

RECENZJE

ANTONI SMOLUK

RECENZJA KSIĄŻKI ALEKSANDRA JAKIMOWICZA  
„ŹRÓDŁA NIESTABILNOŚCI STRUKTUR RYNKOWYCH”

Książka – oprawiona w zielone miękkie okładki z białymi napisami – ukazała się w serii wydawniczej *Współczesna ekonomia* (Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2010). Jest – być może – dziełem życia Autora. Napisana językiem pięknym i świeżym, rzadko teraz spotykanym w pracach naukowych; jest wielkim sukcesem Autora i dużym osiągnięciem Wydawnictwa.

Na początek dane statystyczne. Praca liczy bez bibliografii 287 stron, do tego dochodzi jeszcze 26 stron bibliografii, dziewięciostronicowy indeks i dwustronicowe streszczenie po angielsku. Łącznie ze spisem rzeczy, stronami reklamowymi Wydawnictwa, naturalnym otwarciem i zamknięciem mamy 336 stronicowy utwór. Ciało główne składa się ze wstępu, 13 stron mierzącego, 7 rozdziałów mających łącznie 233 strony, zakończenia na 7 stron i aneksu liczącego 34 strony. Żywa paginacja ułatwia lekturę, jednocześnie zdobi i ożywia przedmiot.

Rozdział I *Teoremat pajęczyny* podzielony na 6 paragrafów, ma 60 stron oraz 22 rysunki. Rozdział II *Teoria wyboru konsumenta; model Rickera* zajmuje 19 stron, ma cztery paragrafy i jest okraszony 8 rysunkami. Rozdział III *Teoria monopolu*, to 7 paragrafów na 43 stronach oraz 17 rysunków. Rozdział IV *Stan badań nad oligopolem* jest bez rysunków i paragrafów, a liczy tylko 15 stron druku. Rozdział następny V *Dynamika duopolu* ma 42 strony druku rozbitego na 5 paragrafów i sztafaż z 18 rysunków. Kolejny rozdział VI *Oligopol z trzema przedsiębiorstwami* obejmuje 38 stron zilustrowanych 10 rysunkami. Wreszcie rozdział ostatni VII *Identyfikacja nieliniowości i chaosu w ekonomicznych szeregach czasowych* liczy stron 16, nie ma paragrafów ani rysunków, ale za to ma cenną tablicę będącą przeglądem literatury na tytułowy temat. Po zakończeniu i aneksie podzielonym na 10 punktów następuje spis literatury – około 510 pozycji, dalej idzie bardzo dobry indeks terminów ułatwiający lekturę, a całość wieńczy angielskie streszczenie.

Część rysunków jest kolorowych; są to często prawdziwe dzieła sztuki abstrakcyjnej. Dotyczy to głównie rysunków z rozdziału III, a szczególnie tych trzech ostatnich z numerami 15, 16 i 17. Część rysunków zaopatrzone w tablicę towarzyszącą, będącą swego rodzaju legendą obrazu. Tablice te kalibrują kolory; rysunek ma bowiem charakter barwnego wykresu rozkładu prawdopodobieństwa – kolory mówią o czesto-

ściach pojawienia się trajektorii w wyszczególnionych regionach obszaru zmienności parametrów.

Źródłem tytułowych perturbacji struktur rynkowych są zachowania agentów: producentów co drogo chcą sprzedać i konsumentów, którzy tanio pragną nabyć wybrane wyroby. Ta sprzeczność w warunkach konkurencji niedoskonałej rodzi chaos. Zawodzi niewidzialna ręka rynku. Chaos ekonomiczny nie jest gorszy od chaosu fizycznego, czy kosmicznego. Jego źródłem nie są modele – obojętnie czy liniowe, czy nieliniowe, lecz natura. Rynek jest złożonym systemem, nieprzewidywalnym układem cybernetycznym z powodu irracjonalnych decyzji agentów. Człowiek wprowadza nieokreśloność, losowość, do tego systemu. Ekonomia, bez mglistych preferencji konsumentów, byłaby szwajcarskim zegarkiem. Pełna zgodność równowagi produkcyjnej z równowagą rynkową, to czysty komunizm. Preferencje tu są określone, stałe i nie ulegają zmianie. Wyższa instancja wie co ludziom poszczególnym się należy i potrzeba, a wszyscy naturalnie to akceptują. Jak w systemach utopijnych. Jest tu optimum organizacyjne – mrowisko albo ul. Oczywiście świat jest nieliniowy i złożony. Jednak prawa nauki dotyczą obiektów idealnych i obowiązują w określonym czasie. Modele stosowane w praktyce są różne, tak liniowe jak i nieliniowe. Prawo wzrostu naturalnego, słynne równanie Malthusa,

