozy i wielu innych, związanych z nią związków chemicznych z dwutlenku węgla i wody przy współudziale energii słonecznej absorbowanej za pomocą znajdującego się w chloroplastach specjalnego barwnika nazywanego chlorofilem. Cząsteczki chlorofilu, które można by porównać do maleńkich komórek fotoelektrycznych, absorbują energię świetlną, oddając ją następnie różnym akceptorom w chemicznych reakcjach fotosyntezy¹⁵.

Na podstawie doświadczeń wiadomo, że chlorofil nie absorbuje dowolnych kwantów energii promieniowania, lecz działa wybiórczo, będąc wyczulony na ściśle określone wielkości tych kwantów i w konsekwencji na ściśle określone długości fal elektromagnetycznych. W fioletowej części widma optycznego o długości fal w granicach 440 nm ma miejsce najbardziej efektywny proces fotosyntezy, znacznie bardziej wydajny niż w paśmie niebieskozielonym i zielonym widma o długościach fali w przedziale 450–550 nm, mimo że natężenie promienia słonecznego jest w tym zakresie największe. W czerwonej natomiast części widma są to długości 660 nm i 700 nm¹⁶.

To ściśle uzależnienie procesu fotosyntezy od długości fal elektromagnetycznych wskazuje, że fale te nie mogą być emitowane przez dowolne ich źródło, a zatem nie każde z tych źródeł, które w przeważającej liczbie stanowią różnego rodzaju gwiazdy, może powodować proces fotosyntezy. Z pewno-

¹⁴ J. Gadomski, *Powstanie kosmosu i jego życie*, Warszawa 1963, s. 92; R. Tocquet, *Życie na planetach*, Warszawa 1965, s. 64–67.

¹⁵ W. Kinastowski, *Podstawy biologii współczesnej*, s. 327–328.

¹⁶ C.A. Villee, *Biologia*, s. 192.

ścią takim źródłem nie mogą być obiekty emitujące w większości promieniowanie radiowe, czyli tzw. radioźródła. Nie mogą takimi źródłami być także obiekty emitujące głównie promieniowanie gamma lub promieniowanie rentgenowskie, np. gwiazdy neutronowe. Wątpliwymi w tym względzie źródłami są również gwiazdy emitujące promieniowanie optyczne, ale mające maksyma natężeń swojego promieniowania bądź w głębokim nadfiolecie, bądź też w dalekiej czerwieni, gdyż jak wiadomo chlorofil bardzo słabo lub w ogóle nie reaguje na te długości fal¹⁷. Jest to zatem kolejny, istotny warunek nakładany na Wszechświat, by zawierał on takie obiekty astronomiczne, które będą w stanie zapewnić przebieg nieodzownych dla rozwoju życia węglowego reakcji fotosyntezy.

Panujące we Wszechświecie warunki winny nie tylko sprzyjać powstaniu życia biologicznego, ale również zapewnić jego przetrwanie i rozwój. Z tego punktu widzenia ważną cechą sprzyjającego życiu Wszechświata winna być możliwość ochrony zaistniałego życia przed zniszczeniem. Chodzi tu głównie o ochronę zarówno przed zabójczym dla życia promieniowaniem jonizującym, jak i przed zwykłym jego zniszczeniem mechanicznym lub termicznym. Większość bowiem docierającego z kosmosu promieniowania zarówno falowego, jak korpuskularnego, niesie ze sobą zbyt duże energie i jako takie stanowi ogromne zagrożenie dla samego życia, powodując jonizację jego biomaterii. To samo dotyczy również różnego rodzaju odłamków, zwłaszcza większych, materii międzyplanetarnej, która spadając na Ziemię jest w stanie zniszczyć istniejące życie zarówno mechanicznie, jak i poprzez spalanie lub inne jeszcze procesy i zdarzenia kosmiczne.

