

## Złożoność wyjaśniona. Część 15

Autor tekstu: **Vinod K. Wadhawan**

Tłumaczenie: **Małgorzata Koraszewska**

### Ewolucja kulturowej złożoności

Zdaniem Lily Tomlin człowiek wynalazł język, żeby zaspokoić swoją głęboką potrzebę narzekania. Poważniej zaś, uważa się, że ewolucja języka, mowy jest jednym z czynników przyczynowych szybkiej ewolucji rozmiaru i możliwości mózgu człowieka. Pojawienie się ludzkiego języka było wielkim kamieniem milowym w niepowstrzymanej ewolucji złożoności na naszej planecie i odegrało także rolę w ewolucji ludzkiej świadomości. Poza pojawieniem się i ewolucją języka w tym artykule omówię memetykę i ekonofizykę (zwaną także ekonomią fizyczną).



#### 15.1 Wprowadzenie

*Ewolucja kulturowa, proces zasadniczo lamarckowski, w którym ewolucja transformującej natury postępuje poprzez przekazywanie cech nabytych, podobnie jak ewolucja gwiazdna przed nią nie angażuje żadnego DNA, chemii i być może mniej doboru niż ewolucja biologiczna. Kultura umożliwia zwierzętom przekazywanie potomstwu zestawu umożliwiającego przetrwanie drogą niegenetyczną: informacja zostaje przekazana behawioralnie, z mózgu do mózgu, z pokolenia na pokolenie, a skutek jest taki, że ewolucja kulturowa działa znacznie szybciej niż biologiczna.*  
Eric Chaisson, *Cosmic Evolution*

Według Richarda Dawkinsa (1989) „większość tego, co jest niezwykle w człowieku, można streścić jednym słowem "kultura". Oczywiście trzeba rozróżniać między "kulturą" i „społeczeństwem”. "Społeczeństwo odnosi się do rzeczywistej grupy ludzi i tego, jak organizują oni stosunki społeczne. *Kultura* (...) odnosi się do zestawu społecznie przekazywanych informacji" (Barkhow 1989). Termin „kultura” obejmuje „wszystkie idee, pojęcia i umiejętności, które są dla nas dostępne w społeczeństwie. Obejmuje naukę i matematykę, stolarstwo i inżynierię, literaturę i uprawę winorośli, system zapisu nutowego, reklamę i teorie filozoficzne — w skrócie, kolektywny produkt ludzkich aktywności i myśli” (Distin 2005).

#### 15.2 Ewolucja języka

*Gdyby nie było mowy, to dobro i zło, prawda i kłamstwo, piękno i brzydota nie byłyby znane. Mowa czyni to powszechnie znanym. Czczij mowę.*  
Chandogja Upaniszada VII-2-1

*Jeśli chodzi o ludzi, język musi być szczytową innowacją ewolucyjną. Jest kluczowy dla większości tego, co czyni nas wyjątkowymi, od świadomości, empatii i umysłowych podróży w czasie, do symbolizmu, duchowości i moralności.*  
Kate Douglas

*Kiedyś w ciągu ostatnich 100 tysięcy lat, ludzie odkryli język. Innym zwierzętom w pobliżu język ludzki musiał wydawać się dziwnie brzmiącą innowacją, ale pozwalając na arbitralnie złożone pojęcia, ludzki język pozwolił ludziom na przetwarzanie informacji w wysoce rozdzielczy sposób. Z kolei rozdzielcza natura ludzkiego przetwarzania informacji pozwoliła ludziom na współpracę na nowe sposoby, na tworzenie grup, stowarzyszeń, społeczeństw, przedsiębiorstw i tak dalej. Niektóre z tych nowych form współpracy okazały się uderzająco skuteczne, kiedy rozmaite formy rozdzielczego przetwarzania informacji, takie jak demokracja, komunizm, kapitalizm, religia i nauka nabrały własnego życia, krzewiąc się i z czasem ewoluując. To właśnie bogactwo i złożoność naszego wspólnego przetwarzania informacji zaprowadziły nas aż tak daleko.*  
Seth Lloyd, *Programming the Universe*

Warto zauważyć, że — na ewolucyjnej skali czasu — zaszła wyjątkowo szybka ekspansja pojemności mózgu podczas ewolucji *jednej* z małp człekokształtnych (trzeciego szympansa?) do

*Homo sapiens*, tj. do nas. Zdarzyło się to, mimo że genom człowieka jest niesłychanie bliski genomowi szympansa. Sądzi się, że ewolucja języka, mowy i kultury były jednymi z czynników przyczynowych tej szybkiej ewolucji ludzkiego mózgu. Zobaczmy, w jaki sposób.

