

Jego konkretne znaczenie nie jest już obojętne, ponieważ właśnie w tej przesłance zawarta jest informacja o naturze badanego zjawiska. Jest on podstawą całej dalszej analizy matematycznej. Pomimo obiektywności samego modelu, w procedurze modelowania obecne są również elementy subiektywne. Zbędna formalizacja na tym etapie nie jest obowiązkowa. W końcu celem nauki jest ujawnienie prawdy, a nie jej ukrywanie.

Tworzenie modelu jest procedurą niejednoznaczną, w dużym stopniu zależną od możliwości badacza, jego wiedzy i inteligencji. W tej sprawie matematyk powinien brać pod uwagę ogół okoliczności, wpływających na jakość modelu. Bezwarunkowe są jednak dwie rzeczy: głębokie zrozumienie modelowanego obiektu (zjawiska, procesu) oraz dobre posługiwanie się metodami matematycznymi.

Zleceniodawca zainteresowany przeprowadzeniem badań zwykle nie tylko nie posiada umiejętności matematycznych, lecz nie jest w stanie sformułować zadania. Najczęściej czyni on to w „postaci naiwnej”, np. „Z rurociągu na skutek awarii wylała się

na ziemię ropa naftowa. Co z nią będzie dalej?” (a chodzi mu tutaj o oczyszczenie gleby metodą mikrobiologiczną), albo: „Jak mam zarządzać firmą, aby mieć największy zysk?” (trzeba się domyślać, iż idzie o plan produkcyjny, albo czas wykonania kompleksu czynności), lub: „Jak zbudować dyszę raketową, aby wytrzymała ona temperaturę 4000°C?” (wiadomo, że każdy materiał istniejący na Ziemi w tej temperaturze ulega spalaniu) itp.

Od takiego postawienia zadania do modelu matematycznego (a co za tym idzie – do jego analizy i wyciągnięcia wniosków) jest długa droga. Ma ona być przebyta przez matematyka samodzielnie, albo razem z przedstawicielem innej branży naukowej. Dobra znajomość przedmiotu modelowania oraz umiejętność porozumiewania się są w tej drodze konieczne tak dla matematyka, jak i dla współtwórcy modelu. Zatem każdy absolwent politechniki powinien znać nie tylko podstawy matematyki wyższej, ale i dzisiejsze jej możliwości w rozwiązywaniu problemów, jak również podstawy modelowania matematycznego. Specjalista od matematyki stosowanej powi-

nien oprócz tego dobrze znać całą strukturę matematyki, jak również jej związki z innymi naukami. Właśnie temu powinna służyć dydaktyka matematyki na każdej uczelni technicznej.

Warto pamiętać, że przyzwyczajenie do poznania i myślenia jest ważniejsze od wielu wykutych na pamięć algorytmów i reguł. Sama wiedza do działania nie wystarczy. Potrzebna jest również umiejętność zagłębiania się w istotę sprawy i chęć do samodzielnego działania. Celem studiowania nie jest przecież zapychanie głowy regułami, lecz uaktywnienie zdolności studenta oraz przyzwyczajanie go do poszukiwania dróg prowadzących do rozwiązania zadania, nawet gdy ono nie odpowiada znanym regułom i schematom. Samo zaś studiowanie matematyki nie powinno sprawiać poczucia bezradności i braku wiary we własne możliwości. Powinno ono wpajać poczucie pewności i nasuwać chęć pracy twórczej.

*Jurij Głazunow*  
*Wydział Fizyki Technicznej*  
*i Matematyki Stosowanej*

## Tabletka na Alzheimera

### czyli takie sobie uwagi o matematyce i jej nauczaniu

*To, co wiemy, jest kroplą. Zapominamy morze. (Przysłowie łacińskie)*  
*W każdej wiedzy jest tyle prawdy, ile jest w niej matematyki. (Immanuel Kant)*

Jestem tzw. „panią od matematyki” i od bardzo wielu lat uczę jej na Politechnice Gdańskiej. Prowadziłam już zajęcia na większości wydziałów. W czasie nauczania matematyki przeżyłam różne, nawet dziwne, sytuacje, jak „wywiadówka z rodzicami” czy „hospitacja zajęć przez władze uczelni”. Trudno byłoby mi więc nie skorzystać z nadarzającej się okazji i nie podzielić się swoimi spostrzeżeniami i poglądami. Być może będą one miały charakter subiektywny. Usprawiedliwia mnie fakt, że nauczanie matematyki jest moją pasją.

