KS. JÓZEF TUREK

Studia Warmińskie
XXXIV (1997)

EWOLUCYJNY CHARAKTER PROCESÓW KOSMICZNYCH

Treść: Wprowadzenie. — I. Ogólna charakterystyka zmian ewolucyjnych. — II. Ewolucyjny charakter zmian zachodzących we Wszechświecie. Zakończenie. — Summary.

WPROWADZENIE

Fakt powszechnej zmienności Wszechświata, a więc dynamicznego charakteru Kosmosu jako całości nie budzi już współcześnie większych wątpliwości. Za jego słusznością przemawiają z jednej strony dane obserwacyjne zarówno te z bezpośredniego naszego otoczenia, jak i te dotyczące odległych obszarów Wszechświata. Z drugiej zaś strony swój wkład w ukształtowanie się dynamicznego obrazu Kosmosu wniosły również rozważania teoretyczne współczesnej kosmologii oraz różne kierunki filozoficzne przyjmujące u swych podstaw tezę o zmiennym charakterze badanej rzeczywistości[1].

Można zatem powiedzieć, że przekonanie o niestatycznym charakterze naszego Wszechświata stało się niejako paradygmatem współczesnej wiedzy kosmologicznej. Ukształtowanie się tego przekonania zaliczane jest do wielkich rewolucji naukowych naszego stulecia[2]. Nie dziwi więc rosnące zainteresowanie wszelkimi procesami kosmicznymi bezpośrednio lub pośrednio odpowiedzialnymi za ten dynamiczny obraz. Chodzi bowiem o bardziej całościowe i głębsze zrozumienie, opis i wyjaśnienie wszystkich tych procesów w imię naturalnego dążenia człowieka do poznawania świata.

Jednym z istotnych problemów stawianych w tym kontekście jest pytanie na ile i w jakim znaczeniu można tym globalnym procesom kosmicznym przypisać cechę zmian ewolucyjnych. Pytanie to jest tym bardziej zasadne, że idea zmian ewolucyjnych z bardzo wielkim trudem torowała sobie drogę w ramach nauk fizykalnych, do których bez wątpienia zalicza się również kosmologia. Wiele bowiem teorii fizykalnych, zwłaszcza klasycznych, nie tylko nie wyróżnia kierunku upływu czasu, ale w ogóle pomniejsza jego znaczenie w opisie zjawisk przyrody. Koncent-

[1] Chodzi tu m.in. o filozofię Henri Bergsona, Teilharda de Chardin oraz głośną obecnie filozofię procesu.

[2] Szerzej na ten temat patrz np.: J. Turek, Wszechświat dynamiczny. Rewolucja naukowa w kosmologii, Lublin 1995.

rują się one bowiem głównie na zjawiskach statycznych, odwracalnych lub jednoznacznie zdeterminowanych, a więc takich, w których wszystko jest raz na zawsze ustalone w „warunkach początkowych". Znając bowiem stan układu fizycznego w danej chwili można w oparciu np. o prawa dynamiki wyznaczyć w sposób jednoznaczny jego zachowanie się zarówno w przeszłości, jak i w przyszłości. A zatem w każdej chwili dana jest cała wiedza o zachowaniu się tego układu. Dynamika określa wszystkie stany jako równoważne. Znajomość dowolnego z nich pozwala obliczyć pozostałe wraz z trajektorią, wiążącą wszystkie stany i te przeszłe, i te przyszłe[3]. Nie ma więc w takim przypadku miejsca na powstawanie czegoś nowego w tym układzie, o czym wcześniej nie byłoby wiadomo. Trudno więc mówić wtedy o zmianach ewolucyjnych, które ze swej natury domagają się między innymi zaistnienia czegoś wcześniej nieznanego i jednoznacznie nieprzewidywalnego. Ewolucja jest bowiem procesem twórczym przynoszącym nowości, które w przeszłości nie istniały, i których nie można jednoznacznie wyznaczyć[4].

Możliwości takie pojawiły się dopiero w przypadku wiedzy o procesach nieodwracalnych, opisywanych między innymi przez teorie termodynamiczne. Ukazały one bowiem, że również fizyka zajmuje się układami czasowo ukierunkowanymi, przebiegającymi od przeszłości ku przyszłości i nigdy nie powracającymi do stanów poprzednich, a więc mających swoją historię i swoje dzieje czyli swoją ewolucję[5].

Na wzrost zainteresowania ewolucyjnym charakterem procesów kosmicznych wpłynął również fakt, że uświadomiono sobie, iż rozwijające się i ewoluujące życie na Ziemi nie mogłoby się w ogóle pojawić gdyby we Wszechświecie nie zaistniały odpowiednie ku temu warunki. W związku z tym interesujące są nie tylko same procesy kosmiczne opisywane i wyjaśniane z coraz większym powodzeniem przez współczesną kosmologię, ale również taki ich przebieg, który pozwolił na pojawienie się we Wszechświecie życia[6].

W kontekście wspomnianych dyskusji i znacznego zainteresowania się tą problematyką oraz różnorodności stanowisk uzasadnionym wydaje się podjęcie próby odpowiedzi na postawione w temacie pytanie o ewolucyjny charakter procesów kosmicznych. Warto tu zauważyć, że ewolucją nazywa się czasami każdą zmianę kosmiczną przebiegającą w sposób ukierunkowany bez względu na to, czy jest to zmiana prowadząca do nieporządku, czy też pociągają za sobą wzrost złożoności i zorganizowania[7].

W szczególności, w podjętych rozważaniach chodziło będzie o w miarę adekwatne określenie na ile i w jakim sensie, dostrzegane we Wszechświecie wielkoskalowe procesy kosmiczne podpadają pod funkcjonujące zarówno w wie-

---

[3] Por. np. I. Prigogine, I. Stengers, Z chaosu ku porządkowi. Nowy dialog człowieka z przyrodą, Warszawa 1990, s. 23–28, 71–74.

[4] K. Kloskowski, Zagadnienie determinizmu ewolucyjnego. Studium biofilozoficzne, Gdańsk 1990, s. 151.

[5] Por. I. Prigogine, I. Stengers, jw., s. 11–38.

