Matematyka a świat fizyczny
Autor tekstu: **Bogdan Miś**

Matematyka w naszym kraju ma się coraz bardziej kiepsko. Pod każdym względem: wyparto ją ze szkół, ograniczając program do jakichś prostych rachunków, podupadła słynna niegdyś Polska Szkoła Matematyczna; co zaś najważniejsze, tak zwany szary człowiek umie ją stosować coraz gorzej, a rozumie wręcz minimalnie. Dowodzą tego choćby doroczne europejskie testy kompetencyjne, w których Polacy wypadają wręcz żałośnie, plasując się w tym względzie w samej końcówce tabeli.

Nie będę się rozwodził nad przyczynami tych zjawisk; są bardzo złożone. Częściowo — ale tylko częściowo — wynikają ze światowych trendów cywilizacyjnych: postęp nauki jest tak duży i tak szybki, że chcąc przekazać młodym ludziom jakieś najbardziej podstawowe quantum całości, musimy z konieczności coraz bardziej rezygnować ze specjalizacji. Ograniczanie programów szkolnych dotyczy więc również biologii, fizyki, chemii i tak dalej.

Matematyka ma jednak pewną cechę szczególną, która ją spośród innych nauk wyróżnia. Otóż wszelkie pozostałe wymagają od człowieka pamiętania pewnej (dość znacznej) ilości faktów: dat, danych, nazw i tak dalej. Matematyka wymaga takiego bagażu w znacznie mniejszym stopniu. Nie twierdzę, że zerowym: tu też należy pamiętać nazwy pojęć i sporą liczbę definicji; jednak twierdzeń już na przykład uczyć się w zasadzie nie trzeba, bowiem w miarę uzdolniony człowiek powinien umieć je wywieść z podstaw samodzielnie, i w ogóle mechaniczne obciążenie pamięci jest w wypadku matematyki doprawdy minimalne.

Jeśli zaś łaskawy Czytelnik pozwoli w tym miejscu na pewien wtręt osobisty, to powiem, że między innymi świadomość tego faktu skierowała mnie przed laty właśnie na studia matematyczne: miałem pewność, że sobie nie przyswoję na przykład ogromu obciążającej pamięć wiedzy faktograficznej, wymaganej od lekarza czy prawnika, tymczasem z wnioskowaniami i rozumowaniem dam sobie radę.

Co więcej — nie będę rozwijał tego tematu - rozumowania typu matematycznego (polegające na precyzyjnym wyciąganiu uzasadnionych logicznie wniosków z dostępnych przesłanek) występują w każdej dyscyplinie nauki. Matematyka tedy z owych wspomnianych wyżej trendów światowych nieco się swą specyfiką wyłamuje i przy ograniczaniu programów szkolnych z nią właśnie należałoby postępować arcyostrożnie.

A u nas tego się nie robi; wprowadza się za to do szkół w coraz większym zakresie religię, a także takie przedmioty, jak… wiedza o przedsiębiorczości. W połączeniu z umożliwieniem zdawania w tym roku na maturze wiedzy o… tańcu wszystko to dodatkowo tłumaczy doskonale owe niepowodzenia w testach europejskich. Mówi się jednocześnie, że głębsza wiedza matematyczna „nie jest potrzebna w życiu praktycznym". A wiedza o tańcu pozwala otóż konstruować rakiety czy nawet kandydować do Sejmu? Przepraszam, że zadaję głupie pytanie...

Nawiasem mówiąc: jak na laika nieźle znam się na nauce o zarządzaniu; mam nawet pokończone w tej dziedzinie jakieś studia podyplomowe w zacnych skądinąd instytutach. Nic mi ta wiedza nie pomogła w zrobieniu jakiegokolwiek interesu: jak byłem w tym względzie nieudacznikiem, tak jestem. Kiosku z warzywami bym nie poprowadził (no, również dlatego, że wszelka działalność na polu handlowym czy biznesowym budzi moje żywe obrzydzenie, ale w każdym razie posiadana wiedza również i tego nastawienia w niczym nie zmieniła...)

Proszę mi wybaczyć jednak przydługi wstęp, bo właściwie nijak jeszcze nie nawiązałem do tytułu. Zaraz będzie o najważniejszym: o najważniejszym i najpoważniejszym nieporozumieniu, związanym z matematyką.

Wspominany tu wielokrotnie „szary człowiek" — jak mniemam — myśli sobie (jeśli „szary człowiek" myśli w ogóle, co do czego mam niekiedy pewne wątpliwości...) o matematyce mniej więcej tak: jest to taka poważna i trudna nauka, która w bardzo specjalnym języku, pełnym różnych dziwnych symboli, opowiada najbardziej podstawowe prawdy o otaczającym nas świecie. Jej twierdzenia, to bardzo uogólnione prawa natury; w tym sensie jest ona „nauką nauk"...