Tytuł moich impresji powstał w związku z sytuacją związaną z nauczaniem matematyki, jaka zaistniała w ostatnich latach. Mam wrażenie, że aby dobrze nauczać matematyki, powinnam wynaleźć tabletkę na „Alzheimera matematycznego”. Odwołując się do wiadomości ze szkoły średniej czy podstawowej, napotykam „mur niepamięci”. Zakres wiedzy i umiejętności z roku na rok maleje. Zgadzam się z prof. Łukaszem Tur-

skim, który w artykule pt.: „Krzemowa pustynia” napisał, że trygonometria stanie się wkrótce nauką tajemną. Niestety, takich tajemnic ciągle przybywa. Absolwenci szkół średnich rozpoczynający studiowanie na kierunkach technicznych w Politechnice są często przekonani, że do poznania matematyki wyższej nie jest im potrzebna algebra, trygonometria czy geometria szkolna. Zapominają, że matematyka wyższa to I piętro wiedzy matematycznej. Nie można jednak zbudować I piętra bez parteru, a i dobry fundament jest niezbędny.

Częstym pytaniem, z którym się spotykam, jest „Do czego to mi się przyda?”. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego nie jest bezużyteczną ozdobą, tzw. „kwiatkiem do kożucha wykształcenia”. Oprócz wielu zastosowań w naukach technicznych (i nie tylko) jest to staranny trening dyscypliny umysłowej. Wyklucza ona wszelką tendencję do niejasności, uczy sprowadzania każdego problemu do najbardziej zrozumia-

łej i najprostszej postaci. Odzwierciedla to nie tylko zdolności ucznia, ale i wyniki jego pracy. Wiele faktów można sobie wyjaśnić samemu, mając pewien zasób wiedzy.

Ma to również pewne znaczenie psychologiczne.

Ciągle jednak trwa wojna między potrzebą znajomości tylko podstawowych technik obliczeniowych (czytaj: wzorów) a zrozumieniem podstawowych pojęć i twierdzeń (czytaj: teorii). Dość często studenci oczekują tylko niezbędnego zestawu wzorów i procedur obliczeniowych bez objaśnienia ich. A więc chcą otrzymać takie rozszerzone tablice. Wykłady są dla nich nużące, bo ciągle tkwi w nich uczeń, który tylko liczył zadania. Trudno jest ich przekonać o potrzebie znajomości teorii. Sądzę, że najwyższy czas pogodzić się z dwoistością matematyki. Jest potrzeba zarówno gromadzenia narzędzi, jak i ich dobrego poznania. Można podać bardzo wiele przykładów teorii matematycznych, które wydawały się tylko treningiem umysłowym. I tak np. teoria węzłów (brak praktycznego zastosowania w chwili tworzenia) w 1980 r. okazała się bardzo pomocna przy badaniu cząstek DNA. Cząstki te, które zwykle wyobrażamy sobie w kształcie spirali, często zaplątują się, tworząc wę-

zły. Teoria węzłów pomaga zanalizować właściwości takich DNA. Tak samo Radon, pisząc pracę „O wyznaczaniu funkcji na podstawie ich całek wzdłuż rozmaitości”, nie myślał o zastosowaniu praktycznym. Po kilkudziesięciu latach odkrycie Radona znalazło zastosowanie w astronomii, biologii molekularnej, medycynie (tomografia komputerowa). Natomiast twierdzenie Eulera z teorii liczb stało się podstawą zbudowania tajnego szyfru. To są tylko mniej znane fakty potwierdzające zastosowanie teorii matematycznych w praktyce.

Nie wspominałam tu o równaniach różniczkowych czy różnicowych, które są narzędziem badań, nie tylko w naukach technicznych, ale i przyrodniczych. Obecnie są próby ich zastosowań w medycynie. Przekonałam się o tym, gdy byłam opiekunem 2 prac licencjackich na kierunku „Matematyka Stosowana”. Były to „Model Zeemana pracy serca” i „Układ równań Lotki–Volterry w immunologii”. No cóż, matematyka może wyjaśnić wiele zagadnień, których zazwyczaj nie uważamy za matematyczne.

Krótko mówiąc, matematyka jest dziedziną ważną (jedną z najważniejszych nauk), a edukacja jej jest niezbędna dla wytłumaczenia wielu zjawisk współczesnego świata. Nauczanie matematyki powinno dawać możliwości zarówno obliczeniowe, jak i umożliwiające rozwiązanie problemów nierutynowych oraz porozumiewanie się językiem matematyki w mowie i piśmie. Niestety, po szkole średniej takie umiejętności są niewielkie. Trudno jest wytworzyć je w krótkim czasie nauczania na studiach.