Przed *Homo sapiens* był *Homo heidelbergensis*, który także miał dość duży mózg, ale nie był zbyt dobrym myśliwym. Nawet po dwóch milionach lat ewolucji nie był w stanie zdobyć ekologicznej dominacji nad innymi zwierzętami. Sądzi się, że przewaga człowieka powstała z powodu pojawienia się języka. „Żaden temat nie jest bardziej intrygujący i trudniejszy do konkretnego badania niż ewolucja języka ale (...) jest to niemal rodzaj szóstego zmysłu, ponieważ pozwala ludziom uzupełnić ich pięć podstawowych zmysłów informacją zdobytą przez podstawowe zmysły innych. Widziany w tym świetle język staje się rodzajem 'zmysłu wiedzy', który wspomaga przy konstrukcji nadzwyczaj złożonych modeli umysłowych, i sam język mógł dostarczyć wystarczających korzyści, by przeciwważyć koszty ekspansji mózgu" (Klein i Edgar 2002).

Wzmianka o „kosztach ekspansji mózgu” odnosi się tutaj do faktu, że ludzki mózg pochłania około 20% metabolicznych zasobów ciała i że tkanka mózgowa wymaga 22 razy więcej energii niż porównywalna tkanka mięśniowa w stanie spoczynku.

Deacon (1997) podkreśla dużą różnicę między ludzkim językiem (mówieniem) a różnymi sposobami komunikacji między innymi żywymi stworzeniami. „Chociaż inne zwierzęta komunikują się ze sobą, przynajmniej wewnątrz tego samego gatunku, ta komunikacja jedynie bardzo powierzchownie przypomina język — na przykład dzięki używaniu dźwięków — ale nie znam odpowiedników takich rzeczy jak słowa, tym mniej rzeczowniki, czasowniki i zdania. Choćby uproszczone”.

Deacon (1997) kontynuuje: "Chociaż dzielimy tę samą ziemię z milionami żywych stworzeń, żyjemy także w świecie, do którego żadne inne stworzenie nie ma dostępu. Zamieszkujemy świat pełen abstrakcji, niemożliwości i paradoksów... Opowiadamy historie o naszych rzeczywistych przeżyciach i wymyślamy historie o fikcyjnych przeżyciach, a także używamy tych opowieści do organizowania naszego życia. W rzeczywistym sensie żyjemy w tym wspólnym, wirtualnym świecie (...) Brama do tego wirtualnego świata jest otwarta tylko dla nas dzięki ewolucji języka, ponieważ język nie jest zaledwie sposobem porozumiewania się, jest także zewnętrznym wyrazem niezwyklego sposobu myślenia — *przedstawiania symbolicznego*. Bez symbolizacji cały świat wirtualny jest (...) nieosiągalny: symboliczne myśli nie są wrodzone, ale rozwijają się przez zinternalizowanie symbolicznego procesu, który leży u podstaw języka”.

*Homo heidelbergensis* miał duży mózg. Ale czy był także wielkim myślicielem symbolami? Prawdopodobnie nie. Zdaniem Deacona jedna symboliczna innowacja rozpoczęła ko-ewolucję języka i rozmiarów mózgu. Większa moc mózgu dawała w wyniku większą zdolność symbolizacji, mówienia, myślenia. Efekt kaskadowy prowadził do bardziej złożonych języków i bardziej złożonych mózgów. Wszystko to jednak wymagało kontaktów *społecznych* i wsparcia: „Język jest zjawiskiem społecznym (...) Stosunek między językiem a ludźmi jest symbiotyczny”.

Deacon śledzi ewolucję społecznej złożoności zakładając, że wcześni ludzie we dwójkę wychowywali dzieci. Ponieważ ich zmysł węchu nie był zbyt ostry (co obniża rolę sygnalizowania chemicznego przez feromony) między mężczyznami i kobietami wyewoluowały inne typy sygnałów seksualnych. To był początek ewolucji *komunikacji społecznej* jako rodzaju hormonu społecznego.

Dostępność żywności jest — poza seksem — głównym czynnikiem determinującym przetrwanie gatunku. Samce musiały współpracować na polowaniu. Raz jeszcze cytuję z Deacona: „Samce muszą polować wspólnie; samice nie mogą polować z powodu ich ciągłych obciążeń rozrodczych; niemniej upolowane mięso musi dotrzeć do tych samic, które są najmniej zdolne do zdobycia bezpośredniego doświadczenia do niego (tych z młodymi), jeśli ma to być niezbędną żywność”. Muszą więc dostarczać je samce, a do tego potrzeba wiązania się w stałe pary.

Wynikiem tej potrzeby polowania w grupie była ewolucja struktury społecznej implikująca symbolizacyjne rozwiązanie problemu przetrwania. Jest tak, ponieważ symboliczne odnośniki, jak również mówienie i myślenie, są zasadniczo społecznej natury. Oczywiście równoległe szła ewolucja narządu mowy (krtani).