$$y' = ry$$

mówi o przyroście, który jest proporcjonalny do osiągniętego stanu systemu. Jest to równanie różniczkowe *liniowe* pierwszego rzędu. Jego rozwiązaniem jest funkcja wykładnicza

$$y = a \exp(rt),$$

czyli funkcja nieliniowa. Prawo nauki jest liniowe, trajektorie – nieliniowe. I tak jest często w nauce, a szczególnie w ekonomii; swoistość ta jest cechą charakterystyczną ogólnej teorii zwyczajnych równań różniczkowych liniowych. Jeśli dynamikę systemu złożonego – a takim jest przecież ekonomia społeczna – opisujemy równaniami różniczkowymi i to nawet wyższych rzędów, to zawsze będziemy w sytuacji paradoksalnej: zasady liniowe generują dynamikę nieliniową. Równanie liniowe zwyczajne ma trzy gatunki rozwiązań: wielomiany, funkcje wykładnicze oraz funkcje okresowe – sinusoidalne, a ponadto liniowe kombinacje iloczynów tych trzech typów zależności funkcyjnych. Nauka w ogólności, fizyka w szczególności, a także inne dziedziny oparte i wzorujące się na fizyce, korzysta z równań różniczkowych – zwyczajnych i cząstkowych – tylko rzędu drugiego. Równania różniczkowe drugiego rzędu są fundamentalnym językiem i narzędziem poznania natury. Pierwsza pochodna jest przyrostem, druga inwestycjami, a czym jest trzecia tego już nie wiemy. Przyrostem inwestycji? Jeśli tak, to wracamy znów cyklicznie do pierwszej pochodnej. Z tego co napisałem widać, że pojęcia liniowości i nieliniowości wzajemnie się przeplatają i nie można *en gros* ich traktować oddzielnie. Jednocześnie podkreślić trzeba, że każda funkcja gładka lokalnie jest prawie liniowa. Na tym polega istota rachunku różniczkowego; obiekty nieliniowe zastępuje się lokalnie funkcjami liniowymi optymalnie przylegającymi, czyli

stycznymi. Takimi argumentami usprawiedliwia się bogatą i popularną teorię modeli liniowych w ekonometrii. Cena jest funkcjonałem liniowym, jednak przy większym zakupie otrzymujemy rabat, a to znaczy, że w detalu mamy liniowość, a w hurcie subliniowość. To kolejny argument za nierozzerwalnym związkiem obiektów liniowych i nieliniowych. Relacje liniowe są w praktyce rzadkością. Często je się przyjmuje dla uproszczenia. Rozwój naturalny – jak powiedziano wyżej – jest wykładniczy, a więc nieliniowy. To stwierdzenie zdecydowanie wzmacnia argumenty Autora, a ponadto model pajęczynowy – podstawowa idea obrazująca dążenie do równowagi – jest ruchem wirowym, czyli spiralą, a więc tworem nieliniowym. Ten ruch wirowy wokół punktu równowagi jest podstawą ekonomii i nauki. Ideę tę pięknie i przejrzyście wykłada Autor w swym dziele. Myślą przewodnią jest ruch wirowy wokół punktu równowagi, czyli analiza zachowań cyklicznych typowa dla przyrody i ekonomii.