Sądzę, że o nauczaniu matematyki na poziomie wyższym mówi się co pewien czas i nic z tego nie wynika. Jest to ciągle zbiór „pobożnych życzeń”.

Zdolności analityczne, jakich wymaga matematyka, przydają się wszędzie. To sprawia, że w Stanach Zjednoczonych (p. Sherman K. Stein „Potęga liczb”) studenci o pewnym przygotowaniu matematycznym mogą liczyć na większe możliwości zatrudnienia. Nawet firmy, które poszukują pracowników na stanowiska niemające nic wspólnego z matematyką, wolą zatrudnić kogoś, kto wykazuje się przygotowaniem matematycznym. Uważa się, że matematyka wykształca umiejętności wszędzie potrzebne. No bo czy logiczne myślenie, pomysłowość, wyobraźnia, wycucie sytuacji prawdziwych i absurdalnych nie są wszędzie potrzebne? U nas niestety tak nie jest, nie ma takiej społecznej potrzeby. W związku z tym w środkach masowego przekazu jest ciągle więcej cyfr niż liczb (brak rozróżnienia tych pojęć). A

już absurdalna była informacja, że coś wyraża się w cyfrach bezwzględnych.

Niewielu ludzi wykształconych przyznaje się do nieznajomości Szekspira, Dantego czy Mickiewicza. Większość jednak nie wie, a nawet mówi, że nie słyszała, kto to był Gauss, Euler czy Banach, którzy są w pewnym sensie ich odpowiednikami. Od czasu do czasu próbuję na ten temat coś powiedzieć swoim studentom. Odnoszę jednak wrażenie, że mało kto słucha. Nie została wykształcona taka potrzeba.

Chciałabym poruszyć jeszcze jeden problem. W ostatniej dekadzie obserwuje się wręcz fanatyczną wiarę w komputer i związany z tym brak motywacji nauki logicznego myślenia. Istnieje stereotyp, iż komputer zrobi to za nas. Owszem, za pomocą komputera można wykonać eksperymenty liczbowe i geometryczne, które dotychczas były zbyt uciążliwe lub niewykonalne. Jest on bardzo dobrym narzędziem, lecz tylko narzędziem. Komputer robi to, co mu się każe. To, co wychodzi, zależne jest od tego, co wchodzi. Jeśli wchodzi śmieci, to wychodzą śmieci. Modele komputerowe rzadko koncentrują się na negatywnych stronach przyjętych założeń. Kiedy model projektu nie przynosi oczekiwanych wyników, projektodawca przerabia go tak długo, aż z modelu wychodzą pożądane rezultaty. Komputer to autokratyczny nauczyciel, który mówi „Nie pytaj dlaczego, rób jak mówią”. Uczniowie jednak powinni rozwijać swoje możliwości i nie przyjmować wszystkiego na wiarę. Zdolności do myślenia zanikają, jeśli zbyt wcześnie zaczynamy naciskać na klawisze. Jak ostrzegał pewien amerykański ekonomista: jeśli ktoś nie potrafi wykonać obliczeń ręcznie na odwrocie starej koperty, temu komputer nie pomoże.

Należy pamiętać, że postęp techniczny źle wykorzystany stanie się schodami Eschera. M. C. Escher był grafikiem znanym z rysunków zawierających iluzje optyczne. Na przykład rysował schody, które pozornie szły cały czas w górę, ale po zakręceniu dochodziły dokładnie do punktu wyjściowego.

Nauczanie matematyki, to nie program z serii reality show, gdzie pan hipnotyzer („Bar bez granic”), używając „wysokiej matematyki” (licząc 1, 2, 3, 4, 5) oddziaływał na uczestników. A tak mówiąc nawiasem, kto wie, czy nie skuteczniejszy byłby wykład w rytmie techno czy rapu. Już śp. prof. Roman Sikorski dawno, dawno temu w swoim toaście (na Zjeździe PTM-u) proponował, aby wykład z matematyki odbywał się w wersji wówczas big-beatowej. Założenia twierzeń śpiewałby (przy akompaniamencie gitary)

asystent, a tezę profesor. No cóż, od czasu do czasu każdy z nas próbuje wprowadzić elementy żartobliwe. Ja na przykład chcąc podkreślić, że przestawienie kwantyfikatorów różnej jakości zmienia sens zdania, mówię, że zdanie „Dla każdego chłopca istnieje dziewczyna, która go kocha” różni się od zdania „istnieje dziewczyna, która kocha każdego chłopca”. To jest inna jakość.