Wreszcie funkcjonowanie procesów życiowych byłoby niemożliwe, zarówno bez bezpośredniej wymiany pierwiastków i związków chemicznych przez organizmy żywe ze swoim środowiskiem, jak i bez możliwości kontaktu informacyjnego tych organizmów ze sobą. To zaś wymaga nie tylko wytworzenia odpowiednich mechanizmów umożliwiających takie kontakty, ale i istnienia w odpowiedniej ilości w danym środowisku koniecznych dla życia pierwiastków i związków biogenych.

Takie są najbardziej podstawowe i powszechnie akceptowane warunki i wymogi nakładane na każde środowisko, w którym miałyby się pojawić życie na podłożu węglowym. Są to warunki konieczne, co oznacza, że niespełnienie przynajmniej jednego z nich powoduje, że znana postać życia węglowego w ogóle w tym środowisku się nie pojawi. Powstaje w związku z tym zasadnicze pytanie, w jaki sposób te konieczne warunki zostały spełnione w naszym

¹⁷ Szerzej na temat widmowej charakterystyki gwiazd patrz np. M. Kubiak, *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, Warszawa 1994, s. 163–284.

Wszechświecie, który, jak przekonuje powszechne doświadczenie, zawiera w sobie zróżnicowane życie biologiczne. Próby w miarę adekwatnych odpowiedzi na to pytanie zostaną podjęte w następnym punkcie artykułu.

3. Sposoby realizacji przez Wszechświat przedstawionych warunków

Zadowalające wyjaśnienie tego zagadnienia nie było możliwe przez dłużej jeszcze lata po sformułowaniu biologicznej teorii ewolucji i coraz głębszym odsłanianiu podstawowych własności i mechanizmów samego życia na podłożu węglowym. Nie istniała bowiem wtedy zasadna i w pełni wiarygodna wiedza o Wszechświecie jako całości. Dopiero wyraźny rozwój kosmologii jako nauki przyrodniczej zarówno w wymiarze teoretycznym, jak i obserwacyjnym, odsłaniając stopniowo w tym Wszechświecie podstawowe jego własności i zachodzące w nim globalne procesy, pozwolił na udzielenie w pełni zasadnych odpowiedzi na stawiane w tym względzie pytania.

Zaproponowany bowiem w ramach tej kosmologii Standardowy Model Kosmologiczny podaje w miarę adekwatny, chociaż ciągle niewyczerpujący opis szeregu, wcześniej nawet niepodjętych, własności i zjawisk zachodzących w znanym Wszechświecie, wskazujących na ścisły ich związek i bezpośrednie warunkowanie ewolucji biologicznej. Przede wszystkim Model ten pozwala w sposób w pełni zasadny i zrozumiały opisać i wyjaśnić powstawanie pierwiastków chemicznych jako proces ściśle powiązanego z ekspansją i ewolucją całego Wszechświata. Odwołując się do wypracowanych w ramach fizyki jądrowej i fizyki cząstek elementarnych mechanizmów powstawania jąder atomowych, Model ten umieszcza powstawanie pierwszych trzech najlżejszych pierwiastków (wodór, hel, lit) wraz z ich izotopami we wczesnym okresie ekspansji Wszechświata, tuż przed ostatecznym oddzieleniem się materii promienistej od materii korpuskularnej. Na powstanie pierwiastków cięższych w pierwotnym Wszechświecie było już „zbyt zimno” i dlatego jedynym możliwym środowiskiem dla ich zaistnienia mogą być wnętrza gwiazd. Opracowana teoria gwiazdowej nukleosyntezy pierwiastków ciężkich pozwala nie tylko wyjaśnić proces powstawania wszystkich pozostałych pierwiastków chemicznych, ale także wyznaczyć ich rozpowszechnienie we Wszechświecie zgodne z empiryczną krzywą ich obfitości¹⁸. Powyższy Model, wyjaśniający przebieg powstawania pierwiastków chemicznych ściśle włącza w jeden globalny proces ewolucji kosmicznej również ewolucję biologiczną, będącą szczytowym stadium ewolucji Kosmosu.