## Iskanie

Według Robina Dunbara „Jednym z najważniejszych sposobów okazywania sobie wzajem uczuć przez sprzymierzonych naczelnych jest iskanie. Iskanie nie tylko usuwa wszy i inne pasożyty skórne, ale jest także kojące. Naczelne zamieniają iskanie w walutę społeczną, której mogą używać kupując przysługi od innych naczelnych. Iskanie zabiera jednak bardzo dużo czasu i im większa grupa, tym więcej czasu zwierzęta spędzają na wzajemnym iskanii. Na przykład dżelady brunatne żyją na

sawannach Etiopii w grupach liczących przeciętnie 110 osobników i muszą spędzać dwadzieścia procent swojego dnia na wzajemnym iskaniu... Gdybyśmy chcieli budować więzy w naszych grupach liczących 150 osób, tak jak to robią naczelne, wyłącznie przez iskanie, musielibyśmy spędzać 40 do 45 procent naszego całego dnia na iskaniu".



Naczelne na sawannie musiały także znajdować pożywienie i dlatego tak duża inwestycja czasu w iskanie spowodowałaby nie dającą się utrzymać równowagę między pracą a przetrwaniem. *Język wyróżnił się jako lepszy sposób budowania więzi.*

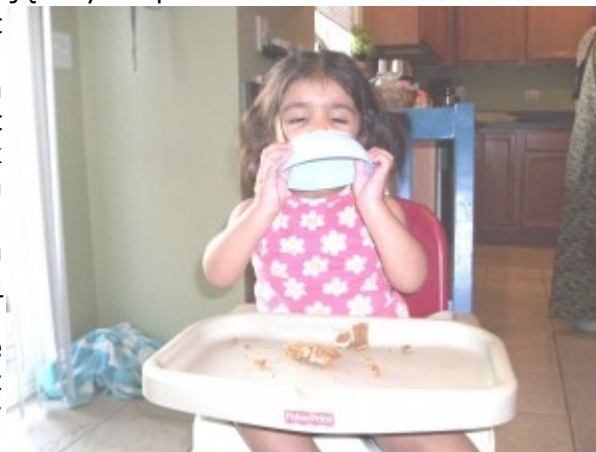
## Ewolucja gatunku mówiącego słowami

Ludzie zaczęli od dźwięków językowych, stopniowo rozwijając słownictwo. Istnieją jednak poważne granice tego, jak wiele można mieć dźwięków, które nadal dają się odróżnić. Następnym krokiem w ewolucji języka było zestawianie razem

dźwięków w specyficzne sekwencje, a mianowicie *słowa*. Mówiący słowami gatunek miał w naturalny sposób przewagę ewolucyjną.

Następnym poziomem ewoluującej złożoności były zdania ze składnią. Mózg powiększał się równoległe do rozumienia i pamiętania słów, składni, gramatyki i zdań. (Zimmer 2001): „Język bez składni ma przewagę nad językiem ze składnią, kiedy jest tylko niewiele wydarzeń do opisanie. Powyżej pewnego progu złożoności jednak składnia odnosi sukces. Kiedy dzieje się wiele rzeczy i chodzi o wielu ludzi lub wiele zwierząt, wygrywa mówienie zdaniami (...) Coś w życiu naszych przodków stało się złożone i wymagało złożonego sposobu wyrażania się (...) Jak pokazali Dunbar i inni, silnym kandydatem na tę złożoność jest ewoluujące życie społeczne hominidów”.

Ta społeczna ewolucja złożoności jest przewagą, jaką ludzie mają nad innymi zwierzętami. Mają oni zdolność wprowadzenia i rozszerzania złożoności w życie społeczne, zaś rozwój języka jest zarówno przyczyną, jak i skutkiem tej zdolności. Jak powiedziała Kate Douglas (2005): „W pewnym sensie język jest ostatnim słowem ewolucji biologicznej. Jest tak dlatego, że ta osobiwa innowacja ewolucyjna pozwala tym, którzy ją posiadają, wyjść poza ramy czysto biologiczne. Posiadając język nasi przodkowie byli w stanie tworzyć własne środowisko — nazywamy je teraz kulturą — i adaptować się do niego bez potrzeby zmian genetycznych”.



Podczas gdy ludzie i szympansy mają wiele wspólnych genów, *ekspresja* pewnych genów jest częstsza w mózgu człowieka. Ponadto mózgi ludzkich noworodków są znacznie mniej rozwinięte niż mózgi nowonarodzonych szympansów i sieci neuronowe ludzkich niemowląt rozwijają się podczas *wielu lat kontaktu z językowym środowiskiem*. W ciągłym procesie nienadzorowanego uczenia się (eksperymentowanie), nadzorowanego uczenia się (od rodziców, nauczycieli itp.) i wzmacniania uczenia się (kary i nagrody za pewne rodzaje działań) mózg dziecka dokonuje ewolucyjnego obliczania.



Wraz z językiem przyszła możliwość pojawienia się „memów”. Język ko-ewoluował z memami.