Stwierdzenie, że taki sąd jest absolutnie mylny — może być, podejrzewam, poważnym szokiem dla organizmu owego „szarego człowieka".

Inaczej. Historycznie rzecz ujmując, jest to prawda: matematyka wyrosła bezsprzecznie z obserwacji rzeczywistego świata i z codziennych potrzeb; jedną z takich niewątpliwych potrzeb człowieka było liczenie, a może nawet po prostu tylko porównywanie liczebności jakichś zbiorów (powiedzmy: nasi-wrogowie; kogo więcej i czy mamy zatem szanse na zwycięstwo). Ludzkość stosunkowo szybko i bez trudu pojęła, że stosowanie - najpierw prymitywnej, potem zaś coraz bardziej złożonej — matematyki daje korzyści praktyczne: to dzięki temu właśnie stoją mosty, a żeglarz może bezbłędnie trafić do wyspy marzeń na bezbrzeżnym oceanie.

Niemniej ugruntowane w toku długotrwałych obserwacji przekonanie, że wobec tego prawdy matematyczne są prawdami Natury, że są one niejako wyabstrahowane z samej istoty rzeczywistości i przez to absolutne niepodważalne i tym samym „najprawdziwsze z prawdziwych" — otóż przekonanie to jest z gruntu błędne.

Już starożytni mieli z tą sprawą pewien — nieuświadomiony zapewne do końca — kłopot. Nie bez powodu na przykład usiłowano od tamtych już czasów przez całe stulecia zbadać, czy słynny Piąty Postulat Euklidesa da się z pozostałych aksjomatów jego geometrii wywieść, czy też nie (przypomnijmy: Piąty Postulat w jednym ze swych wielu równoważnych sformułowań orzeka, że przez punkt poza daną prostą da się poprowadzić tyko jedną równoległą). Te usiłowania oznaczają właśnie, że oczywista dla laika „prawda natury" budziła u specjalistów określone wątpliwości. Wątpliwości, rozstrzygnięte w zupełnie dla większości naukowców — nie mówiąc już o „normalnych" ludziach — zaskakujący sposób: jak wiadomo, rozumując zupełnie niezależnie od siebie nawzajem, Węgier Bolyai, Rosjanin Łobaczewski i Niemiec Gauss udowodnili, że możliwa jest geometria z obowiązującym Piątym Postulatem (jest to nauczana w szkole „porządna" geometria, zwana dziś euklidesową, w której na przykład suma kątów w trójkącie wynosi 180 stopni) — ale możliwa jest również geometria, w której przez punkt poza prostą w ogóle nie przechodzi żadna równoległa; a i taka, w której takich równoległych jest wręcz nieskończenie wiele.

Nawiasem mówiąc, nietrudno sobie coś takiego uzmysłowić. Jeśli weźmiemy pod uwagę powierzchnię kuli, czyli sferę, to rolę prostych odgrywają na niej tak zwane „wielkie koła", jak kto woli — równoleżniki. Otóż każde dwa równoleżniki przecinają się w biegunach, prawda? Wniosek stąd taki, że taka geometria sfery nie jest euklidesowa, i tu akurat nie ma w ogóle równoległych. Stosunkowo nietrudno zbudować też powierzchnię, na której przez punkt poza prostą da się przeprowadzić nieskończenie wiele równoległych (ciekawym powiem, że nosi ona nazwę „pseudosfery" i wyglądem przypomina coś w rodzaju podwójnego, rozszerzającego się w obie strony, nieskończonego „lejka").

Okazało się więc, że nie ma jednej geometrii, która w konieczny sposób wynika z istoty naszego świata. Odkrycia Łobaczewskiego i Bolyaia zachwiały więc w poważny sposób widzeniem matematyki jako swego rodzaju nauki przyrodniczej. Po nich przyszły następne dokonania, które zmieniły ten obraz już do samego końca.

Chronologicznie najpierw pojawiła się wielce kłopotliwa teoria zbiorów, zwana też teorią mnogości, sformułowana przez genialnego Georga Cantora. Głębsze studia nad jej podstawami doprowadziły najpierw do odkrycia pewnych paradoksów (z których najsłynniejszy jest paradoks - pozornie uprawnionego — mówienia o „zbiorze wszystkich zbiorów", co niestety nieuchronnie prowadzi do sprzeczności), potem zaś do ich usunięcia - to usunięcie okazało się jednak na tyle przykre w skutkach, że matematyka już nawet dla bardzo zdolnych i wykształconych ludzi najzupełniej przestała być w jakimkolwiek sensie „oczywista".