¹⁸ Szerzej na temat kosmicznej i gwiazdowej nukleosyntezy patrz np. B. Kuchowicz, *Kosmochemia*, Warszawa 1979.

Innym przejawem tej łączności jest cały proces dziejów Wszechświata zmierzający do zapewnienia w tym Wszechświecie wymaganego przez życie biologiczne wspomnianego już przedziału temperatury. Spełnienie tego warunku przez znany Wszechświat jest procesem znacznie bardziej skomplikowanym niż ma to miejsce w przypadku kosmicznej nukleosyntezy i w konsekwencji pozostaje raczej w wieloaspektowych związkach pośrednich z opisywanym przez kosmologię globalnymi dziejami Wszechświata. Wytworzenie bowiem w niezmiarzonej przestrzeni Wszechświata obszarów charakteryzujących się wąskim przedziałem wartości temperatury nie mogło być bezpośrednim efektem samego tylko globalnego procesu ekspansji i ewolucji tego Wszechświata. Ze swej natury proces ten zmierza bowiem jedynie do rozpraszania energii i ogólnego spadku temperatury środowiska, w którym zachodzi. Musiał zatem przynajmniej lokalnie zaistnieć proces przeciwny, proces gromadzenia energii i wzrostu temperatury, który mógłby w jakiś sposób przeciwdziałać globalnemu rozpraszaniu energii, dając w efekcie lokalne obszary o wymaganym przedziale wartości temperatury.

Bezpośrednie obserwacje faktycznego występowania życia w naszym Wszechświecie pozwalają na stwierdzenie, że taka sytuacja jest realizowana w ramach układu gwiazda – planeta. Wysoka temperatura gwiazdy jest redukowana dzięki umieszczeniu planet w odpowiedniej od niej odległości, w tzw. ekosferze tej gwiazdy i uzyskanie w ten sposób wymaganego dla życia biologicznego przedziału temperatury¹⁹. Oczywiście, zarówno gwiazda, jak i planeta muszą spełnić wiele dodatkowych warunków związanych z ich charakterystyką fizykochemiczną, umieszczeniem przestrzennym w relacji do innych obiektów astronomicznych, stadium ewolucyjnym oraz generacją gwiazd, ale najbardziej podstawowym warunkiem jest w ogóle ich powstanie. Istnienie bowiem gwiazd, jak stwierdzono, jest niezbędne nie tylko do zapewnienia odpowiedniej dla życia temperatury, ale również do wytworzenia ciężkich pierwiastków chemicznych²⁰.

Istnienie jednak gwiazd we Wszechświecie i w ogóle wielkoskalowych struktur materii, nie jest czymś samym w sobie koniecznym i niezależnym od bardziej podstawowych charakterystyk Wszechświata i szeregu globalnych procesów w nim zachodzących. Musiało zatem istnieć tworzywo, a więc pew-

¹⁹ O roli układu gwiazda – planeta w stwarzaniu wymaganego przez życie węglowe przedziału temperatury piszą m.in.: J. Gądomski, *Powstanie kosmosu i jego życie*, s. 108–112; H. von Ditfurth, *Na początku był wodór*, Warszawa 1978, s. 90–99.