### 15.3 Memy i ich ewolucja

*Różnimy się od wszystkich innych zwierząt, ponieważ tylko my, kiedyś w naszej dalekiej przeszłości, staliśmy się zdolni do powszechnego naśladownictwa. To zaś wypuściło na świat nowe replikatory — memy — które następnie zaczęły mnożyć się,*

używając nas jako swoich kopiarek, podobnie jak geny używają maszynerii kopiującej wewnątrz komórek. Od tego momentu ten jeden gatunek jest kształtowany przez dwa replikatory, a nie tylko przez jeden. Dlatego różnimy się od milionów innych gatunków na tej planecie. To w ten sposób otrzymaliśmy nasze wielkie mózgi, język i wszystkie inne osobliwe „nadwyżkowe” zdolności.  
Susan Blackmore (2000)

W każdym typie ewolucji ewoluuje informacja. Najbardziej podstawowymi aspektami ewolucji są *replikacja informacji* (która obejmuje przechowywanie replikowanej informacji) oraz *sposób przekazywania informacji*. Geny przechowują informację biologiczną i używają do tego DNA. A co z kulturą?

Na podobieństwo genów, które są jednostką dziedziczenia biologicznego, Richard Dawkins (1989, 1998) wprowadził pojęcie *memu*, który jest jednostką dziedziczenia kulturowego. Memem może być dobry pomysł, wzruszająca muzyka, logiczny wywód lub wielka koncepcja filozoficzna. Dawkins wyobrażał sobie, że równocześnie musiały działać dwa różne procesy ewolucyjne: klasyczna ewolucja darwinowska i druga, skupiająca się na inteligencji, języku i kulturze. Memy, z grubsza mówiąc, są kulturowymi odpowiednikami genów.

Genami, które istnieją w wielu kopiach w populacji, są te, które są dobre w przetrwaniu i replikacji. Dzięki efektowi wzmocnienia geny, które są dobre w *współpracy z innymi*, mają lepszą szansę przetrwania. Podobnie, najlepiej dostosowany zestaw współpracujących memów ma lepszą szansę przetrwania i utworzenia puli memów w populacji. Replikują się przez imitację lub kopiowanie (Blackmore 1999, 2000), a także przez rozmaite inne mechanizmy (Distin 2005). Ewolucja kulturowa i postęp zachodzą dzięki selektywnej propagacji najlepiej dostosowanego zespołu współpracujących memów.



## Ko-ewolucja mem-gen

Memy ewoluują, tak jak to robią geny. W rzeczywistości wszelkie jednostki, które potrafią się replikować i które różnią się między sobą pewnymi cechami oraz sukcesem reprodukcyjnym, są kandydatami do darwinowskiego doboru. Ko-ewolucja pul genów i pul memów (poprzez język itd.) spowodowała bardzo szybkie powiększenie rozmiaru mózgu *Homo sapiens*. A raz osiągnięty mózg dużych rozmiarów dał w rezultacie również szereg innych zdolności.

Ważną różnicą między memami a genami jest to, że szybkość ewolucji kulturowej (rozwoju idei, zwyczajów itd.) jest znacznie wyższa niż szybkość ewolucji genetycznej. Niemniej istnieje między nimi szereg analogii. Jak daleko możemy pociągnąć analogię z genem dla zrozumienia natury memów? To nadal jest przedmiotem dyskusji. Za Distin (2005) wyliczam tutaj pewne cechy memów.

## Zasadniczo cząstkowa natura memów

Najskuteczniejsze metody replikacji złożoności są *hierarchiczne* (lub modułarne albo cząstkowe). Gdyby dozwolone było zróżnicowanie każdego elementu złożonej struktury, to proces kopiowania straciłby bardzo dużo ze swej stabilności. W genetyce prace Mendla ustaliły cząstkowość genów, a mianowicie wyraźną obecność lub nieobecność skutków tych replikatorów. Coś podobnego jest konieczne dla memów w ich roli w kulturowej ewolucji złożoności. Znaczy to, że memy muszą wpasowywać się do ustalonych zespołów kulturowych bez utraty własnej zawartości informacyjnej i bez rozpuszczania się w tym procesie. To jest, memy muszą mieć pewien stopień cząstkowości, żeby ich skutki były ogólnej lub stałej natury. Ich tożsamość powinna być taka, że są dostrzegalnymi

*pakunkami* informacji (jak genotyp). Podczas jednak gdy genotyp jest wyraźny i jasno dający się definiować, fenotyp (który jest przejawem genotypu) w układach biologicznych posiada pewien stopień elastyczności i zmienności. Podobnie przejawy memów mają pewien stopień elastyczności, który umożliwia im skutkom powstawać w rozmaitych kontekstach kulturowych. Informacja kopiowana w ten sposób ma tendencję do wzrostu stabilności i rozwoju złożoności. Rozmiary i głębia ludzkiej kultury są więc wyjaśnione przez kumulatywną replikację *cząstkowej informacji*.