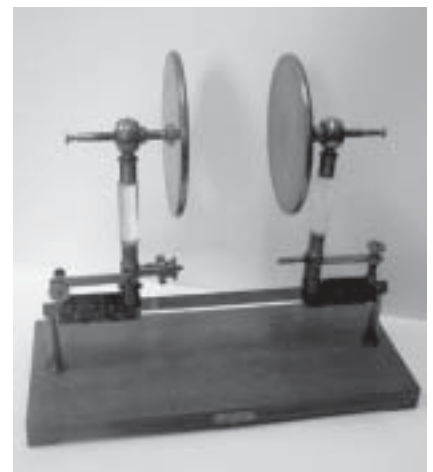
Nie można jednak oszukiwać, że wszystko da się tak lekko, łatwo i bez wysiłku przybliżyć. Nauczenie się pewnych podstaw matematyki wymaga ciężkiej i systematycznej pracy. Aby zrozumieć, a nawet polubić matematykę, trzeba ją poznawać, smakować krok po kroku.

Nie ma tu zastosowania tzw. „teoria jednej nocy” (posiedziś bracie nockę i będziesz miał to z głowy). Nikt nie nauczy się całkować (ze zrozumieniem), nie znając pochodnych, a te wynikają z teorii granic (a nie z tablic str...).

A przy okazji, sprawa tablic stała się szczególna. Gdy zawiedziona brakiem wiedzy pytam moich studentów „co wynieśli ze szkoły?”, słyszę chóralną odpowiedź „tablice”. Rzeczywiście „Tablice matematyczne” stały się nieodłączną „protezą matematyczną” absolwenta szkoły średniej. Krótko mówiąc, cała ich wiedza została stablicowana.

Problem dobrego, powszechnego nauczania matematyki nie jest tylko „sprawą polską” (p. J. Allen Paulos „Analfabetyzm, matematyczny i jego skutki”). Nas jednak nie stać na marnotrawstwo zdolności matematycznych. Jesteśmy po prostu zbyt biedni.

Rola nauczyciela matematyki w uczelni technicznej jest szczególna. Z uwagi na nauczanie na I semestrze I roku jest to także rola wychowawcy. Jak wiadomo, semestr pierwszy ma szczególny charakter. Jest to



Kondensator płaski ( fot. Jerzy Kulas)

spotkanie młodych ludzi z nowym systemem kształcenia. Dość często decyduje to o dalszej edukacji, a nawet życiu. Dlatego też obie role, dla nas nauczających, są niezwykle ważne. Bardzo trudno jest zmienić myślenie nowo przyjętych studentów z „musieć” na „chcieć”. Oni nie muszą studiować, oni powinni chcieć studiować. To ustala cały sens nauczania.

Innym problemem związanym z nauczaniem na I semestrze jest dokonanie selekcji wśród przyjętych studentów. Jest to bardzo trudna (brak egzaminów wstępnych) i niewdzięczna rola. Nie pomagają nam edukacja szkolna, która z roku na rok jest gorsza. Ostatni sprawdzian z matematyki z zakresu szkoły średniej, jaki przeprowadziłam na I roku na kierunku Informatyka (Wydz. ETI), dał niepokojący wynik (ponad 50% ocen negatywnych, w tym 40 prac studentów z oceną celującą ze szkoły średniej). Tematy tego sprawdzianu zostały powtórzone z ubiegłego roku. Wtedy było dużo lepiej. Konsekwencją tej sytuacji może być obniżenie poziomu nauczania. To, co było możliwe 5 lat temu, obecnie nie jest możliwe. Wykład stał się więc pewną „posługą dydaktyczną”. Niestety, dla niektórych jest to ostatnia posługa matematyczna.

Nie pozwala dobrze nauczać także sytuacja, jaka ma miejsce w ostatnich latach w

PG. Po pierwsze, z roku na rok na niektórych wydziałach zmniejsza się liczbę godzin z przedmiotu matematyka (np. 1 godz. ćwiczeń, 3 godzinny wykład tygodniowo). Sądzę też, że 3-godzinny wykład nie jest korzystny dla nauczania matematyki. Trudno jest zmusić słuchaczy do myślenia matematycznego więcej niż 2 godz. Trzecia godzina jest stracona. Nie jest też najszcześniejszy plan: 2 godz. w jednym dniu i 1 godz. w innym czasie. Mimo wszystko dawny wymiar 4 godz. wykładu w układzie 2+2 był najkorzystniejszy.