²⁰ Szerzej na temat wszystkich tych uwarunkowań patrz np. B. Kuchowicz, J.T. Szymczak, *Dzieje materii przez fizyków odczytane*, s. 180–435; J. Barrow, F.J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 288–366; M. Subotowicz, *W poszukiwaniu życia rozumnego we Wszechświecie. Zagadnienia wybrane*, Lublin 1995.

na pierwotna materia pyłowo-gazowa, z której mogły dopiero utworzyć się wielkoskalowe jej kondensacje w postaci np. gwiazd i układów planetarnych, galaktyk i ich różnorodnych skupisk. Współczesna kosmologia wskazuje, że proces takiej kondensacji jest przede wszystkim uwarunkowany z jednej strony istnieniem lokalnych fluktuacji w gęstościach pierwotnej materii Wszechświata, będących centrami skupiającymi wokół siebie rozproszoną w przestrzeni kosmicznej materię. Z drugiej natomiast strony musi zaznaczyć swoje dominujące działanie w całym Kosmosie siła grawitacyjna, co z kolei jest uzależnione od spadającej wraz z ekspansją Wszechświata jego temperatury, ograniczenia oddziaływań sił jądrowych oraz początkowego tempa ekspansji wyznaczanego wzajemnym stosunkiem tzw. prędkości ucieczki Wszechświata do prędkości jego ekspansji. Pojawienie się zatem w znanym Wszechświecie życia na podłożu węglowym ma swoje konieczne powiązania i różnorodne odniesienia do globalnych własności i procesów tego Wszechświata, przede wszystkim poprzez kosmiczną nukleosyntezę i powstawanie wielkoskalowych struktur materii.

Inne uwarunkowania życia, takie jak odpowiednie przedziały długości fal promieniowania, ochrona przed różnorodnymi możliwościami zniszczenia oraz zapewnienie odpowiedniej wymiany energetycznej ze środowiskiem i zapewnienie możliwości komunikacyjnych mają wymiar własności bardziej lokalnych i wprost nie są wyznaczone podstawowymi parametrami kosmologicznymi. Bezpośrednio bowiem zależą one np. od powierzchniowej temperatury gwiazdy, masy planety, procesów geologicznych zachodzących w jej wnętrzu i na powierzchni, posiadania atmosfery oraz jej składu, rozkładu oceanów i od wielu innych czynników²¹. Są to zależności szczegółowe, przysługujące lokalnym obszarom Wszechświata i same są również zależne od globalnych procesów w tym Wszechświecie zachodzących.

Na wszystkie przedstawione wyżej globalne i lokalne własności Wszechświata wraz z podstawowymi procesami kosmicznymi nakładany jest jeszcze inny istotny czynnik. Wynika on z długiego, bo ponad 3,5 mld lat trwającego życia na Ziemi. Przez cały ten okres, a nawet dłuższy, wszystkie wymienione warunki musiały istnieć w swej zasadniczo niezmiennej postaci. Zatem sprzyjający życiu biologicznemu Wszechświat musiał przejawiać wysoką stabilność pod względem niezbędnych dla tego życia warunków. Nieznaczna bowiem

²¹ J. Veizer, *The Earth and Its Life: Geologic Record of Interactions and Controls*, w: J. Robson, *Origin and Evolution of the Universe. Evidence for Design*, Kingston and Montreal 1987, s. 167–194; D.J. McLaren, *An Anthropocentric View of the Universe: Evidence from Geology*, w: *Origin and Evolution of the Universe. Evidence for Design*, s. 195–209; J.D. Barrow, F.J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, s. 543–544, 556–570.

nawet zmiana, któregoś z nich prowadzi do pojawienia się Wszechświata całkowicie wrogiego życiu biologicznemu i w konsekwencji w zupełności tego życia pozbawionego.