Zarówno w genetyce, jak w memetyce replikatory niosą informację o skutkach, które kontrolują. W przypadku genów utrzymują niezależność poprzez DNA, które przechowuje informację biologiczną w formie, która daje się powielać i potrafi tworzyć swoje efekty w rozmaitych kontekstach. W przypadku memów rolę tę spełnia "*zawartość reprezentująca*" (*representational content*), która jest w ten sposób memetycznym lub kulturowym odpowiednikiem DNA.

## Zawartość reprezentująca memów

Memy są określone przez swoją zawartość reprezentującą. Ponieważ *reprezentują* porcje informacji można uważać, że memy mają pewną *zawartość*. W umyśle człowieka reprezentacją jest jakiś „mebel umysłowy”, który niesie informację o świecie. Na przykład myśl, że „przedmiot na moim biurku jest książką” jest reprezentacją umysłową części świata (tj. tej książki).

To właśnie zawartość reprezentująca wyjaśnia mechanizm memetycznej dziedziczności oraz wpływ memów na ich skutki fenotypowe. Distin (2005) używa określenia *memetyczny DNA* na zawartość reprezentującą. Dostarcza ona mechanizmu ewolucji memetycznej, tak jak DNA dostarcza mechanizmu ewolucji genetycznej.

## Jak zawartość reprezentująca utrwala się w naszych mózgach?

Replikatory przechowują i kopią określane porcje informacji. Dla memów powinniśmy być w stanie dokładnie zidentyfikować porcje niesione przez każdy replikator. Znaczący to dokładne określenie zawartości każdej reprezentacji, a to jest czasami determinowane częściowo przez różne właściwości przedstawianego obiektu lub sytuacji. Niemniej zawartość reprezentująca jest determinowana także przez inne czynniki, np. możliwości i historię organizmu dokonującego reprezentacji.

Jedne organizmy są zdolne do tworzenia reprezentacji, których zawartość jest określana przez kombinację odpowiednich właściwości tego, co przedstawiają oraz indywidualnych i społecznych możliwości uczenia się organizmu. Innymi słowy, takie organizmy są w stanie przechować informację i przekazywać ją między sobą.

W przypadku złożonych reprezentacji, które wiążą się nie tylko zewnętrznie z percepcją i zachowaniem, ale także wewnątrz z innymi reprezentacjami, wynikająca z tego elastyczność zachowania może nam umożliwić pełniejsze odnalezienie ich zawartości. Powinno być możliwe przetestowanie wszystkich tych połączeń przez zmianę kontaktów organizmu i obserwowanie skutków tego w jego zachowaniu. *Tylko reprezentacje o precyzyjnej zawartości można zaliczyć do memów, ponieważ zasadniczym aspektem każdego replikatora jest przechowanie danej informacji.*

Tak więc memy są replikatorami, które przechowują swoją zawartość w taki sposób, że mogą być kopiowane z pokolenia na pokolenie. Jako reprezentacje są one tymi częściami naszego umeblowania umysłowego, które kontroluje zachowanie w reakcji na informację przez nie niesioną. Innymi słowy, podstawą memów w zawartości reprezentującej jest właśnie to, co wyjaśnia ich zdolność wywierania efektów na otoczenie.

## Wielorakie systemy reprezentacyjne

Reprezentacje nabierają sensu w zależności od kontekstu w ramach systemu reprezentacyjnego (RS), a unikatową ludzką zdolnością, która leży u podstaw kultury jest nasza zdolność kopiowania i rozwijania RS, jak również dodawania indywidualnych reprezentacji do naszego repertuaru: innymi słowy zdolność do meta-reprezentowania. Języki naturalne, jak również systemy matematyczne i zapis nutowy są niektórymi przykładami kulturowych RS i każdy jest osobliwie właściwy dla danego obszaru kultury. Umysły ludzkie przyswajają sobie replikatory nieustannie przez całe życie i znaczący to, że mogą przyswoić sobie nowe RS równie dobrze, jak nowe reprezentacje. Wśród tych rozmaitych RS pierwszeństwo mają naturalne języki: tylko one korzystają z wrodzonego urządzenia do ich nabywania. Niemniej korzystają one także z wrodzonej zdolności do meta-reprezentowania- i ona właśnie pozwala nam także na rozwijanie nie lingwistycznych RS,

których rozmaite reguły i struktury są realizowane w innych środkach niż mowa. Kiedy weźmie się pod uwagę te rodzaje RS, staje się jasne, że istnieje wiele pojęć niedostępnych dla nas, zanim rozwiną się RS, które je wspierają.

## Ludzki umysł i kultura

Według Distin (2005) ludzie rodzą się ze stopniem umysłowości, która zawiera na przykład „instynkt reprezentacji”: zdolność i skłonność do uczenia się i manipulowania olbrzymią liczbą reprezentacji, jak również z różnymi systemami, w których są one osadzone. Ten wrodzony potencjał umysłowy niemowlęcia jest realizowany w wyniku kontaktu ze środowiskiem kulturowym.