[6] Jest to problematyka tzw. zasady antropicznej, o której szerzej traktuje np. monografia: J.D. Barrow, F.J. Tipler, The Anthropic Cosmological Principle, Oxford 1990.

[7] Por. M. Heller, J. Życiński, Dylematy ewolucji, Kraków 1990, s. 16–17.

dzy potocznej, jak i naukowej pojęcie zmian ewolucyjnych. Realizacja tak sformułowanego celu obecnego artykułu w sposób dosyć jednoznaczny wyznacza jego podstawową strukturę. Najpierw konieczne będzie, przynajmniej w ogólnych zarysach, omówienie najważniejszych treści łączonych powszechnie z pojęciem „ewolucja". Mając zaś tego rodzaju „wzorzec" możliwe będzie z kolei odniesienie do niego najważniejszych procesów kosmicznych i rozstrzygnięcie o ich ewolucyjnym charakterze.

I. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZMIAN EWOLUCYJNYCH

Treści jakie współcześnie wiąże się z pojęciem „ewolucja" zostały wypracowane w toku długotrwałych i często bardzo ostrych dyskusji i sporów toczonych zarówno w gronie filozofów, jak i przyrodniczych, zwłaszcza biologów. Wszystkim tym dyskusjom i polemikom przyświecała bez wątpienia chęć opisu i wyjaśnienia obserwowanej w otaczającym nam świecie ogromnej różnorodności i zmienności rzeczy. Ponadto chodziło też o próby odsłonięcia mechanizmów odpowiedzialnych za zachodzące zmienności oraz końcowe ich wyniki.

Bez wątpienia największy wkład w te dyskusje, a więc i w proces kształtowania się pojęcia „ewolucja" wnieśli biolodzy. W sposób szczególny uwidoczniło się to w kontekście zaproponowanej przez Karola Darwina i rozwijanej przez jego zwolenników teorii ewolucji, która w naszych czasach okazała się najbardziej rozbudowaną i powszechnie akceptowaną teorią ewolucyjną. To właśnie biolodzy obserwując ogromną różnorodność organizmów żywych, ich złożoność, a także dostrzegane między nimi podobieństwa szukali sposobów wyjaśniania tego stanu rzeczy. Zmiany ukierunkowane prowadzące od prostych, jednorodnych struktur do złożonych struktur heteronomicznych nazwano zmianami ewolucyjnymi. Dalszy rozwój nauk biologicznych odsłaniający nowe związki pomiędzy organizmami i odkrywający coraz bardziej złożone mechanizmy odpowiedzialne za zmiany ewolucyjne prowadził tym samym do uściślenia i wyraźniejszego określenia podstawowych treści tego pojęcia. Podobne efekty miały również dyskusje związane z ekstrapolowaniem tego pojęcia na inne rodzaje zmian, np. społecznych, psychologicznych, kulturowych itp. Wymagały one bowiem bądź uściślenia pewnych treści, bądź też wydobycia lub wyakcentowania nowych w związku z odnoszeniem tego pojęcia do odmiennych dziedzin wiedzy[8].

W efekcie wszystkich tych zabiegów wypracowane zostały pewne podstawowe znaczenia terminu „ewolucja" funkcjonującego w słowniku współczesnych nauk, zwłaszcza biologicznych, modyfikowane jednak w zależności od dyscypliny w ramach których jest stosowane i zadań jakim ma służyć. Stąd podawane są różne określenia tego pojęcia lub proponowane definicje, z których jednak żadne nie może rościć sobie pretensji do wyłączności i adekwatności w odniesieniu do szerokiego spektrum istniejącej rzeczywistości. Niemniej, dosyć często przytacza

[8] Szerzej na temat tego rodzaju dyskusji patrz np.: J.M. Dołęga, Kreacjonizm i ewolucjonizm. Ewolucyjny model kreacjonizmu a problem hominizacji, Warszawa 1988; M. Heller, J. Życiński, Dylematy ewolucji, jw., s. 5–18.

się określenie ewolucji wypracowane i uzgodnione przez biologów na zjeździe w Chicago z okazji setnej rocznicy opublikowania przez Darwina jego pracy „O powstaniu gatunków". Pięćdziesięciu obecnych na tym zjeździe biologów przyjęło następujące określenie ewolucji: *Ewolucję określa się w ogólnym zarysie jako jednokierunkowy, nieodwracalny, przebiegający w czasie proces, który urzeczywistniając się przynosi nowość, różnorodność i wyższe szczeble organizacji. Proces ten zachodzi w każdej sferze świata zjawisk, został jednak najpełniej opisany i zbadany w sferze biologii*[9].

Jak widać, określenie to nie zawęża pojęcia ewolucji jedynie do płaszczyzny biologicznej, chociaż w niej właśnie zyskało najlepsze dopracowanie. Stwierdza się w nim, że fakt ewolucji odnosi się do wszystkich poziomów organizacji materii, a więc dotyczy on całego Wszechświata. Procesowi temu nadaje się miano kosmogenezy, stanowiącej najszersze tło wszelkich innych form ewolucji. Tłem zaś bliższym i bezpośrednim jest geogeneza rozumiana jako rozwój naszej Ziemi stanowiącej konieczną niszę ekologiczną dla biogenezy[10]. W samej zaś ewolucji biologicznej wyróżnia się różne etapy. Mówi się o biogenezie czyli początkach życia w ogóle i o antropogenezie czyli procesie pojawiania się gatunku *homo sapiens*. Innym ujęciem ewolucji biologicznej jest zaakceptowanie dwóch jej rodzajów, a mianowicie ewolucji biochemicznej lub historii rozwoju chemizmu życia oraz ewolucji morfologiczno-gatunkowej czyli darwinowskiej. Podział ten związany jest z dwoma wyraźnie zaznaczającymi się etapami rozwoju życia, tj. okresem chemicznego przygotowania życia i okres różnicowania się już istniejącego życia[11].