4. Uwagi końcowe

W powyższych analizach przedstawiono od strony biologicznej, chemicznej, fizycznej oraz kosmologicznej podstawowe związki znanej nam formy życia biologicznego i jego ewolucji z globalnymi, tzn. obejmującymi cały Wszechświat własnościami, strukturami i procesami. Są to związki koniecznościowe, bezpośrednio warunkujące zaistnienie i ewolucyjny rozwój życia biologicznego. Współczesna kosmologia i fizyka idą jeszcze dalej wskazując, że warunki te, a więc sprzyjające węglowej postaci życia własności i procesy zachodzące we Wszechświecie, zależą od liczbowych wartości wielu tzw. parametrów kosmologicznych oraz fundamentalnych stałych fizycznych. Do najważniejszych parametrów kosmologicznych bezpośrednio odpowiedzialnych za globalne własności i procesy Wszechświata zalicza się w pierwszym rzędzie: stosunek prędkości ekspansji do prędkości ucieczki, czyli tzw. tempo ekspansji Wszechświata (v_e/v_u), krzywiznę jego czasoprzestrzeni (k), parametr gęstości (Ω), stałą kosmologiczną (λ), wielkość pierwotnych fluktuacji gęstości ($\delta\rho/\rho$), stosunek liczby fotonów do liczby barionów (N_γ/N_b) i czas trwania Wszechświata (T_H)²².

Fundamentalne natomiast stałe fizyki, takie jak: stała grawitacji (G), prędkość światła (c), stała Plancka (h), wielkość ładunku elektrycznego (e), masy cząstek elementarnych: elektronu (m_e), protonu (m_p) i neutronu (m_n) oraz wartości sił jądrowych, a także różnorodne ich kombinacje bezwymiarowe i wymiarowe są bezpośrednio lub pośrednio „odpowiedzialne” za różnorodne procesy zachodzące we Wszechświecie, takie jak np. powstawanie pierwiastków chemicznych, powstawanie i ewolucję gwiazd, przebieg reakcji chemicznych, jasność gwiazdową i inne, bez których postać życia węglowego nie mogłaby się w ogóle pojawić i ewoluować we Wszechświecie²³.

Szczegółowe analizy liczbowych wartości zarówno parametrów kosmologicznych, jak i fundamentalnych stałych fizycznych oraz ich różnorodnych kombinacji wskazują na to, że wartości te w sposób bezpośredni lub pośredni wyznaczają wszystkie te własności Wszechświata, które w wymiarze bądź globalnym, bądź też lokalnym jawią się jako warunki konieczne do zaistnienia

²² J. Leslie, *Przejawy delikatnego dostrojenia*, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce 16 (1994), s. 30–38 [27–62].

²³ H. Ross, *Design Evidences in the Cosmos*, http://www.reasons.org/resources/apologetics/design_evidences/designevidenceupdat... (18 III 2004), s. 1–12.

życia biologicznego. Stąd związki owych wartości, a nawet praw przyrody z wyznaczonymi przez nie własnościami Wszechświata warunkującymi z kolei zaistnienie i ewolucyjny rozwój życia na podłożu węglowym są nazywane, jak było to już wspomniane, kosmicznymi koincydencjami.

To jednak, co w kwestii tej wzbudza największe emocje, dyskusje i polemiki, to wąski i ostro zaznaczony przedział wartości tych stałych, przekroczenie którego powoduje pojawienie się Wszechświata „całkowicie wrogiego” życiu biologicznemu. Mówi się w związku z tym o subtelnościach tych koincydencji, o ich wyjątkowości, osobliwości i bardzo małym prawdopodobieństwie dopasowania do życia²⁴. To zaś rodzi pytania o przyczynę zaistnienia takich subtelności i inspiruje do poszukiwania wyjaśnień zarówno samych praw przyrody, jak i takich właśnie, a nie innych wartości poszczególnych stałych, które w sposób tak precyzyjny i subtelny (i to na przestrzeni kilku miliardów lat) były w stanie zapewnić sprzyjające dla życia biologicznego warunki.

Ostatecznego i w pełni zadowalającego wyjaśnienia tych powiązań nie są w stanie dać nauki przyrodnicze zarówno na obecnym etapie ich rozwoju, jak i w przyszłości, gdyż przekracza to możliwości stosowanej przez nie metody empirycznej. W świetle toczących się dyskusji wokół postulatu stworzenia tzw. teorii wszystkiego, okazuje się, że zagadnienia dotyczące genezy praw przyrody, ich stosunku do opisywanego przez nie świata materialnego, a także wyboru warunków początkowych domagają się wyjaśnienia zewnętrznego w stosunku do zakładających je teorii przyrodniczych²⁵.

