ROCZNIKI POLSKIEGO TOWARZYSTWA MATEMATYCZNEGO
Seria II: WIADOMOŚCI MATEMATYCZNE XXXVIII (2002)

Recenzje

Ian S t e w a r t, *Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu*, Przekład z języka angielskiego: Włodzimierz Komar i Michał Tempczyk, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2001, ISBN 83-01-13535-2.

Duże powodzenie tej książki, o czym świadczą jej wznowienia i przekłady na inne języki, w tym to drugie już polskie wydanie (I wydanie polskie ukazało się w 1994 r.), oparte o II angielskie wydanie z 1997 r. – jest wyraźnym dowodem istniejącego zapotrzebowania na dobrą literaturę popularno-naukową. Autor jest znakomitym matematykiem, od wielu już lat z powodzeniem pisującym także książki popularne o matematyce. Nie są to jednak książki łatwe.

Na przedmiot tej książki wskazuje jej podtytuł: nowa matematyka chaosu. Nie chodzi tu jednak o chaos w potocznym rozumieniu tego słowa jako nieporządku, bezładu, czegoś nieprzewidywalnego, nie podlegającego żadnym rozumnym prawom. Matematyka chaosu (niektórzy lubią mówić „teoria chaosu", przeciwko czemu Autor protestuje, bo „nie jest to jasno i konsekwentnie wydzielony spójny obraz wiedzy matematycznej" – str. 8) zajmuje się zjawiskami deterministycznymi, a ściślej pewnymi specyficznymi ich zachowaniami, gdy taki układ deterministyczny (a więc wyzbyty przypadkowości) zaczyna się zachowywać w sposób p o z o r n i e przypadkowy. Przykładem pogoda. Jeśli patrzeć na nią przez pryzmat współczesnej wiedzy fizycznej, to znamy wszystkie elementy rządzące jej zmianami: źródła energii, kinematykę cząstek powietrza, rozkłady ciepła i ciśnienia itd. Jednakże jest to układ tak skomplikowany, że trzepotanie skrzydeł motyla w jednym miejscu może stać się początkiem takiego szeregu zmian, które doprowadzą do nieoczekiwanej katastrofy w innym. Prognozy pogody sprawdzają się tylko na krótką metę, a i to nie zawsze. „Chaotyczne" zachowanie układu przekracza możliwości deterministycznego jego opisu, stąd wydaje się nam ono przypadkowe, jednakże w istocie nie ma w nim nic niespodziewanego, stąd przysłówek „pozornie". Pogląd, że chaos jest czymś dziwacznym, bierze się stąd, że inne rodzaje zachowań, przede wszystkim okresowe, badamy od kilku stuleci, natomiast na deterministyczny chaos (ściślej, koncepcję jego badania) natknęliśmy się dopiero niedawno, a że jest on bardziej subtelny i bardziej skomplikowany, więc jesteśmy dopiero na początku drogi.

Książka Stewarta jest niezwykła. Jest lekka w formie i łatwa w czytaniu, ale jeśli ulec temu wrażeniu łatwości, to przeoczymy ogromne jej bogactwo. Ma ona wiele warstw, od najbardziej powierzchniowej, anegdotycznej po takie, które zadowolą najbardziej wybrednego i matematycznie wykształconego czytelnika. Miłośnik anegdotycznych szczegółów odkryje w niej panoramę ludzkich osobowości i wydarzeń, ale niewątpliwie znacznie większą z tej książki korzyść odniesie czytelnik matematycznie wykształcony i to tym większą, im więcej będzie wiedział o przedmiocie tej książki. Takiemu odsłoni ona całą otoczkę matematyki chaosu, jej trudne i wielorakie początki, powszechność opisywanych przez nią zjawisk oraz niezwykłe perspektywy przez nią otwierane. Nie można się z niej teorii chaosu nauczyć (np. tylko raz wypisane jest konkretne równanie różniczkowe, poza tym Autor używa takich określeń jak „równanie, w którym niewiadomą jest funkcja szybkości zmiany szybkości zmiany położenia”), ale jeśli już się coś o tej teorii wie, to po lekturze tej książki odczuje się istotne wzbogacenie swojego jej rozumienia.

Książka dzieli się na 17 rozdziałów i jest zaopatrzona w obszerną „literaturę uzupełniającą” oraz skorowidz. Każdy z rozdziałów jest kolekcją niemal niezależnych esejów na tytułowy temat. Na przykład rozdział 1 nosi tytuł „Chaos z porządku” i w sześciu esejach traktuje o wydobywaniu przez myśl matematyczną porządku z chaosu. Esej „Niedorzeczne rozumowanie” przypomina tytuł znanego artykułu Wignera o „niezrozumiałej efektywności matematyki” (tłumacze oddają „unreasonable” Wignera przez „niedorzeczne”, co uważam za niedorzeczne) i omawia wkład dzieła Newtona *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* do rozumienia świata. Esej „Świat podobny do zegara” opisuje wyłaniający się z dzieła Newtona obraz świata jako gigantycznej maszynerii opisywanej przez równania różniczkowe i kończy wyznaniem wiary Laplace’a w potęgę rozumu. Esej „Podróż do Hyperiona” burzy ten piękny obraz przez opis ruchu Hyperiona, jednego z księżyców Saturna, cechujący się zachowaniem „chaotycznym”. Esej „Chaos” przytacza dwie słownikowe definicje tego terminu i dodaje trzecią, odpowiadającą znaczeniu używanemu w tej książce: stochastyczne zachowanie występujące w układzie deterministycznym. Esej „Chaos w kalkulatorze” przytacza przykład chaosu powstającego przy iterowaniu wyrażenia $2x^2 - 1$. I esej ostatni „Hinduizm i sztuka mechanicznego trwania” zaczyna się wspomnieniem odmiennej od naszej filozofii hinduskiej i kończy opinią, iż „jak harmonia i dysonans łączą się, tworząc piękno muzyczne, tak samo porządek i chaos łączą się w piękno matematyczne”. Oczywiście, to krótkie omówienie nie oddaje całego bogactwa tych esejów, obficie zresztą ilustrowanych, trzeba je po prostu przeczytać.