Jeśli chodzi o podstawowe treści objęte nazwą „ewolucja" to w pierwszym rzędzie akcentuje się wśród nich kierunkowość prawie powszechnie uważając ją za bezsporną i pozostającą poza wszelką dyskusją cechę zmian ewolucyjnych[12]. Rozumie się przez nią tzw. stałe ukierunkowanie polegające na tym, że zachodzące w danym układzie fizycznym lub biologicznym zmiany polegają na stopniowym, a więc i ciągłym przechodzeniu do coraz to nowych stanów układu uporządkowanych według pewnego kryterium wymuszającego takie przechodzenie. W tym więc ujęciu ukierunkowanie zmian oznacza, że układ nie powraca w swej historii do jakiegokolwiek ze stanów poprzednich. Nawet gdyby znalazł się on powtórnie w takich samych warunkach co poprzednio, to proces ewolucyjny nie cofa go ponownie do minionego etapu. Gdybyśmy bowiem uznali, że ewolucja może być odwracalna, to trzeba byłoby założyć udział czynników działających odwrotnie niż te, które wywołały i utrwaliły zmiany indywidualne, składające się na powstanie pierwotnej serii przeobrażeń. Ponadto należałoby przyjąć, że przyczyny, które wywołały odwrócenie ewolucji, działały w ściśle odwrotnej kolejności do tych, które wywołały rozwój. Uwzględniając jednak znaczną różnorodność i złożoność

---

[9] S. Tax (red.), Evolution after Darwin, t. III. Issues in evolution, Chicago-Lenson 1960, s. 107.

[10] Nie rozstrzyga to kwestii wyłączności istnienia życia na Ziemi.

[11] Por. Cz. Biedulski, Ewolucjonizm biologiczny, w: S. Mazierski (red.), Zarys filozofii przyrody ożywionej, Lublin 1980, s. 127–128; M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody, Warszawa 1980, s. 399–402.

[12] Por. A. Grębecki, W. Kinastowski, L. Kuźnicki, Ewolucjonizm, cz. II, Warszawa 1962, s. 295; Cz. Biedulski, jw., s. 127.

zarówno struktur i ich własności, które podlegają ewolucji, jak i warunków i przyczyn za nią odpowiedzialnych wydaje się bardzo mało prawdopodobnym aby ten ogromnie skomplikowany proces mógł być z całą dokładnością odwrócony i odtworzony w ściśle określonym porządku. Mówi się więc, że zespół cech charakterystycznych dla dowolnej kategorii systematycznej (rodzaju, rodziny, czy rzędu) jest zjawiskiem niepowtarzalnym, a żaden gatunek, który przekształcił się lub wymarł nigdy nie pojawił się ponownie. Nie znamy przykładu, aby bieg historii został odwrócony[13]. Przeciwieństwem więc ukierunkowania jest bądź jakaś cykliczność zmian, bądź też różnego rodzaju regresy lub całkowicie chaotyczne cofanie się i opuszczanie stanów przebytych.

Przyjęcie kierunkowości zmian ewolucyjnych prowadzi do szeregu problemów będących nadal przedmiotem ożywionych dyskusji. W pierwszym rzędzie rodzi się pytanie o sposób urzeczywistniania się owej kierunkowości. Chodzi o to, czy jest ona realizowana na sposób jednokierunkowo specjalizujących się form, czy też poprzez pewnego rodzaju rozgałęzienia tak, jak to ma miejsce w przypadku np. drzewa rodowego, gdzie poszczególne linie rozwojowe z różnorodnymi rozgałęzieniami przebiegają niezależnie od siebie, chociaż pochodzą od wspólnego pnia i są sobie bliskie. Mimo więc że chicagowskie określenie ewolucji opowiada się za jednokierunkowością zmian, to jednak wielu biologów jest skłonna przyznawać, iż zmiany ewolucyjne, przynajmniej w świecie biologicznym, przebiegają na sposób różnokierunkowy czyli rozgałęziony, a nie liniowy[14].

Ważną kwestię dyskusyjną są również same kryteria wyznaczające ową kierunkowość zmian, a także jej przyczyny. Uznanie bowiem kierunkowości tych zmian zakłada pewne ich uporządkowanie. Wymaga to więc uprzedniego przyjęcia jakiejś relacji ustalającej stałe odniesienia pomiędzy poszczególnymi etapami tej zmiany. Jeśli ona zachodzi, to mówi się wtedy, że przebiega w sposób uporządkowany, co nie oznacza jeszcze, że jest ona ukierunkowana. Aby taką była, trzeba dodatkowo dookreślić charakter relacji porządkującej, która dzięki temu może pozwolić na wyznaczenie kierunku przebiegu zmian. Z reguły dookreślenie takie polega na wskazaniu jakiegoś punktu odniesienia, który może być zawarty bądź w samej relacji porządkującej, bądź też zostaje dodany do tej relacji z zewnątrz w postaci np. celu. Tak więc każde ukierunkowanie zmiany zakłada jej uporządkowanie, ale mogą istnieć zmiany uporządkowane nie odznaczające się jednak wyraźnym ukierunkowaniem.

Konieczność dookreślenia relacji porządkującej w odniesieniu do zmian ewolucyjnych (w celu faktycznego stwierdzenia owego ukierunkowania) stała się przyczyną dyskusji wokół najbardziej adekwatnych kryteriów wyznaczających kierunek zmian ewolucyjnych. Jednym z powszechnie przyjmowanych tego rodzaju kryteriów jest wzrost złożoności, uorganizowania i indywidualizacji poszczególnych ogniw ewolucji. Kierunek ewolucji jest więc wyznaczany przez nabywanie przez dany układ materialny coraz wyższych szczebli złożoności i organizacji oraz większe jego uporządkowanie i skomplikowanie. W tym więc ujęciu ewolucja jest przechodzeniem od nieuporządkowanej różnorodności do różnorodności coraz

[13] Por. A. Grębecki, W. Kinastowski, L. Kuźnicki, jw., s. 287–288.
[14] Por. W. Grębecka, Ewolucjonizm, Warszawa 1970, s. 153.

bardziej złożonej i uporządkowanej. Jest ona tworzeniem coraz bardziej złożonych form uporządkowanych i ustawionych hierachicznie przy czym formy bardziej złożone są agregatami form mniej złożonych. Jest to więc proces kreatywny, twórczy przynoszący nowe formy, które wcześniej nie istniały. Wszystkie one są spajane siłami natury. Na niższych poziomach są to siły jądrowe, na wyższych elektromagnetyczne i w pewnym sensie grawitacyjne. W miarę wspinania się moc wiązań w tej piramidzie złożoności maleje. Struktury są coraz bardziej delikatne i podatne na uszkodzenia.