Książka nie ma charakteru historycznego, ale Autor nasycił ją historią nauki. Szczególnie cenne są anegdoty swoiste, które ożywiają lekturę i wnoszą głębsze zrozumienie problemu. Czytelnika ucieszy niewątpliwie opowieść o problemie trzech ciał, informacja o różnorodnych definicjach chaosu, opowieść hydrologiczna o wykładniku Hursta, definicja stabilności w sensie Lapunowa i temu podobne. Aneks jest jakby oddzielną książeczką bardzo ułatwiającą lekturę części zasadniczej. Stephen Hawking do trzech największych odkryć XX wieku zalicza chaos obok twierdzenia Goedela o niezupełności arytmetyki liczb naturalnych i zasady nieoznaczoności Heisenberga. Te ciekawe informacje Autora uzupełnię pytaniem o trzy najważniejsze osiągnięcia matematyki w całej kulturalnej historii ludzkości? Zdaniem niektórych specjalistów są to: metoda aksjomatyczna Euklidesa, zapis pozycyjny liczb naturalnych oraz probabilistyka. Pod tą listą chętnie się podpisuję z jednym zastrzeżeniem: wymieniam probabilistykę na metodę wyczerpywania Archimedesesa. Od Archimedesesa wiedzie prosta droga do rachunku różniczkowego i teorii form różniczkowych, a bez tych rzeczy nie ma mowy o współczesnej cywilizacji. Dynamikę systemu opisują formy różniczkowe i równania różniczkowe. Najważniejsze równania fizyki matematycznej są równaniami liniowymi i to co najwyżej drugiego rzędu. Pierwsza pochodna jest aproksymacją lokalną funkcją liniową, a druga – funkcją dwuliniową. Praktycznie ważne są więc formy liniowe, które w ekonomii reprezentują ceny oraz formy kwadratowe, które w ekonomii odzwierciedlają inwestycje. Probabilistyka zaliczana do największych osiągnięć matematyki jest naturalnie odpowiednikiem chaosu w klasyfikacji Hawkinga. W aneksie wykładnik Lapunowa definiuje się metodą zwaną przez Anglików *very sophisticated*. Jeśli funkcja  $f: R \rightarrow X$  jest trajektorią w przestrzeni metrycznej stanów  $X$  z metryką  $d$ , to wykładnik Lapunowa  $\lambda_f$  funkcji  $f$  określa się prostym wzorem

$$\lambda_f = \limsup t^{-1} \ln d(a, f, (t)), \text{ gdy czas } t \text{ rośnie nieograniczenie,}$$

gdzie  $R$  jest naturalnie zbiorem liczb rzeczywistych, natomiast  $a$  dowolnym stanem w przestrzeni  $X$ , a gdy  $X$  jest przestrzenią liniową, wtedy zwykle  $a = 0$ . Dla funkcji

będącej rozwiązaniem wymienionego wyżej równania Malthusa – pomijając rozwiązanie trywialne równe stale 0 – wykładnik Lapunowa jest równy liczbie  $r$ . Przy okazji zacytuję Autora (str. 108). *Należy zauważyć, że wszystkie badania numeryczne mają charakter przybliżony [...]. Z oczywistych powodów nie jesteśmy w stanie zbliżyć się do granicy [...]. Powoduje to, że nigdy nie będziemy pewni, czy znak wykładnika Lapunowa nie zmieni się po wykonaniu dostatecznie dużej liczby iteracji.* Z wypowiedzi tej wynika naturalny wniosek: badania asymptotyczne w ekonomii mają jedynie charakter teoretyczny, a wyciąganie z nich wniosków praktycznych stoi pod wielkim znakiem zapytania. Ten znak zapytania może powiększyć się, bowiem w innym miejscu Autor pisze: *W dynamice nieliniowej, stanowiącej sumę teorii chaosu deterministycznego i teorii złożoności dużą rolę odgrywają obliczenia* (str. 9).