Często sytuację pogarsza także plan zajęć, na który nie mamy żadnego wpływu. Proszę sobie wyobrazić w tym samym dniu 3-godzinny wykład z analizy mat., a po nim 3-godzinny wykład z algebry. Nawet największy miłośnik matematyki nie wytrzyma.

Dodatkową trudnością w nauczaniu matematyki jest zakres programowy, jaki musimy zrealizować na zajęciach (tego żądają wydziały). Wymaga to od nas biegu na przelaj i na skrót. Czuję się często jak na konkursie zjadania największej ilości pierogów w najkrótszym czasie. No cóż można się zadławić.

Taki rodzaj optymalizacji jest niebezpieczny. Żadne jedzenie nie jest dobre, gdy nie można go posmakować. Wyczuwam, że moi na pewno w większości zdolni studenci

mogliby poradzić sobie z problemami matematycznym i gdyby był czas.

Szanowni panowie, decydujący o nauczaniu, błagam, miejcie litość dla matematyki. Niech zaistnieją warunki realne w jej nauczaniu.

Martwię się, aby nie zaczęło funkcjonować twierdzenie o „lokalnych geniuszach”. Dla każdego istnieje otoczenie, w którym jest najwybitniejszy. Wówczas wykształcenie wyższe może stać się wyżso-podobne. Przeżyłam już czas wyrobów czekolado-podobnych. Nie miały one nic wspólnego ze smakiem czekolady.

Moje obawy wiążą się także z faktem, że uczyć pokolenie, które stanowić będzie intelektualną i materialną przyszłość Polski. Może się więc zdarzyć, że nie otrzymam emerytury i winien będzie komputer.

Pocieszam się jednak, że nawet w najtrudniejszych chwilach mojego życia pomogli mi moi byli studenci.

*Krystyna Nowicka  
Wydział Fizyki Technicznej  
i Matematyki Stosowanej*

PS. Niestety, nie wynalazłam jeszcze tabletki na „Alzheimer matematyczny”



## Nowe formy kształcenia ustawicznego na WFTiMS – Studium Pedagogiczne



**K**ształcenie ustawiczne, przez które rozumie się wszelkie formy działalności edukacyjnej, prowadzone poza standardowym systemem kształcenia stacjonarnego, obejmujące zarówno szkołę podstawową, gimnazjalną, ponadgimnazjalną i wyższą, stało się w ostatnich latach sprawdzonym sposobem podnoszenia kwalifikacji zawodowych.

Konieczność taką, wynikającą zarówno z potrzeby szybkiego przedkwalifikowania się, jak również z nieustannej potrzeby podążania za rozwijającą się wiedzą i zmianami technologicznymi, wymusił obowiązujący obecnie model gospodarki dynamicznie dostosowującej się do potrzeb rynku.

Istotnym elementem kształcenia ustawicznego jest jego dostępność bez wydłużania cyklu kształcenia podstawowego. A zatem tryb studiów zaocznych lub

też wieczorowych ma większe szanse na wypracowanie sobie dobrej pozycji na rynku szkoleń.

W trosce o zwiększenie szans na rynku pracy absolwenta naszego Wydziału powstała idea uruchomienia przy WFTiMS Studium Pedagogicznego specjalizującego się w dydaktyce szczegółowej przedmiotów ścisłych, w tym głównie matematyki, fizyki i informatyki. Wśród ofert tego typu kształcenia ustawicznego jest to propozycja nowatorska.

Zgodnie z rozporządzeniem MENiS z dnia 23 września 2003 r. (Dz. U. z 2003 r. Nr 170, poz. 1655), określającym standardy kształcenia nauczycieli w szkołach wyższych na studiach wyższych zawodowych, studiach magisterskich oraz studiach podyplomowych, kształcenie nauczycieli w zakresie przygotowania pe-

dagogicznego powinno odbywać się na kierunku dającym przygotowanie merytoryczne do nauczania przedmiotu lub prowadzenia zajęć. A zatem najbardziej odpowiednim miejscem na Politechnice Gdańskiej dla kursów pedagogicznych w zakresie przygotowania do nauczania matematyki i fizyki powinien być WFTiMS.

Ważne jubileusze, jakie obchodzi w tym roku nasz Wydział, w tym 30-lecie powstania specjalności Fizyka Techniczna, 20-lecie WFTiMS oraz 5-lecie kształcenia na kierunku Matematyka dowodzą, że dysponujemy wystarczającym doświadczeniem merytorycznym w zakresie przedmiotów matematyka i fizyka. Ponadto Wydział nasz ma kilkuletnie doświadczenie w zakresie nauczania na specjalności informatyka stosowana (wcześniej: fizyka komputerowa). Wysoko