Uznanie wzrostu złożoności strukturalnej za jedno z kryteriów kierunku zmian ewolucyjnych[15] domaga się dalszego uściślenia znaczenia tej nazwy. Chodzi o podanie w miarę obiektywnych wyznaczników tej złożoności pozwalających na jednoznaczne i wyraźne porządkowanie różnorodnych układów materialnych lub ich stanów. Okazuje się, że jest niezmiernie trudno znaleźć takie wyznaczniki i tym samym podać w miarę ścisłe rozumienie pojęcia wzrostu złożoności strukturalnej. Poza czysto ilościową charakterystyką tej złożoności wielu badaczy odwołuje się do wymiaru funkcjonalnego tych układów. Zdaje się on nie tylko pozostawać w ścisłych związkach z wewnętrzną ich złożonością, ale pozwala w sposób łatwiejszy do wyrażenia i określenia tę złożoność uchwycić.

Inni starają się tu wykorzystać dobrze określone na gruncie fizyki pojęcie „entropii". Jeśli przez entropię rozumie się miarę nieporządku czy też dokładniej, braku organizacji wewnątrz danego układu, albo liczbę różnych sposobów na jakie układ ten może być zrealizowany przez przypadkowe ułożenia jego części składowych, to istotnie zmniejszanie się entropii tego układu będzie wyznaczało kierunek jego zmian ewolucyjnych. Przeciwstawiając zaś entropii informację próbuje się przy jej pomocy określać ilościowy stopień uorganizowania ewoluującego układu zarówno fizycznego, jak i biologicznego. Nie jest to jednak zbyt oczywiste i jako takie poddawane jest krytyce, chociaż istnieją uzasadnione nadzieje, że jakaś miara złożoności wyłoni się z teorii informacji lub innego źródła[16].

Uznanie wzrostu uorganizowania, złożoności, indywidualizacji oraz specjalizacji za ważne kryterium kierunkowości zmian ewolucyjnych wydaje się jednak pozostawać w pewnej opozycji do darwinowskiego ujęcia ewolucji upatrującego w dokonującym się poprzez dobór naturalny przystosowaniu do środowiska istotny jej aspekt. Okazuje się bowiem, że organizmy bardziej złożone niekoniecznie są bardziej dostosowane do środowiska. Chodzi bowiem o takie zmiany strukturalne i funkcjonalne, które pozwalają organizmom i ich grupom (populacjom)[17] na lepsze wyzyskanie warunków środowiska życiowego oraz uniezależnienie się od szkodliwych wpływów swojego otoczenia. Owa przystosowalność do środowiska wyraża

---

[15] Biolodzy ewolucjoniści za podstawowe kryterium ewolucji uważają stopień przystosowania żywego organizmu do środowiska, co niekoniecznie musi wiązać się ze wzrostem jego złożoności i uorganizowania.

[16] Szerzej na ten temat patrz np.: A.R. Peacocke, Teologia a nauki przyrodnicze, Kraków 1991, s. 114–135; H. Reeves, Godzina upojenia. Czy Wszechświat ma sens?, Warszawa 1994, s. 41–54.

[17] Wśród biologów nie ma zgodności, co do typu układu żywego będącego przedmiotem doboru naturalnego. Por. E. Mayr, The Objects of Selection, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 94(1997), s. 2091–2094.

się najpełniej w zdolnościach organizmów (populacji) do zapewnienia potomstwu możliwości przetrwania[18].

Takie wydają się być najważniejsze treści określane nazwą „ewolucja" funkcjonujące zwłaszcza w ramach współczesnych nauk przyrodniczych, głównie biologicznych. Dotyczą one przede wszystkim cech jakościowych, konstytuujących to pojęcie bez wnikania w podstawowe mechanizmy odpowiedzialne za przebieg tego rodzaju zmian. Jest to, można powiedzieć, maksymalistyczne podejście do istoty zmian ewolucyjnych wypracowane głównie w oparciu o analizy zmian biologicznych. Jako takie bywa ono często stosowane jako „wzorzec" dla określenia charakteru zmian dokonujących się w rzeczywistości pozabiologicznej, w tym również kosmicznej. Dysponując więc takim wzorcem można już przystąpić do właściwego realizowania podjętego w temacie zadania zmierzającego do w miarę całościowej i adekwatnej charakterystyki ewolucyjnej zmian zachodzących w skali całego Kosmosu.

II. EWOLUCYJNY CHARAKTER ZMIAN ZACHODZĄCYCH WE WSZECHŚWIECIE

Współczesna kosmologia relatywistyczna konstruując tzw. standardowy model Wszechświata wskazuje na bardzo różnorodne formy zmian jakim podlega ten Wszechświat w swych wymiarach globalnych. Traktuje więc go jako jeden olbrzymi układ fizyczny posiadający swoją własną historię wyznaczoną wspólnym dla wszystkich jego elementów czasem zwanym kosmicznym. Wprowadzenie tego czasu dokonuje ona na mocy przyjętej u swych podstaw tzw. zasady kosmologicznej. Zasada ta ujednolicając i porządkując zachodzące we Wszechświecie ruchy wprowadza jeden zsychronizowany i wspólny dla wszystkich obserwatorów fundamentalnych ruch kosmiczny. Wszelkie więc zmiany czy ruchy lokalne odnoszone do czasu kosmicznego są traktowane jako przejawy zmian Wszechświata w jego wymiarach globalnych.

W pierwszym rzędzie przykładem takiej zmiany globalnej Wszechświata jest jego ekspansja. Współczesna kosmologia pojmuje ją jako systematyczne rozszerzanie się całego Kosmosu polegające na wzroście z czasem jego promienia i tym samym powiększaniu się jego objętości. Fizycznym, a więc i obserwacyjnym przejawem tego rozszerzania się jest rozbieganie się czyli oddalanie od siebie podstawowych skupisk, „cegiełek" materii tworzących ten Wszechświat. Dosyć powszechnie przyjmuje się obecnie, że „cegiełkami" tymi są galaktyki, których prędkości ucieczki są rzeczywiście obserwowane i mierzone przez astronomów.