Geny przechowują i replikują informację biologiczną przez budowanie wehikułów dla własnego mnożenia się i ochrony. Efekty genów znajdujemy w maszynach, które zbudowały one dla własnego przetrwania, a ich replikacja w ostatecznym rachunku także zależy od tej samej maszyny. Memy polegają dla swojej replikacji na zdolności umysłu ludzkiego, która w końcu jest natury *genetycznej*, a mianowicie na instynkcie reprezentacji. Organizmy, jak również umysły, rozwijają się dzięki interakcji między wrodzonym potencjałem a środowiskiem i w wypadku umysłu zasadniczą część tego środowiska składa się z memów. *Umysł ludzki jest więc częściowo produktem memów, ale tylko dlatego, że ma wrodzony potencjał do interakcji i rozwijania się w reakcji na te memy.* Kultura zaś jest wytworem ludzkich umysłów, chociaż przechowanie informacji w zawartości reprezentującej zapewnia, że kultura, którą widzimy dzisiaj, jest w większości wynikiem memów wytworzonych przez umysły ludzkie dawno temu. Rozwój umysłów ludzkich zależy od kombinacji tych dwóch procesów: ich wrodzony potencjał jest rezultatem interakcji między genami i środowiskiem fizycznym i ten potencjał jest zrealizowany jako wynik interakcji z memami.

## Samolubny mem?

*O memach najlepiej myśleć nie jako o analogii z genami, ale jako o nowych replikatorach z własnymi sposobami przetrwania i kopiowania.*  
Susan Blackmore

Dawkins (1989) opisał istotę swojej teorii „samolubnego genu” jako zrozumienie, „że są dwa sposoby patrzenia na dobór naturalny, punkt widzenia genu i punkt widzenia jednostki”. Istotą hipotezy samolubnego *memu* jest zrozumienie, że są dwa sposoby patrzenia na zmianę kulturową, punkt widzenia memu i punkt widzenia jednostki ludzkiej.

Jedną z najbardziej znaczących implikacji teorii samolubnego *genu* jest to, że indywidualny organizm nie był nieuniknionym wynikiem ewolucji: tak się zdarzyło, że geny zeszyły się razem, żeby zbudować *maszyny przetrwania*, ale jedyną zasadniczą cechą każdej formy ewolucji jest replikator — jednostka doboru. Chociaż organizmy oczywiście istnieją i z ich perspektywy świat genów jest nieistotny dla ich codziennego życia, fundamentalnie ten właśnie świat determinuje ich życie i ewolucję. Według Distin (2005) z teorii samolubnego memu nie wynika żadne analogiczne zrozumienie, ponieważ memy nie budują maszyn przetrwania. Mechanizmy ich replikacji i środki ich różnicowania się i doboru leżą w genetycznie zdeterminowanych zdolnościach ludzkich, nie zaś w wehikułach, które same zbudowały.

Dennett (1991) i Blackmore (1999) uważają jednak, że jesteśmy *maszynami memów* tak samo, jak jesteśmy *maszynami genów*. Wskutek tego argumentują, że „nie ma żadnego świadomego 'ja' wewnątrz” tych maszyn i że życie polega tylko na „złożonej wzajemnej zależności replikatorów i środowiska”. Nasze poczucie „ja” może nie być iluzoryczne, ale nasze poczucie panowania nad kolektywnym tworem naszych umysłów może być. Chociaż nasze umysły dostarczają mechanizmów ewolucji memetycznej, w bardzo poważnym sensie kierunki tej ewolucji są od nas niezależne.

## 15.4 Ekonofizyka

Rynek finansowy jest układem złożonym, w którym duża liczba handlowców oddziałuje na siebie, a także reaguje na informacje zewnętrzne i określa „najlepszą” cenę na dany artykuł. Ewolucja w czasie ceny i liczba transakcji artykułu podlegającego kupnu i sprzedaży jest na ogół nieprzewidywalna. Seria czasowa wskazująca na wahania się ceny artykułu jest *zasadniczo nieodróżnialna* od procesów stochastycznych lub losowych. Podobnie jak inne układy złożone, rynki finansowe są układami otwartymi z wieloma oddziaływaniami na siebie podjednostkami i podjednostkami oddziaływanymi na siebie nieliniowo.



## Hipoteza sprawnego rynku

Sprawy rynek definiuje się jako rynek, na którym wszystkie dostępne informacje przetwarzane są w momencie, kiedy dotrą do rynku i ten fakt odbija się natychmiast w nowych cenach sprzedawanych i kupowanych aktywów. Hipoteza sprawnego rynku (EMH — *efficient-market hypothesis*) mówi, że każdy rynek jest wysoce sprawny w ustalaniu najbardziej *racjonalnej* ceny artykułu lub aktywu. Pierwotnie została sformułowana w latach 1960. Są tutaj dwa założenia: (i) rynek jest sprawny; i (ii) zachowanie kupców jest ściśle racjonalne.

