

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Andrzej Lasota

Vzbuzení zájmu o aplikace matematiky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 19 (1974), No. 2, 95--99

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139227>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1974

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

diskuse

Vzbuzení zájmu o aplikace matematiky*)

Andrzej Lasota, Krakov

1. Musím přiznat, že když se mluví o aplikacích matematiky jako o odděleném problému, mám divný pocit, že se tu kamsi vkradlo jakési neporozumění, a to zásadní. Nezávisle totiž na tom, jaké zvolíme stanovisko — formální nebo filosofické — je nesporným faktem, že matematika je nejen součástí naší kultury, ale především metodou a nástrojem těch věd, které zásadním způsobem změnilы svět. Krátce řečeno, hlásím se k názorům té — obávám se — menšiny, která za prvé soudí, že rozdělení matematiky na aplikovanou nebo ne postrádá smyslu, a za druhé, že matematika jako celek je metodou poznávání světa.

Avšak z čistě formálních důvodů budu užívat termínu „aplikace matematiky“ jako synonyma toho mohutného pohybu, který se projevuje ve stále rostoucím zájmu o metody a nástroje matematiky mezi organizátory společenského života, vědci, konstruktéry, organizátory výroby a dokonce i mezi umělci všech zaměření.

Je zajímavé, že tento růst zájmu o matematiku probíhá časově souběžně s jiným mohutným pohybem, který je značně hlubší — a řekněme si to upřímně — značně důležitější. Je jím velmi rychlý rozvoj matematiky samé — chtělo by se zde užít

*) Referát přednesený na konferenci o výchově matematiků ve dnech 12. a 13. 5. 1971 v Sopotu. Přeloženo z časopisu *Wiadomości matematyczne*, svazek *XV*, 1972.

toho trochu již znehodnoceného Kantova termínu „matematiky o sobě“. Nemám v úmyslu tento jev popisovat, účastníme se ho všichni, ale je nutné uvědomit si jeho propagačně didaktické důsledky. Bez toho nelze vysvětlit zájem ani postoj dnešního studenta matematiky. Po zavedení a všeobecném rozšíření nového programu matematiky na střední škole se snad značně zmenší skok z „konkrétní“ matematiky středoškolské do „abstraktní“ matematiky univerzitní. Setření tohoto rozdílu bude mít snad dokonce pozitivní následky; skutečností však zůstává, že dnešní student matematiky je přímo unesen krásou, obecností a majestátní konstrukcí soudobé matematiky. Ze společenského hlediska není zanedbatelným faktem, že mnoho významných studentů fyziky, chemie a také mnoho inženýrů mění svou kvalifikaci a stávají se „čistými matematiky“. Tuto cestu si zpravidla vybírají navzdory hmotným, ba dokonce i společenským „antiimpulsům“. Tito lidé jsou v důsledku známého komplexu neofyta*) zpravidla nejvíce vzdáleni od zájmu o aplikace.

Bez významu přitom není ani kouzlo matematického prostředí samého. Nejde mi zde jen o světovou úroveň polské matematiky, ale také o skutečnost, že čelní polští matematikové zavedli styl, který přikazuje chovat se ke každému stejně, bez ohledu na jeho profesorskou aureolu, a který přikazuje vidět ve studentovi kolegu.

Jestliže tedy chceme skutečně vychovávat matematiky, kteří by se zajímali o aplikace, je první základní podmínkou nejen zavedení předmětů, které by ukazovaly matematiku jako nástroj poznávání skutečnosti, do univerzitního programu výuky matematiky na všech zaměřeních, ale také

*) Neofyt — v křesťanské církvi novokřtěnec, nový člen církve; přen. nový člen organizace.

vhodný výběr těchto předmětů a pečlivě vypracování programu.

Žalostné experimenty s kyvadlem, kalorimetrem a skutečně fantasticky nesmyslná „diskuse chyb“, kterými svého času fyzikové častovali v rámci prvního praktika studenty matematiky, zpravidla vyvolávaly tragické následky. Zesměšňovaly fyziku a především ty, kteří by se na ní chtěli dívat očima matematika.