I tak rozdział po rozdziale. Rozdział 2 „Równania na wszystko” mówi o różnych podejściach do matematycznego opisywania świata (m.in. Ptolemeusz, Kepler, Galileusz, Newton, Euler i twórcy analizy, Fourier, Lagrange). Rozdział 3 „Prawa błędu” traktuje o przypadku i teorii prawdopodobieństwa. Rozdział 4 „Ostatni uniwersalista” przedstawia H. Poincarégo, pod którego silnym urokiem Autor pozostaje. Rozdział 5 „Jednokierunkowe zwierciadło” trochę dokładniej omawia pojęcie przestrzeni fazowej. Rozdział 6 „Dziwne atraktory” opisuje atraktory na płaszczyźnie, a potem bardziej złożone atraktory w przestrzeni. Rozdział 7 „Fabryka pogody” opisuje mechanizm tworzenia się pogody i próby jego zrozumienia. Rozdział 8 „Recepta na chaos” wraca do atraktorów i dokładniej opisuje niektóre występujące tu zjawiska. Rozdział 9 „Wrażliwy chaos” zajmuje się głównie zjawiskiem turbulencji. Rozdział 10 „Drzewa figowe i wartości figowe” koncentruje się na procesie renormalizacji. Rozdział 11 „Struktura rzeczywistości” opowiada o fraktalach. Rozdział 12 „Powrót do Hyperiona” objaśnia prawidłowości w ruchu tego księżyca (ten ruch był tylko pozornie chaotyczny) i innych zjawisk w mechanice nieba. Rozdział 13 „Brak równowagi w naturze” odnosi się do biologii i medycyny na przykładach wzrostu populacji gatunku, epidemii, pracy serca itp. Rozdział 14 „Motyl i co dalej?” omawia alternatywę determinizm-przypadkowość i trajektorie chaotyczne. Rozdział 15 „Sen von Neumanna” mówi o przewidywaniu w układach chaotycznych i sterowaniu chaotycznym. Rozdział 16 „Chaos i kwanty” przypomina kota Schrödingera i inne matematyczne osobliwości teorii kwantów, podejmując na tym tle problem sterowania układami chaotycznymi i rysując perspektywy nowych zastosowań. Ostatni rozdział 17 „Żegnaj, Głęboka Myśl” jest próbą zarysowania perspektyw, jakie otwiera teoria chaosu, a w szczególności odnosi się do tytułowego pytania książki.

Dodatkową zaletą tej książki jest emocjonalny i malowniczy język. Oto parę jego próbek. Przypisując Poincarému zasługę przywrócenia geometrii w mechanice, Stewart pisze: „Poincaré uwolnił wyobraźnię wzrokową z więzienia analizy i pozwolił jej raz jeszcze włóczyć się swobodnie. Dzisiejsza matematyka, po przebyciu cyklu formalnego z Bourbakim, tak szybko, jak niosą ją nogi, zdąża z powrotem do geometrycznego zakrętu" (str. 104). Omawiając portret fazowy pewnej wersji zagadnienia trzech ciał, tak pisze o występujących w nim wyspach regularności: „Pojawiły się wyspy regularności rozmieszczone w skomplikowany sposób w morzu chaosu. Pulpeciki regularności w stochastycznym spaghetti. Dynamika po bolońsku" (str. 160). A kilka stronic później przytacza taki oto przepis: „Recepta na chaos. Weź 12 uncji przestrzeni fazowej, dodaj 1 łyżkę stołową warunków początkowych, zmieszaj, wielokrotnie rozciągaj i składaj, przypraw do smaku" (str. 165).

Zdarza się jednak, że lekki styl Autora granicy z nonszalancją, przede wszystkim historyczną. Wbrew jego opinii dawna nazwa topologii *Analysis Situs* nie pochodzi od Poincarégo, lecz wprowadził ją półtora wieku wcześniej Leibniz (str. 69). Geometrię z analizy usuwał Lagrange na długo przed Laplace'em (str. 103). Przypominając zbiór Cantora Autor twierdzi, że Cantor „użył pomysłu Smitha". Prawdą jest, że Smith zdefiniował taki zbiór w 1875 r., ale nie ma żadnych dowodów, że Cantor znał jego pracę, kiedy podawał w 1883 r. swoją definicję. Nawiasem zaś mówiąc, poglądowa definicja Stewarta tego zbioru brzmi jak następuje: „Zbiór Cantora jest odcinkiem, który został obrobiony przez myszy" (str. 128).

Należy wyrazić uznanie Wydawnictwu za przyswojenie tej książki polskiemu czytelnikowi. Wypada też życzyć, by trafiła ona „pod strzechy" zarówno szerokiej publiczności jak i naszego środowiska matematycznego, by przyczyniła się do wzrostu naszej rodzimej kultury matematycznej.

Roman Duda