W pracy są przynajmniej dwa rodzaje chaosu: chaos wśród modeli zależnych od parametrów i chaos trajektorii zależny od stanu początkowego. Autor operuje zbiorami miary 0 w sensie Lebesgue'a. Czy nie lepiej używać uniwersalnego pojęcia zbioru generycznego wprowadzonego w teorii katastrof, a obowiązującego w dowolnej topologicznej przestrzeni stanów? Zbiór generyczny, to otwarty i gęsty w całej przestrzeni podzbiór. Naturalnie dopełnienie zbioru miary zero nie zawsze jest zbiorem generycznym; w sytuacjach rzeczywistych zwykle bywa. Zbiór liczb wymiernych jest miary zero, ale jego dopełnienie – liczby niewymierne – nie tworzą zbioru generycznego. Istnieje swego rodzaju sprzeczność pomiędzy próbą uwolnienia się od chaosu deterministycznego, a realnym wzrostem ekonomicznym. Rozwój układu cybernetycznego określonego wzorem  $x_{n+1} = Ax_n$ , gdzie wektory są koszykami dóbr, a  $A$  jest macierzą procesu technologicznego, zależy od wartości własnych macierzy  $A$ . Gdy wartości własne macierzy  $A$  są wszystkie mniejsze od 1, nawet dodatnie nie mówiąc o ujemnych, wtedy układ cybernetyczny zdefiniowany powyższym układem dynamicznym cofa się – nie ma rozwoju jest regres. Układ taki rozwija się jeśli maksymalna wartość własna jest silnie większa od 1. Wykładnik Lapunowa jest równy tej największej wartości własnej, mamy więc chaos, ale mamy jednocześnie rozwój; gdy nie ma chaosu jest stagnacja, układ dąży do samounicestwienia. Tak więc powstał paradoks: rozwój – więc chaos, zastój – więc stabilność i spokój. Trzeba wybierać i wszyscy wybierają chaos. Nie ma na to rady. Stabilny socjalizm porzuciliśmy, a przyjęliśmy niestabilny – chaotyczny – kapitalizm. Opisana tu dynamika jest naturalnie liniowa.

Książka poświęcona chaosowi deterministycznemu w ekonomii jest niezwykle aktualną w dzisiejszej dobie i oczekiwaną przez rynek. Chaos deterministyczny jest – obrazowo mówiąc – przejawem złożoności systemu. Jak w sytuacjach kryzysowych: pożar, powódź, huragan, wojna, zahamować strach i zachowania nieracjonalne i zmusić układ do powrotu do stanu równowagi stabilnej? Panika i strach destabilizuje układ; opanowanie zachowań stadnych musi być drastyczne i jest niezbędne. Utrudnia to panujący dzisiaj paradygmat w ekonomii: niewidzialna ręka rynku rodzi właśnie chaos. Potrzebny jest więc nowy język i nowe metody. Książka stara się zapełnić lukę pomiędzy tym co wie nauka, a potrzebami praktyki i dydaktyki. Znane są przypadki wygranej bitwy po okiełzaniu początkowego rozprężenia – paniki i ucieczki z pola

walki. Z ekonomicznego punktu widzenia, a w szczególności pracy giełdy, temat ten jest poruszany w głośnych ostatnio książkach Sorosa i Greenspana. Znani ci działacze, raczej praktycy niż akademicy, nie podają gotowych rozwiązań, a głównie zwracają uwagę na potrzeby uregulowań prawnych porządkujących działalność inwestycyjną graczy giełdowych i banków. W przyrodzie obserwuje się dwa sterowania układami cybernetycznymi. Sterowanie dalekosiężne na wybrany cel i działanie zmierzające do utrzymania organizmu w zdrowiu, a systemu w stanie sprawności technicznej. Sterowaniem dalekosiężnym winien zajmować się rząd, a sterowanie krótkookresowe wymusza zasada równowagi. Tak w ekonomii jedną sprawą jest wyrabianie potrzeb i wzorów konsumpcji, a inną zaspakajanie tych potrzeb. Te dwa sterowania bardzo obrazowo widać w instytucji lotów kosmicznych. W ośrodku kontrolnym lotu jest sterowanie rakieta na określony cel, na przykład Księżyc lub Marsa, a na pokładzie rakiety jest urządzenie automatyczne sterujące stanem tej rakiety tak, by nie uległa samozniszczeniu i mogła osiągnąć cel dalekosiężny. Te dwa sterowania są wyraźnie od siebie oddzielone. Podobnie jest w ekonomii. To rozróżnienie sterowań jest podstawą podziału ekonomii na naukę makro i mikro. Rakieta jest całością: nawet gdy doleci do miejsca przeznaczenia, ale na pokładzie jest źle, to zadanie nie zostanie zrealizowane. Nie ma zdrowego rozwoju ekonomii społecznej bez zdrowych przedsiębiorstw. Rząd wyznacza cele odległe i racjonalne, a rynek powoduje, że organizm społeczny – sprawny i w zdrowiu – dąży do tych dalekich przeznaczeń. Wchodząc nieco na teren filozofii warto się zastanowić nad pytaniem: w jakim stopniu człowiek określa swój los? Być może wszystko jest zdeterminowane przez Ananke – przeznaczenie, a z wielu możliwości nie wybieramy tego, co chcemy, tylko ktoś wybiera to co jest konieczne. Chociaż mamy wolną wolę, realizujemy przeznaczenie.