Jsem plný obdivu ke všem studentům základních a středních škol, kteří obětují nezanedbatelnou část svého života na zvládnutí obrovského matematického materiálu, kterého se později užívá, jemně řečeno, v minimálním rozsahu. Rozhodují zde důležité světonázorové a metodologické příčiny. Proč tytéž příčiny nenutí k seznámení studenta matematiky – když již ne se základy – tedy aspoň s existencí kvantové mechaniky?

Jaký smysl má výklad teorie parciálních rovnic nepodepřený příslušnými znalostmi z fyziky? Teorie parciálních rovnic je samozřejmě částí matematiky, nikoli fyziky, ale bez příslušné fyzikální intuice je matematik pracující v tomto oboru prostě bezradný. A dovedeme-li podat výsledek tak, aby student nedostatek této intuice nepocítoval, je to – neváhám toho slova užít – demoralizace. Tak jako by byl demoralizací výklad z algebry, ve kterém by se učilo pouze zručnému výpočtu determinantů (bez užití samočinných číselových počítačů).

Závěr je jediný, zmínili se o něm ostatně v rozmluvách se mnou studenti. Je nutný obšírný výklad teoretické fyziky, který by prováděli, pokud je to možné, matematické. Ještě jedno: nemyslím, že každý student matematiky v sobě musí během studií vypěstovat těžké umění myslet fyzikálními kategoriemi. Myslím však, že studentům

musí být dána příležitost tohoto umění nabyt. Je pravda, že kariéru v matematice dnes dělá myšlení kategoriemi algebry a ne mechaniky, ale souvislost s přírodními vědami je (necht' mi tuto ostrou formulaci prominou ti, kteří mají zcela jiné názory na toto téma) rozhodující věcí pro postavení matematiky mezi jinými vědami.

Ostatně bez ohledu na to, jakou roli připisujeme intuici fyzikálního typu v matematickém myšlení, je hotovou skutečností, že mnoho předních matematiků ji užívá. Nadto ještě v některých matematických střediscích vedou matematické přednášky a semináře z teoretické fyziky; tuto skutečnost je možné uznat ne-li za renesanci, tedy alespoň za zvěstovatele renesance v universitním vzdělávání matematiků. Slovo fyzika bych chtěl interpretovat v co nejširším smyslu; užívám je prostě jako zkratku nahrazující vyjmenovávání všech přírodních věd, které užívají matematických metod.

Expanze matematiky se neprojevuje v současnosti pouze ve zdokonalování metod, v rozvoji aparatury, která dovoluje snadno řešit úlohy, vůči nimž byl člověk ještě před nemnoha lety bezradný, ale – což je třeba z hlediska teorie poznání uznat za nejzajímavější – projevuje se také intenzivnější matematizací společenských a humanitních věd, matematizací procesů plánování, kontroly a řízení výroby. Exploze pravděpodobnostních metod ve vnějším světě má zase souvislost s rozhodným rozvojem pravděpodobnosti jakožto matematického oboru, který se stává stále příhodnějším nástrojem řešení problémů čistě matematických. Pro správné vzdělání matematiků je tedy nutné seznámat je v daleko větší šíři s metodami statistiky, teorie rozhodování, teorie her a teorie optimální regulace.