Tak rozumiana ekspansja Wszechświata posiada istotnie swój wymiar globalny. Jest bowiem cechą przysługującą całemu Wszechświatowi. Odznacza się również wyraźnym ukierunkowaniem tych zmian. Wszechświat ekspanduje od mniejszych do większych rozmiarów przestrzennych. Własność ta nadawałaby ekspansji

[18] Por. M. Heller, M. Lubański, Sz. Ślaga, Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki, jw., s. 403–404.

w pewnym sensie charakter zmiany ewolucyjnej. Byłaby to jednak ewolucja bardzo swoista, zdecydowanie odbiegająca od zarysowanego wcześniej wzorca ewolucji, głównie biologicznej.

Przede wszystkim pomijając materialną zawartość Wszechświata i ograniczając się jedynie do zmiany w czasie jego geometrycznych własności tak pojęta ewolucja nie jest w stanie wskazać na jakikolwiek wzrost złożoności materialnych struktur Wszechświata, lepszą ich organizację, pewną nowość, a tym bardziej przypisać ekspansji Wszechświata cechę postępowości czy celowości. Jeśli w dodatku weźmie się pod uwagę fakt, że na obecnym etapie naszej wiedzy o Kosmosie nie jesteśmy w stanie rozstrzygnąć jak zachowa się promień Wszechświata w przyszłości (może to być dalsza ekspansja lub jej odwrócenie, czyli kontrakcja), to uzasadnionym staje się stwierdzenie, że ekspansji Wszechświata trudno przypisać cechę zmiany ewolucyjnej w sensie wcześniej przyjętego wzorca. Jest to bowiem zwykła kinematyka Kosmosu, którego charakter i przebieg zmian wiadomy jest już w warunkach początkowych. Znika więc postulowana przez ewolucję pewna „nowość" zmian i ich nieodwracalność. Ekspansja Wszechświata, jak przewidują to modele kosmologicze, może zostać wyhamowana i przejść w kontrakcję. Nastąpi więc wtedy odwrócenie jej kierunku na przeciwny, a więc pojawi się cecha zasadniczo obca zmianom ewolucyjnym.

To samo można powiedzieć o zachowaniu się w trakcie ekspansji Kosmosu podstawowych parametrów opisujących termodynamiczny stan Wszechświata. Modele kosmologiczne pokazują, że istnieje odwrotna proporcjonalność pomiędzy tymi parametrami a promieniem Wszechświata. Znaczy to, że wraz z ekspansją maleją wartości takich parametrów jak średnia gęstość materii, jej ciśnienie i temperatura. Przede wszystkim widoczna jest zmiana gęstości materii wraz z ekspansją. Wszechświat staje się coraz bardziej rozrzedzony. Jeśli zaś proces ekspansji będzie postępował w nieskończoność, to wartość średniej gęstości materii będzie dążyła do zera. To samo dotyczy ciśnienia i temperatury, których wartości również zbliżać się będą do zera w nieskończenie ekspandującym Wszechświecie. Doskonałym zobrazowaniem tego rodzaju zależności temperatury od promienia Wszechświata jest systematyczne zmniejszanie się temperatury promieniowania reliktowego wraz z ekspansją Wszechświata. Wyliczenia prowadzone w oparciu o energię wiązań atomowych wskazują, że temperatura tego promieniowania w chwili jego oddzielenia się od materii korpuskularnej wynosiło około 3000°K. Miało to miejsce około jednego miliona lat po Wielkim Wybuchu. Obecnie temperatura tego promieniowania, a więc około 15 miliardów lat od chwili jego emisji, wynosi dokładnie 2,726°K. Za następne 15 miliardów lat temperatura ta będzie wynosiła już tylko półtora stopnia. Zmiana więc wspomnianych parametrów Wszechświata również przebiega w sposób wyraźnie ukierunkowany, od wartości większych do mniejszych.

Nie można jednak tego rodzaju zmian nazwać zmianami ewolucyjnymi, mimo że takie próby się pojawiają. Są to bowiem procesy rozpraszania energii, wzrostu ilości jej kwantów przy równoczesnym zmniejszaniu się ich wartości. Naturalną koleją rzeczy prowadzić to musi do wzrostu we Wszechświecie nieporządku, braku uorganizowania i niwelowania różnic. Jest to proste następstwo faktu, że zawsze więcej istnieje możliwości stanów nieuporządkowanych niż uporządkowanych.

Składając jakiś obraz z wyjętych elementów mamy tylko jedną i tylko jedną możliwość jego ułożenia właściwego, a więc i właściwego uporządkowania elementów. Możliwości zaś poskładania owych elementów na sposób nieuporządkowany lub wręcz chaotyczny jest znacznie więcej, żeby nie powiedzieć — nieskończenie[19].

Fakt więc globalnej ekspansji Wszechświata powoduje ogólny wzrost nieporządku, braku uorganizowania i chaosu. Ponieważ entropia danego układu jest z jednej strony na ogół proporcjonalna do ilości elementów, jaką ten układ zawiera, a z drugiej jest miarą nieporządku, więc ekspansja Wszechświata musi powodować przynajmniej nieznaczny przyrost entropii w całym Kosmosie[20]. To zaś stoi w wyraźnej opozycji do przyjmowanego często rozumienia ewolucji jako procesu antyentropijnego, zmierzającego do wzrostu złożoności, uorganizowania i niezależności od otoczenia układów materialnych.

Nazywanie więc procesów prowadzących do chaosu i braku uorganizowania, do wyrównywania istniejących różnic i tworzenia monotonii w następstwie ekspansji Wszechświata zmianami ewolucyjnymi odbiega zdecydowanie od powszechnie przyjętych treści łączonych z pojęciem „ewolucja". Trudno bowiem ewolucyjnym nazwać ogólnokosmiczny proces, którego kresem nie jest wzrost złożoności i wyłanianie się coraz bardziej uorganizowanych struktur, ale stan zupełnej gładkości, braku jakichkolwiek różnic i całkowitego nieporządku bądź w pustym świecie de Sittera, bądź też w pewnym sensie w stanie osobliwości końcowej.