Tu przypomnę (pisałem o tym w nieco żartobliwym artykule „Bóg i pewnik wyboru") historię hipotezy continuum i pewnika wyboru właśnie; otóż z nimi jest dokładnie tak samo, jak z Piątym Postulatem: można sobie wyobrazić matematykę, w której one obowiązują — i taką, w której jedno z tych twierdzeń jest prawdziwe, drugie zaś nie. A i taką, w której oba są fałszywe; nigdy nie popadnie się w sprzeczność.

Tu dygresja. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu w szkołach uczono, że aksjomat, to „prawda oczywista, nie wymagająca dowodu". Dziś za taką definicję dostaje się z miejsca pałę: aksjomat absolutnie nie musi być już oczywisty i zupełnie nie na miejscu jest określanie go jako „prawdy" (ponieważ z definicją samej prawdy są właśnie ogromne kłopoty); dziś aksjomatem w zmatematyzowanej czy matematycznej teorii może być zdanie zupełnie dowolne, byle niesprzeczne z pozostałymi, przyjętymi za pewniki. Już samo to świadczy o tym, że matematyka jest dziś rozumiana jako pewna dość dowolna gra raczej, niż cokolwiek innego — gra, z regułami wywodzącymi się z logiki i przyjętymi aksjomatami, jako prawami tej gry.

Z tą logiką też nie jest wcale tak prosto, jak by to rozumiał laik. Niby co to może być „nie tak" — spyta on zapewne. I powie, że z dwóch zdań sprzecznych tylko jedno może być prawdziwe, że jeśli z A wynika B, zaś z B da się wywieść C, to C wynika tez z A...

Tak niewątpliwie jest w klasycznym rachunku zdań. Ale nasza poczciwa dwuwartościowa logika, w której poprawnie skonstruowane zdanie może być tylko prawdziwe lub fałszywe… też od dawna wcale nie jest jedyna. Wspomnę tu o logikach trój- i więcej wartościowych, w których zdania mogą mieć wartości pośrednie między prawdą a fałszem (a w tym kontekście przypomnę, że ich odkrywcą był nasz rodak, Jan Łukasiewicz), ale i one nie wyczerpują „dostępnej puli". Są dziś również badane systemy logiczne tak potwornie już skomplikowane, że w żaden sposób nie podejmę się tu ich opisać, bowiem język, którego musiałbym użyć, byłby dla zwykłego - nawet bardzo wykształconego — człowieka kompletnie niezrozumiały); i rzecz w tym, że te systemy są w zasadzie w niczym nie gorsze od logiki klasycznej, która tym samym traci swoją wartość jako jedyna podstawa rozumienia Wszechświata.

Tu znowu konieczna jest dygresja. Te skomplikowane i wielce abstrakcyjne systemy wcale w dodatku nie muszą być nieużyteczne w praktyce dnia codziennego; wiele z nich rzeczywiście nie znalazło jeszcze zastosowań w fizyce czy technice, ale na przykład tak zwana logika rozmyta (i teoria zbiorów rozmytych, z nią ściśle związana) — znajduje najbardziej praktyczne zastosowania, powiedzmy, w konstrukcji… pojazdów (użyto jej, o ile wiem, przy tworzeniu jednostek napędowych do tokijskiego metra) czy tzw. „inteligentnych" sprzętów gospodarstwa domowego. Więc owe dziwaczne często i wyglądające na wysoce nienaturalne systemy sprawdzają się doskonale w opisie pewnych fragmentów rzeczywistości...

Właśnie: fragmentów. To zaś znaczy, że rzeczywistość, świat fizyczny czy jak tam kto chce to-to nazwać, nie rządzi się jakimś „jedynym prawem", z które niegdyś uznawano klasyczną matematykę i logikę. Tym bardziej więc nie ma zapewne (a na pewno dla niżej podpisanego) sensu mówić o jakichś ogólnie obowiązujących „naturalnych prawach moralnych". Nic takiego nie istnieje, a w każdym razie nie wynika w sposób konieczny z samej natury świata; wszystko okazuje się kwestią umowy, konwencji pewnej, zaakceptowanych przez nas reguł owej Mega-gry, jaką jest rzeczywistość.

No dobrze — powiecie. Ale rozważmy matematykę (włączając w nią logikę) „jako całość". Zbierzmy te wszystkie systemy logiczne, te różne teorie mnogości i tak dalej do kupy i powiedzmy, że wszystko to razem jednak i opisuje Rzeczywistość (bo dobrze opisuje zapewne jej każdy fragment) i z tej Rzeczywistości wynika. Może świat jest tylko dużo bardziej skomplikowany, niż sądzili na przykład starożytni, ale w końcu „porządny"?