Jak już powiedziałem książka robi dobre wrażenie. Jednakowoż nie jest idealna, bo nie ma rzeczy – stworzonych przez człowieka – bez wad i niedoskonałości. Po pierwsze, rozdziały są niejednakowej wielkości – niejednorodne. Rozdział IV jest hołdem złożonym Cournot. Ten krótki rozdział pasuje bardzo do wstępu, podobnie jak rozdział ostatni do aneksu. Przez takie zmiany redakcyjne książka stałaby się jednolita i spójna. Dobrze o tym pamiętać jeśli dojdzie do wznowień. Rozdziały V i VI można łatwo połączyć, wystarczy bowiem analizować hiperboliczne funkcje zysku producentów w postaci

$$f_i(x) = (x_1 + \dots + x_n)^{-1} x_i - c_i x_i,$$

gdzie  $i = 1, \dots, n$  oraz  $x \in R^n$ ; otrzymuje się w ten sposób ekonomiczny analogon  $n$  ciał, czyli rynek  $n$  producentów. Czym jest złożoność? Temu pojęciu Autor poświęca wiele miejsca i wysiłku, bo jest to niewątpliwie cecha charakterystyczna takiego układu cybernetycznego jak ekonomia społeczna. Osobiście uważam, że złożoność to rzecz niezwykle prosta – przyroda i natura jest oparta na prawach nieskomplikowanych. Złożoność jest rekurencją. Tak jak trudne i kręte schody na wysoką wieżę są utworzone z wieluset łatwych i prostych stopni. A więc rekurencja jest podstawą nie tylko

biologii, ale także ekonomii: powtórzenia wielokrotne według jakiejś prostej jednej wspólnej formuły. Złożoność jest w jakimś sensie naszą niewiedzą o tym, że świat jest prosty. Prawda jest jedna, ale teorii naukowych dużo. Fizycy od lat szukają jednolitej teorii opisującej wszystko; ciągle na próżno. Autor ma niewątpliwie słuszość, gdy twierdzi, że nauka jest jedna, a poszczególne dziedziny czy branże to swoista interpretacja ogólnej powszechnej teorii. Nauka jest więc strukturą, czyli jakby syntaksą, a konkretne dziedziny interpretacjami, czyli semantyką. W nauce nie ma więc prawdy, prawda jest w zastosowaniach nauki. Autor nadaje – myślę, że przesadnie – znaczenie osiągnięciom fizyki. Fizycy od prawdy są równie daleko jak ekonomiści. Termodynamiczna interpretacja ekonomii jest niewątpliwie ciekawa; na tej drodze można odkryć wiele prawidłowości ekonomicznych. Analogia i izomorfizm jest podstawą nauki. Każda teoria jest jakimś pomiarem, a więc homomorfizmem, rzeczywistości w strukturę formalną. Odwzorowujemy obiekty realne w pojęcia abstrakcyjne. Nauka niewątpliwie upraszcza sprawy trudne i nie komplikuje tych prostych; taka jest istota homomorfizmu. Unikałbym – język Autora jest jak powiedziałem piękny – słów w rodzaju oksymoron, intermitencja *et cetera* bezpośrednio przyjętych z łaciny, greki lub angielskiego. Nie świadczą o uczoneści, utrudniają lekturę, a najważniejsze – psują rytm języka polskiego. Wiele nierównoważnych definicji złożoności świadczy o młodości tego pojęcia i na klasykę potrzeba jeszcze poczekać. Proponuję w tej materii to, co wyżej napisałem: złożoność jest iteracją. Teoria chaosu pokazuje prostotę złożoności. Wszystko otrzymasz wielokrotnie iterując jedną funkcję. Za chaosem ekonomicznym niewątpliwie stoi porządek i harmonia fal Elliotta. Istotą jest – powtarzam już po wtóre – zasada równowagi: wirowanie stanu równowagi chwilowej wokół idealnego punktu, do którego zmierza układ.