Jednak dzieje Wszechświata to nie tylko procesy rozproszenia, dezintegracji i wzrostu nieporządku oraz chaosu. Fakt, że w tym Wszechświecie istnieje życie, istnieje człowiek z całą swoją kulturą świadczy, iż w Kosmosie mają również miejsce procesy antyentropijne prowadzące do wzrostu złożoności i uorganizowania, procesy nazywane ewolucyjnymi. To właśnie na kanwie owej globalnej tendencji Wszechświata do rozpraszania energii i wzrostu nieporządku pojawiają się procesy przeciwne, antyentropijne zmierzające do coraz większego uorganizowania materii Wszechświata. W efekcie tych procesów tworzone są złożone i uorganizowane układy materialne o bardzo zróżnicowanych strukturach, które same w sobie podlegają dalszym stopniowym i ciągłym przemianom.

Współczesna kosmologia wykorzystując aktualną wiedzę fizyczną usiłuje w miarę możliwości opisać wszystkie te procesy kosmiczne, które przejawiają tendencje do tworzenia coraz to bardziej złożonych ale i uorganizowanych struktur Wszechświata. Wiele jest jednak w tym względzie niejasności i białych plam, zwłaszcza gdy chodzi o najwcześniejsze etapy tych procesów, ale mimo to uzyskuje się pewien ogólny scenariusz przemian zachodzących w materialnej zawartości Wszechświata. Ukoronowaniem tych przemian, słusznie nazywanych ewolucyjnymi, jest dostrzegany we współczesnym Wszechświecie stan uorganizowania materii.

Trudno byłoby na tym miejscu szczegółowo opisywać wszystkie te procesy. Jest ich bardzo dużo, są ogromnie złożone i nie zawsze w pełni możliwe do opisu, a tym bardziej wyjaśnienia. Wydaje się również, że z punktu postawionego

---

[19] S.W. Hawking, A Brief History of Time, London 1988, s. 145–146.

[20] H. Reeves, Godzina upojenia, jw., s. 63.

w temacie pytania nie jest to nawet konieczne. Chodzi jedynie o ukazanie ich ewolucyjnego charakteru, a to jest możliwe do osiągnięcia nawet przy pewnej ogólnej charakterystyce tych procesów. Zatem prezentacji tej charakterystyki poświęcone zostaną dalsze rozważania obecnego artykułu. Koncentrować się one będą głównie na procesach związanych z powstawaniem cząstek elementarnych i ich przemianą, na kosmicznej nukleosyntezie i tworzeniu się pierwiastków chemicznych oraz na powstawaniu i rozwoju wielkoskalowych struktur Wszechświata stanowiących konieczne podłoże dla ewolucji chemicznej i biologicznej.

Współczesna wiedza przyrodnicza nie dysponuje jeszcze w pełni wiarygodną teorią powstawania cząstek elementarnych. Podejmowane bowiem w tym względzie próby borykają się z bardzo wieloma trudnościami i jako takie nie mogą być traktowane jako ostateczne odpowiedzi na wysuwane w tym zakresie pytania. W pierwszym rzędzie dotyczy to teorii unifikacyjnych, które wskazując na istnienie coraz bardziej egzotycznych cząstek w miarę wzrostu temperatury i zbliżaniu się do superunifikacji oddziaływań nie tylko dalekie są jeszcze od zadowalających potwierdzeń empirycznego ale stają również przed wieloma problemami teoretycznymi[21].

Także teorie kwantowej grawitacji upatrujące proces kreacji cząstek elementarnych na drodze fluktuacji kwantowej próżni dalekie są od teoretycznej i empirycznej zupełności. Nie tylko brakuje im wyraźnych odniesień obserwacyjnych ale również wiele problemów związanych z tworzeniem kwantowej grawitacji nie znajduje zadowalającego wyjaśnienia[22].

Niemniej w większości prób opisu zachowania się bardzo wczesnego Wszechświata podejmowanych w ramach modelu standardowego przyjmuje się, że w pobliżu tzw. wielkości planckowskich miało miejsce szereg procesów fizycznych, które doprowadziły do pojawienia się swobodnych kwarków, leptonów i fotonów tworzących w toku dalszych przemian różnorodne struktury materialne Wszechświata[23]. Prowadzone zaś badania zmierzają do opisu i wyjaśnienia nie tylko samych przemian tych cząstek, ich wzajemnego łączenia się i tworzenia bardziej złożonych struktur, ale również do odpowiedzi na pytania o ich złożoność, mechanizmy jakim podlegają i w ogóle o pojęcie elementarności. Przytacza się w związku z tym analogię z atomami, które przez długi okres czasu były uważane za najmniejsze i niepodzielne składniki materii okazując się ostatecznie strukturami bardzo złożonymi i różnorodnymi[24].

Pozostawiając odpowiedzi na wszystkie te pytania dalszym badaniom fizyków i kosmologów wydaje się jednak, że już na tym bardzo pierwotnym etapie dziejów Wszechświata daje się zaobserwować pewne tendencje materii do grupowania się i tworzenia struktur. Są to jeszcze struktury bardzo proste, mało złożone i niezbyt

[21] Por. np. F. Close, Kosmiczna cebula. Kwarki i Wszechświat, Warszawa 1989, s.172–184.

[22] Por. np. A.D. Dołgow, J.B. Zeldowicz, M.W. Sażin, Kosmołogija rannej Wselennoj, Moskwa 1988, s. 139–148; S.W. Hawking, R. Penrose, Natura czasu i przestrzeni, Poznań 1996, s. 46–44.

[23] Por. Q. Ho-Kim, N. Kumor, Lam Ch-Sing, Zaproszenie do fizyki współczesnej, Poznań 1995; J.D. Barrow, Początek świata, Warszawa 1995, s. 66–70.