Najczęściej są to odwołania i w konsekwencji refleksje filozoficzne, które od strony treściowej przyjmują postać teorii naturalistycznych lub teistycznych. Wybór, któregoś z tych wyjaśnień jest osobnym problemem zmierzającym do okazania, że jedno z nich odznacza się większym prawdopodobieństwem eksplanacyjnym i w konsekwencji zasługuje na pełną akceptację²⁶.

Dyskusje jednak w tym zakresie wyraźnie przekraczają ramy obecnego artykułu i dlatego z konieczności zostały pominięte. Wskazują one jednak na istotny fakt inspiracji, a nawet implikacji problematyki filozoficznej i w pew-

²⁴ N.A. Mansion, *There is no Adequate Definition of 'Fine-tuned for Life'*, *Inquiry* 43 (2000), s. 341–352; J. Turek, *Czy kosmiczne koincydencje są rzeczywiście subtelnie dostrżone?* [w druku].

²⁵ J.D. Barrow, *Teorie Wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, Kraków 1995, s. 27–99.

²⁶ Por. np. R.G. Swinburne, *Argument from the Fine-Tuning of the Universe*, w: J. Leslie, *Physical Cosmology and Philosophy*, New York 1990, s. 154–173; J. Turek, *Możliwości teistycznych preferencji w filozoficznych wyjaśnieniach kosmicznych koincydencji*, w: I.S. Ledwoń OFM, K. Kałuża, Z. Krzyszowski, J. Mastej, A. Pietrzak SVD (red.), *Scio cui credidi. Księga pamiątkowa ku czci Księdza Profesora Mariana Ruseckiego w 65. Rocznicę urodzin*, Lublin 2007, s. 261–1273.

nym zakresie światopoglądowej, przez osiągnięcia nauk szczegółowych, w tym zwłaszcza przez kosmologię oraz przez rozwijaną w jej ramach problematykę kosmicznych uwarunkowań życia biologicznego.

KOSMISCHE BEDINGUNGEN DER BIOLOGISCHEN EVOLUTION (ZUSAMMENFASSUNG)

Das Ziel des Artikels ist die Darstellung der kosmischen Bedingungen der Lebensentstehung, womit auch die Verbindung zwischen der Evolution des Lebens und der globalen Evolution des Alls verdeutlicht werden können. Die in der täglichen Erfahrung zugängliche, auf den Kohlenstoff aufgebaute Form des biologischen Lebens erfordert aufgrund seiner Strukturen und Funktionen bestimmte und verschiedenartige Umweltbedingungen. Es geht hier vor allem um das Vorhandensein bestimmter Grundstoffe und bioaktiver Stoffverbindungen. Dazu gehören aber auch: ein bestimmtes Temperaturintervall, die für die Photosynthese notwendigen Längen elektromagnetischer Wellen, lebensfreundliche Faktoren und zahlreiche andere Bedingungen. Alle diese erforderlichen Bedingungen sind vorhanden dank einer bemerkenswerten gegenseitigen Abstimmung von physikalischen Konstanten und kosmologischen Parametern. Dies zeugt von einer engen Verbindung zwischen einerseits der biologischen und andererseits der kosmischen Evolution. Eine letztgültige und erschöpfende Erklärung lässt sich nicht ausschließlich im Rahmen der naturwissenschaftlichen Daten liefern, denn das Problem überschreitet die Grenzen der empirischen Methode. Die Probleme des Ursprungs von Naturgesetzen verlangen nach einer von außerhalb der naturwissenschaftlichen Theorien kommenden Erklärung und werden somit zum Gegenstand der Philosophie. Oft nehmen diese Erklärungen die Gestalt von naturalistischen oder theistischen Theorien an.