Dlaczego seria czasowa zysków wydaje się być losowa? Jest tak, ponieważ niesie tak dużo informacji, że nie ma tam żadnych łatwo dostrzegalnych regularności. Jest to, w zasadzie, nie nadmiarowa seria czasowa. Informacja, jaką niesie, jest niemal nieredukowalna lub algorytmicznie nieściśliwa dla większości celów praktycznych (por. część 4). EMH wymaga, by seria czasowa dla cen rynkowych miała gęstą ilość nie nadmiarowej informacji. Ponieważ istnieją granice szybkości i pojemności naszych komputerów, seria czasowa niosąca tę informację jest niemal nieodróżnialna od całkowicie przypadkowej serii czasowej. Oczywiście analiza odchyleń od całkowicie losowej serii czasowej jest dobrym sposobem sprawdzania stopnia zasadności EMH w danej sytuacji.

## Prawo zmniejszającego się zysku

Załóżmy, że jest dobry popyt na jakiś towar ze względu na jego obecną, atrakcyjną cenę. Naturalnie cena wzrośnie. To zmniejszy popyt. A zmniejszony popyt pociągnie za sobą obniżenie ceny i tak dalej, aż popyt i cena osiągną stan *równowagi*. Tak więc *negatywne* sprzężenie zwrotne ma tendencję do stabilizowania gospodarki, jak w *konwencjonalnej* teorii ekonomicznej. To prawo malejących zysków sugeruje jeden punkt równowagi dla gospodarki i takie sytuacje dają się analizować i kontrolować. W zasadzie działalność ekonomiczna oparta na zasobach (tj. rolnictwo i kopalnictwo) na ogół trzyma się prawa zmniejszających się zysków. Natomiast części gospodarki oparte na wiedzy na ogół rządzone są przez prawo *zwiększających się zysków* lub pozytywnego sprzężenia zwrotnego.

## Prawo zwiększających się zysków

Zademonstrowane przez pionierskie badania Briana Arthura w latach 1990. pozytywne sprzężenie zwrotne zachodzi często w gospodarce, a wynikają z tego *punkty wielorakiej równowagi*. Małe przesunięcia w gospodarce mogą powiększać się, zamiast zostać zdławione. Może być wielokrotność bifurkacji w przestrzeni fazowej i trudno przewidzieć, która gałąź bifurkacji zostanie wybrana przez siły rynkowe. Co więcej, kiedy losowe zdarzenia wybierają jedną gałąź lub ścieżkę w przestrzeni fazowej, wybór na ogół zostaje *zamknięty (locked-in)*, niezależnie od korzyści

alternatywy. Przykładem jest historia produkcji VCR. Rynek zaczął z dwoma konkurentami, VHS i Beta, sprzedając je w tej samej mniej więcej cenie. Z perspektywy czasu widać, że Beta była technicznie lepsza. Na początku zyski wzrastały dla obu w miarę wzrastania udziałów w rynku. Na przykład, duża liczba urządzeń VHS w rękach konsumentów motywowała sprzedawców do zamawiania większych ilości nagranych taśm w formie BHS. To zachęcało więcej ludzi do kupowania urządzeń VHS. Początkowe fluktuacje losów tych konkurujących marek można przypisać takim okolicznościom zewnętrznym jak „szczęście” i manewry korporacyjne. Potem, być może przypadkiem, wzrastające wczesne zyski VHS (zredukowane koszty na jednostkę zwiększonej produkcji) przechyliły losy gry na korzyść VHS, wypychając tę drugą technologię z rynku. Jest to coś, czego nie można było przewidzieć na początku.

Prawo wzrastających zysków może wyjść poza produkt, z którym firma rozpoczęła (Arthur 1990): „Nie tylko koszty produkcji towarów o wysokiej technologii obniżają się w miarę, jak firma produkuje ich więcej, ale wzrastają korzyści używania ich. Wiele urządzeń, takich jak komputery lub wyposażenie telekomunikacyjne działa w sieciach wymagających zgodności. Kiedy jedna marka zdobywa znaczny udział w rynku, ludzie mają silniejszy bodziec do kupowania więcej tego samego produktu, żeby móc wymieniać informacje z tymi, którzy już go używają”.

## Zależność od szlaku

W gospodarce pozytywnego sprzężenia zwrotnego, mimo że indywidualne transakcje są małymi i zasadniczo losowymi zdarzeniami, mogą one kumulować się dzięki pozytywnym (nieliniowym) sprzężeniom zwrotnym. Można wyliczyć szereg cech lub historycznych poprzedników gospodarek z pozytywnym sprzężeniem zwrotnym:

1. W szczególności w przemyśle firmy często grupują się w danym położeniu geograficznym. Inne położenie byłoby lepsze, ale występuje rodzaj zamrożenia przypadków historycznych do tego, co się istotnie zdarzyło. Dlaczego? Pierwsza firma wybiera miejsce z jakichś logicznych (lub nielogicznych) powodów. Wybór drugiej firmy zależy nie tylko od zalet (rzeczywistych lub postrzeganych) tego regionu, ale także od faktu, że bliskość pierwszej firmy jest opłacalna. Następuje efekt kaskadowy, ponieważ na trzecią firmę może bardziej wpłynąć bliskość dwóch pierwszych niż absolutne zalety regionu; i tak dalej.