[24] Por. E. Okonow, G. Wardenga, Wszechświat cząstek, Warszawa 1976, s. 69–174; A.D. Dolgov, Y.B. Zeldowich, Cosmology and elementary particles, *Reviews of Modern Physics* 53(1981), nr 1, s. 1–41.

zróżnicowane ale stanowiące już wyraz dostrzeganego powszechnie dążenia Wszechświata do ograniczania procesów rozpraszania energii i wzrostu nieporządku. Z tej więc racji procesy te wyraźnie różnią się od procesów entropijnych i jako takie stanowią jeden z pierwszych etapów organizowania się materii w naszym aktualnym Wszechświecie. Noszą więc cechy zmian ewolucyjnych chociaż w porównaniu z ewolucją biologiczną jest to jeszcze bardzo ograniczona i prymitywna jej postać. Niemniej, bez początku i prostych przemian nie byłoby możliwości zachodzenia procesów bardziej złożonych[25].

Powstanie we wczesnym Wszechświecie cząstek elementarnych stało się punktem wyjścia do obserwowanych i dzisiaj procesów organizowania się i porządkowania materii Wszechświata. Dzięki podstawowym siłom działającym w przyrodzie oraz w następstwie ekspansji Wszechświata prowadzącej do spadku temperatury istniejące cząstki elementarne zaczęły łączyć się ze sobą tworząc najpierw jądra pierwiastków, a następnie również ich atomy. Były to jedynie atomy pierwiastków lekkich, głównie wodoru i helu, gdyż szybko ekspandujący Wszechświat nie stwarzał sprzyjających warunków do tworzenia się atomów pierwiastków ciężkich. Warunki takie zostały dopiero stworzone we wnętrzach gwiazd, gdzie z istniejących jąder wodoru i helu w procesie reakcji termojądrowych zostały utworzone wszystkie pozostałe pierwiastki z tablicy Mendelejewa. Można zatem powiedzieć, że zapoczątkowany we wczesnym Wszechświecie proces nukleosyntezy kosmicznej został niejako dokończony we wnętrzu gwiazd. W efekcie pojawiły się wszystkie spotykane w świecie pierwiastki ciężkie[26].

Charakteryzując bliżej ów kosmiczny proces nukleosyntezy, zwłaszcza z punktu jego wymiaru ewolucyjnego, należy podkreślić, że jest on niejako dalszym ciągiem procesu powstawania i przemiany cząstek elementarnych. Jest to jednak proces znacznie bardziej złożony i skomplikowany. Powstałe w jego następstwie atomy pierwiastków chemicznych są strukturami nie tylko o większej złożoności ale również o większym uporządkowaniu i organizacji niż w przypadku cząstek elementarnych. Widać to zarówno w odniesieniu do samych cząstek, jak i pierwiastków. Cięższe z nich są bardziej złożone i uorganizowane niż pierwiastki lekkie. Wskazuje to nie tylko na pewne ukierunkowanie procesu nukleosyntezy ale również na jego ciągłość. Wszystko to nadaje procesowi kosmicznej nukleosyntezy charakter zmian ewolucyjnych plasujących go na linii ogromnego ciągu ewolucyjnego przebiegającego od cząstek elementarnych do obserwowanych obecnie różnorodnych postaci życia.

Kolejnym etapem owego wszechświatowego procesu ewolucyjnego jest tworzenie się wielkoskalowych struktur. Chodzi tu głównie o galaktyki i ich gromady, gwiazdy i układy planetarne. Wytworzone w toku kosmicznej nukleosyntezy obłoki wodorowo-helowe zaczęły podlegać dalszej organizacji i zróżnicowania głównie pod działaniem sił grawitacyjnych. W efekcie zaczęły się tworzyć ogromne kondensacje materii, które dały początek obserwowanym obecnie wielkoskalowym strukturom. Wszechświata.

---

[25] E. Pakszys, D. Soboczyńska, Od ewolucji chemicznej ku biologicznej. Próba analizy systemowej, *Studia Filozoficzne* 5(1984), s. 191–193.

[26] Por. B. Kuchowicz, Kosmochemia, Warszawa 1979, s. 214–292.

Wiele jest jeszcze w aktualnej wiedzy o tworzeniu się tych struktur niejasności i znaków zapytania. Istnieją też problemy w stworzeniu jednolitej teorii opisującej i wyjaśniającej wszystkie procesy odpowiedzialne za ich powstanie. Zatem trudno byłoby na tym miejscu dawać szczegółową charakterystykę wszystkich tych procesów. Jest to bowiem jedna z najbardziej dyskutowanych i rozwijanych obecnie kwestii kosmologicznych[27].

Niemniej, wszystkie prowadzone badania wyraźnie wskażują, że powstałe w toku ogromnych procesów kosmicznych wielkoskalowe kondensacje materii odznaczają się znacznie większą złożonością i uorganizowaniem niż to przysługuje zwykłym obłokom gazowym. Złożoność ta postępuje dalej w toku nieraz bardzo skomplikowanych przemian zarówno galaktyk, jak i gwiazd oraz innych uorganizowanych skupisk materii. Przemiany te dotyczyły nie tylko struktur geometrycznych tych obiektów, ich przestrzennych rozmiarów, ale również ich własności fizycznych i składu chemicznego. W powszechnej praktyce naukowej były one od dawna nazywane zmianami ewolucyjnymi. Jest to o tyle godne uwagi, że zanim zaczęto mówić o ewolucji Wszechświata w jego ujęciu globalnym astronomowie przypisywali zmianom zachodzącym w gwiazdach i galaktykach charakter ewolucyjny[28].

Jak widać więc, proces powstawania i różnorodnych przemian wielkoskalowych struktur Wszechświata stanowi kolejne i bardzo ważne ogniwo w ewolucji całego Wszechświata. Jest to proces zmierzający do coraz większej złożoności, wyższej organizacji oraz wyraźniejszej indywidualizacji i zróżnicowania, którego najwyższym szczeblem ewolucyjnym jest obecnie człowiek z całą swoją niszą kulturową. To dzięki temu procesowi zostały stworzone konieczne warunki do dalszej ewolucji materii, najpierw chemicznej, a później biologicznej, która niekoniecznie już musi odznaczać się cechą globalności. Zatem bez owego przygotowania w wymiarze kosmicznym nie mogłaby zaistnieć ewolucja chemiczna czy biologiczna[29].