Autor książki wnosi osobiste zaangażowanie i intuicyjne odczucia do swego naukowego dzieła. Poglądy Autora są mi bliskie i z nimi absolutnie się zgadzam. Na postęp nauki mają także często zasadniczy wpływ pomyłki i błędy uczonych. Jest na to wiele przykładów, a wymienię tylko Elliotta i Poincarego. Elliott wykrył spiralę, ale nie umieścił jej tam gdzie trzeba. Bez Elliotta nie byłoby teorii wirów ekonomicznych i spiralnego rozwoju objaśniającego cykliczność. Świat jest prosty, rządzonej jednym prawem – prawem równowagi: akcja jest reakcją. Chociaż znamy zasady ogólne, praktycznie trudno przewidzieć tor komety. Przy okazji omawiania chaosu Autor ładnie objaśnia głęboki i przez długie lata zapomniane twierdzenie Szarkowskiego o cykliczności. Prawa nauki mają tylko przybliżony charakter. Nigdy nie ma pewności realizacji określonego stanu i to zarówno w ekonomii jak i fizyce. Takie pojęcia jak wykładnik Hursta, wykładnik Lapunowa i inne pokrewne mają charakter techniczny – ułatwiają podejmowanie decyzji jak większość narzędzi formalnych. Świat istotnie jest lokalnie liniowy i gładki; gładkość oznacza istnienie pochodnej. Pochodna jest optymalną lokalną aproksymacją najbardziej brzydkiej nieliniowej funkcji. Słowo *najbardziej* nic tu nie znaczy. Ma sens czysto ekspresyjny. Wiara w liniowość natury jest stwierdzeniem w moim odczuciu bezzasadnym. Nie ma takiej wiary. Świat wydaje się gładki, gdy patrzymy z odpowiedniego dystansu lub całkowicie porwany, gdy patrzy-



my w mikroskali. Natura jest taka jaka jest. Owszem można powiedzieć, że istnieje powszechna wiara w różniczkowalność, czyli gładkość. Już sama ciągłość pozwala na lokalną aproksymację liniową, ale nie optymalną w sensie styczności. Liniowość obowiązuje w przestrzeniach liniowych. W ekonomii nie ma liniowości z formalnego punktu widzenia, bo nie ma dowolnie dużo rozporządzalnych zasobów; zamiast addytywności jest podaddytywność

$$f(x + y) \leq f(x) + f(y)$$

kosztów lub nadaddytywność

$$f(x + y) \geq f(x) + f(y)$$

efektów – synergia. Współpraca zawsze jest pożądana – współpraca zwiększa produkt globalny; wszyscy są wygrani. świat jest jaki jest, czyli nieliniowy. Wzrost naturalny jest, jak wiemy, wykładniczy; ale taki wzrost może być krótkookresowy z powodu braku zasobów. Liniowość nie ma wiele wspólnego z determinizmem. Prawo nauki i warunki początkowe definiują układ stabilny, modele zaś mogą generować stabilność lub jej brak – zależy to od rodzaju modelu.

Autor niewątpliwie pokazuje, że ekonomia jest nauką barwną. Ekonomia jest także sztuką. Recenzowane dzieło jest wartościowe, godne polecenia. Autor jest przecież już znanym i cenionym w świecie naukowym twórcą. Wiele jest rzeczy ładnych i wartościowych w tej niezwyklej książce; jest to rzecz pożyteczna i piękna chociaż daleka od doskonałości. Pobudza do dyskusji, inspiruje twórczo; po jej przeczytaniu ma się ochotę do zaangażowania w te niezwykle badania, by albo wesprzeć Autora, albo z nim polemizować. Doskonałość jest poza zasięgiem ludzkich możliwości, ideałów Platónskich nie ma w świecie materialnym. Ale nauka ma tam dążyć. Autor o tym wie i chce być blisko doskonałości.