2. Rozstaw torów jest obecnie taki a nie inny, ponieważ kiedy wybór został dokonany (choćby arbitralny), było rzeczą oszczędną stosować go wszędzie w regionie. Działa tutaj efekt samowzmacniający.

3. Początkowa przewaga kraju czy korporacji międzynarodowej może przejść lawiną w totalną dominację na poziomie globalnym, dopóki lepszy lub tańszy produkt nie przełamie monopolu. Podkreśla to znaczenie badań przemysłowych w każdej gospodarce opartej na wiedzy. Innym istotnym czynnikiem jest *moment* wprowadzenia produktu na rynek.

W języku ewolucji trajektorii przestrzeni fazowej widzimy tutaj losowe bifurkacje przestrzeni fazowej. Kiedy już jedna gałąź bifurkacji zostaje wybrana do dalszej ewolucji czasowej, nie ma powrotu; jest tylko zamknięta trajektoria wzdłuż danej drogi w przestrzeni fazowej. Tak więc ewolucja gospodarki o pozytywnym sprzężeniu zwrotnym ma silną *zależność od szlaku*. Ta zależność od szlaku może spowodować, że nawet dotąd odnoszące sukcesy gospodarki mogą zostać zamknięte w gorszych szlakach rozwoju. Zawsze istnieje niebezpieczeństwo, że dobra technologia z dobrym potencjałem długoterminowym może zostać odrzucona tylko dlatego, że ma długi okres dojrzewania i słaby wzrost początkowy. Podobnie, kiedy konkurują dwie nowe technologie, ta, która początkowo jest łatwiej akceptowana przez ludzi, może wyprzeć tę drugą z rynku, mimo że ta druga jest z natury lepsza (co pokazują późniejsze zdarzenia). Arthur (1990) podaje przykłady jak program elektrowni atomowych USA został „zamknięty w fazie” do opcji reaktorów chłodzonych lekką wodą, mimo że reaktory o wysokiej temperaturze chłodzone gazem mogą być z natury lepsze.

Chodzi o to, że inaczej niż gospodarki z negatywnym sprzężeniem zwrotnym, gospodarki z pozytywnym sprzężeniem zwrotnym nie kierują się do unikatowej równowagi; ich trajektoria przestrzeni fazowej nie jest niezależna od szlaku. Podobnie do układu chaotycznego nawet wyglądające identycznie warunki początkowe mogą prowadzić do rozejścia się trajektorii, po prostu z powodu małych zdarzeń lub błędów, które mogą z czasem zostać niesłychanie powiększone. Dokładne długoterminowe przewidywanie staje się wtedy trudne, jeśli nie niemożliwe.

## 15.5 Uwagi końcowe

Pojawienie się ludzi ostro przyspieszyło wzrost ogólnej złożoności na Ziemi. To się zdarzyło —

i nadal zachodzi — w coraz szybszym tempie z powodu ewolucji złożoności kulturowej. Główną przyczyną tego jest bardzo wysoki poziom inteligencji u ludzi. Omówię inteligencję i świadomość w następnym artykule z tej serii.

*Ludzie i ich instytucje przetwarzają więcej energii na jednostkę masy niż wszystkie gwiazdy lub galaktyki.*  
Eric Chaisson, *Cosmic Evolution*

[Teksty oryginału](http://nirmukta.com/2010/02/26/complexity-explained-15-evolution-of-cultural-complexity/) (<http://nirmukta.com/2010/02/26/complexity-explained-15-evolution-of-cultural-complexity/>).

Linki do części 1-10 znajdują się w części 11

Zobacz także te strony:

[Złożoność wyjaśniona. Część 11.](#)

[Złożoność wyjaśniona: Część 12](#)

[Złożoność wyjaśniona. Część 13](#)

[Złożoność wyjaśniona. Część 14](#)

### **Vinod K. Wadhawan**

Induski emerytowany fizyk atomowy,  
współwydawca portalu PHASE  
TRANSITIONS, publicysta, autor wielu  
książek.

[Strona www autora](#)

[Pokaż inne teksty autora](#)



(Publikacja: 09-03-2010)

[Oryginał.](#) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,7192>)

Contents Copyright © 2000-2010 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2010 Michał Przech

Autorem portalu Racjonalista.pl jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.  
Właścicielami portalu są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tego portalu i jakiegokolwiek jego części.

Wszystkie strony tego portalu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tego portalu oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz

nie odwiedzać tego portalu i nie korzystać z jego zasobów.

Informacje zawarte na tym portalu przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów portalu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na portalu. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych portalu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)