Otóż nie. Tego się zrobić nie da. Po pierwsze, popadniemy wówczas w nieusuwalne sprzeczności logiczne (w każdym systemie). Po drugie, już w pierwszej połowie ubiegłego wieku niejaki Kurt Goedel, sławny matematyk niemiecki, pokazał, że każda teoria, która jest troszkę choćby większa w sensie pojęciowym od… zwykłej arytmetyki, musi zawierać pewne kłopotliwe zdania. Takie „gedlowskie" zdania mają tę właściwość, że są zbudowane najzupełniej poprawnie z punktu widzenia przyjętych reguł, ale w żaden sposób nie da się rozstrzygnąć, czy są prawdziwe, czy też nie. Nie da się, i już; i nie to, że nie umiemy, ale po prostu nie da się z samej istoty takiego zdania. Przy czym kłopot jest wielki i tkwi ogromnie głęboko: jeśli ktoś trafi na takie zdanie i zechce dołączyć je — albo jego negację - do systemu swoich aksjomatów i w ten sposób uzyskać nową „szerszą" teorię, to… w tej nowej teorii znów z całą pewnością pojawi się nierozstrzygalne zdanie „gedlowskie". Wynika stąd wniosek dla wielu głęboko pesymistyczny: jedna matematyka nigdy nie rozstrzygnie wszelkich kłopotów z rzeczywistością, każda teoria będzie — jak mówią sami matematycy — z konieczności „niezupełna".

Dlaczego więc — skoro związki matematyki i logiki z Naturą są, jak staraliśmy się wykazać, bardziej historyczne i psychologiczne, niż faktyczne — dlaczego tedy jednak nasze mosty stoją, sondy kosmiczne trafiają gdzie trzeba z odległości milionów kilometrów, spiralę DNA rozszyfrowaliśmy, a nawet sklonowaliśmy psa (wbrew pozorom, w **każdej** z tych spraw tkwi **jakaś** matematyka)? Dlaczego, skoro **nie ma jednej matematyki**?

Odpowiedź jest niesłychanie prosta. Matematyka nie jest nauką przyrodniczą, ale jest wspaniałym językiem do opisu Przyrody; w gruncie rzeczy, zgodnie z Kantem („W każdym poznaniu tyle jest tylko prawdy, ile w nim matematyki" — pamiętacie?) jedynym językiem do takiego opisu. Ten język ma w dodatku swoje dialekty czy gwary — i do opisu jednego fragmentu świata należy użyć, dajmy na to, gwary zwanej Teorią Układów Dynamicznych, do innego — Teorii Chaosu, jeszcze inny będzie wymagał Teorii Fraktali, kolejny zaś — Geometrii Riemanna.

Tylko tyle. I aż tyle.

Bogdan Miś

Ur. 1936. Matematyk z wykształcenia; dziennikarz naukowy, nauczyciel akademicki i redaktor - z zawodu. Członek Komitetu Prognoz Polskiej Akademii Nauk "POLSKA 2000+". Wykładał - m.in. matematykę, informatykę użytkową, zasady dziennikarstwa telewizyjnego i internetowego - na Uniwersytecie Warszawskim (Wydz. Matematyki i Wydz. Dziennikarstwa), w Wyższej Szkole Ubezpieczeń i Bankowości, w Wyższej Szkole Stosunków Międzynarodowych i Amerykanistyki, w Akademii Filmu i Telewizji. Przez 25 lat pracował w TVP, ma na koncie ok. 1000 własnych programów; pełnił funkcję I zastępcy dyrektora programowego. Napisał ok. 20 książek, w większości popularnonaukowych, poświęconych matematyce i komputerom. Poza popularyzacją nauki, główną jego pasją są komputery z którymi jest, jak pisze, "zaprzyjaźniony od zawsze (tzn. od "ich zawsze")". Był programistą już przy pierwszej polskiej maszynie XYZ w roku 1959. Był także redaktorem naczelnym "PC Magazine Po Polsku" i "Informatyki", a w stanie wojennym - "Strażaka"; kierował działem nauk ścisłych w "Problemach" oraz działem matematyki i informatyki w "Wiedzy i Życiu". Obecnie publikuje okazjonalnie w "Polityce". Jest autorem witryn internetowych, m.in. www.wssmia.kei.pl, gbk.mi.gov.pl, prognozy.pan.pl. Jest członkiem ISOC, Polskiego Towarzystwa Matematycznego i członkiem-założycielem Naukowego Towarzystwa Informatyki Ekonomicznej.

Pokaż inne teksty autora

(Publikacja: 06-08-2005)
Oryginał.. (http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4307)