ZAKOŃCZENIE

Podsumowując przeprowadzone rozważania należy stwierdzić, że wśród wielu przytaczanych przez współczesna kosmologię zmian zachodzących we Wszechświecie jako całości przynajmniej niektóre z nich mają charakter zmian ewolucyjnych. Chodzi tu o przemiany jakim podlega materialna zawartość Wszechświata w toku jego ekspansji i związanej z nią powszechnej tendencji do dezintegracji i rozpraszania energii. Dzięki jednak ujawniającej się w przebiegu tego procesu aktywności podstawowych sił przyrody od mocnych i słabych oddziaływań jądrowych poprzez siły elektromagnetyczne, a na grawitacyjnych kończąc, rozpoczął się niejako na kanwie ekspansji Wszechświata proces odwrotny do trwających i dzisiaj tendencjom rozpraszania, niwelowania różnic i stałego powiększania

[27] Patrz: P.J.E. Peebles, Principles of Physical Cosmology, Princeton 1993, s. 457–683.
[28] Patrz np.: E. Rybka, Astronomia ogólna, Warszawa 1970, s. 534–545.
[29] J.D. Barrow, R.J. Tipler, The Anthropic Cosmological Principle, jw., s. 367–457.

nieporządku. Zmierza on może nie tyle do całkowitego wyeliminowania tej tendencji, co raczej do jej wyhamowania, ograniczenia i wprzęgnięcia w tworzenie we Wszechświecie czegoś nowego, złożonego i uporządkowanego, a mającego swoje ukoronowanie na obecnym etapie dziejów Kosmosu w człowieku i jego wytworach kulturowych. Pierwszym widocznym przejawem tego procesu było tworzenie się w zamierzchłej przeszłości Wszechświata cząstek elementarnych i różnorodne ich przemiany. Powstanie tych cząstek i ujawnienie się oddziaływań najpierw jądrowych, a później elektromagnetycznych pozwoliło na utworzenie wyższej formy organizacji materii jakimi są znane pierwiastki chemiczne. Wreszcie istnienie ogromnych obłoków wodorowo-helowych i ujawnienie się oddziaływań grawitacyjnych pozwoliło na wytworzenie nowego poziomu organizacji materii w postaci wielkoskalowych struktur Wszechświata.

Zaistnienie tego rodzaju struktur okazało się warunkiem koniecznym dla dalszych przemian zawartości materialnej Wszechświata zmierzających do pojawienia się życia, a z nim człowieka wraz z jego dorobkiem kulturowym. Bez tych struktur nie byłoby bowiem możliwości stworzenia sprzyjających warunków dla ewolucji chemicznej, która w swych bezpośrednich odniesieniach warunkuje zaistnienie życia.

W świetle zatem przeprowadzonych rozważań Wszechświat jawi się w swych wymiarach globalnych się jako ogromny układ fizyczny podlegający gigantycznym przemianom ewolucyjnym. Są to przemiany ukierunkowane, przebiegające od struktur prostych, nie złożonych, słabo zorganizowanych i uporządkowanych do coraz bardziej skomplikowanych i posiadających wyższy stopień uorganizowania. Mówi się, że jedna żywa komórka jest bardziej złożona i zorganizowana niż cały Wszechświat. Świadczy to, że poszczególne ogniwa tej ewolucji różnią się między sobą w sposób wyraźny nie tylko funkcjami czy zadaniami, ale właśnie stopniem złożoności, uorganizowania i indywidualizacji oraz podstawowymi mechanizmami odpowiedzialnymi za tę złożoność. Stąd też nie można zmianom fizycznym i chemicznym odmówić charakteru zmian ewolucyjnych tylko dlatego, że pod względem swej złożoności i uorganizowania nie dorównują przemianom biologicznym. Bez uprzedniej bowiem ewolucji kosmicznej nie tylko nie byłoby przemian biologicznych, ale w ogóle życie w znanej nam postaci nie mogłoby się pojawić we Wszechświecie.

Na koniec należy zaznaczyć, że istotnym warunkiem zachodzących w aktualnym Wszechświecie wszelkich przemian ewolucyjnych są uprzednie procesy dezintegracji i nieporządku. Po to, by mogły powstać i przetrwać uporządkowane struktury nawet w małym obszarze czasoprzestrzeni konieczne były wcześniej wielkie procesy entropijne. Lokalne bowiem zmniejszenie się entropii musi zostać, i to z nawiązką, zrekompensowane przez globalny jej wzrost we Wszechświecie. Wszechświat jest jakby ogromnym ściekiem, do którego wlewa się chaos, niejako odrzucony przez ewoluujące układy materialne[30]. Świadczy o tym również fakt, że procesy dezintegracji i rozpadu są bardziej prawdopodobne niż przeciwne im procesy organizowania i porządku. Możliwych stanów bałaganu i chaosu jest

[30] M. Heller, J. Życiński, Dylematy ewolucji, jw., s. 47.

zawsze nieporównywalnie więcej, niż stanów uporządkowania i zorganizowania. W pełni uporządkowany stan jest tylko jeden.

W tym więc kontekście jest czymś wysoce zadziwiającym i budzącym głęboką refleksję, że tak mało prawdopodobny stan uorganizowania i porządku może być w ogóle realizowany we Wszechświecie. Widocznie siły porządkujące Wszechświat zdobyły przewagę nad ogólną tendencję do chaosu, a to jest już wystarczającą racją do postawienia pytania o przyczynę takiego stanu rzeczy. Odpowiedzi jednak na to pytanie nie należy oczekiwać ze strony nauk przyrodniczych. Są to bowiem pytania natury filozoficzno-teologicznej i te dyscypliny przejawiają kompetencje w tym względzie. Rozważania takie przekraczają jednak ramy obecnego artykułu.

THE EVOLUTIONARY CHARACTER OF THE COSMIC PROCESSES

SUMMARY

The aim of the article is to show which of the fundamental cosmic prosesses reveal the evolutionary character. The executed analyses point out that such feature can be only attributed to the production of the elementary particles, cosmic nucleosynthesis, genesis of the chemical elements and formation of the large-scale structures of the Universe.