Zavedení těchto programových změn, které by studentu daly možnost, aby se seznámil se všemi zde vyjmenovanými předměty kvantovou mechanikou počínaje, nelze samozřejmě provést na úkor zmenšení okruhu jeho znalostí z jiných základních matematických disciplín. Student přece musí stačit zvládnout materiál předpokládaný studijními plány během pěti let, a je jasné, že mu nestačí čas na to, aby se naučil všechno. Východisko z tohoto dilematu je jednoduché a prakticky ověřené na mnoha pracovištích; je jím pružnost studijních plánů, která dává studentovi velkou svobodu výběru zkušebních předmětů. Tato pružnost programu je v rámci jedné university omezena kádrovými možnostmi, a proto musí pro její plnou realizaci mít vysoké školy svobodu v sestavování studijních plánů, které by odpovídaly profilu a možnostem školy. Je to jediné východisko odpovídající potřebám praxe. Jednodušeji řečeno, je to jediný způsob, jak společnosti dodat nezbytné specialisty a jak dát studentům možnost vědeckého vývoje, který by se shodoval s jejich individuálními zájmy. Nezdá se, že by současná zásada vyučovat na každé universitě ve třech zaměřeních a dost ztrnulým, předem schváleným programem uspokojivě realizovala tuto zásadu pružnosti. Formulujeme-li totiž problém co nejdelikátněji, není možné v rámci jednoho zaměření vychovat specialisty v nejméně několika desítkách vědeckých disciplín, které dohromady nesou název aplikovaná matematika, i když se tomuto zaměření dá sebeatraktivnější název.

2. Je truismem*), že matematikové představují ve společnosti jako celku výraznou

menšinu. Je truismem, že představují menšinu mezi lidmi, kteří profesionálně a každodenně užívají matematiky. Začíná však již být truismem, že matematikové jsou menšinou mezi lidmi, kteří provádějí výzkum v oboru matematika. Prosim za prominutí, to není matení pojmů! Matematickem rozumím podle definice ne osobu, která získává a publikuje „výsledky z oboru matematika“, ale někoho, kdo přitom rozumí matematickému textu – aspoň tomu, kterého užívá.

Dovolím si ocitovat úryvek předmluvy k jedné z nejpotřebnějších knih, které se v poslední době objevily na našem vydavatelském trhu. Je to *Úvod do teorie stochastických procesů* od GICHMANA a SKORCHODA. Tento úryvek zní: „Z hlediska způsobu výkladu látky lze existující literaturu rozdělit na dvě skupiny. První skupina se skládá z důstojných, rozsáhlých monografií, které jsou příliš obtížné, než aby jich mohl užít čtenář, který se poprvé setkává s teorií stochastických procesů. Druhou skupinu tvoří knihy elementárního charakteru a učebnice napsané s inženýrským stupněm přesnosti.“ Z diplomatického hlediska je formulace nádherná. Nejvíce těší onen „inženýrský stupeň přesnosti“. Skrývá se však za tím smutná pravda:

1. Matematikové nepíší knihy srozumitelné nematematikům.

2. Povstala ohromná literatura z oboru matematika, možno-li to tak nazvat, napsaná nematematiky pro nematematiky.

3. Povstala armáda lidí produkujících „tvrzení“ a dokonce celé „matematické teorie“, nejčastěji špatně upřesněné, často neplatící, zpravidla týkající se věcí již dávno vyřízených. Jsou to lidé, kteří tvoří „matematiku“ nejen bez jakéhokoli matematického vzdělání, ale dokonce aniž by cítili jeho potřebu.

*) Truismus — všednost, banálnost, často opakovaná řeč; všední, obvyklé rčení (Dr. L. Rejman: Slovník cizích slov, SPN 1966).

Pro matematiky z povolání tato literatura neexistuje. Věc celkem pochopitelná. A obráceně zase pro „výzkumníky“ specializující se např. na teorii stochastických procesů po přečtení knihy napsané s „inženýrským stupněm přesnosti“ neexistuje ani teorie míry, ani funkcionální analýza, ani žádný jiný jazyk, v němž může matematik o stochastických procesech mluvit. Pro filosofa je to situace možná zajímavá – je to realizace, a to v rámci jedné vědy, platónské koncepce koexistence dvou světů. Pro mladého matematika, který se chce věnovat aplikacím, tato situace zábavná není, protože mu prostě chybí společný jazyk.

Situace je velmi vážná. Společnost není schopna posoudit, kdo má pravdu. Může se stát, a dokonce se již stává (naštěstí však, pokud mi je známo, ještě ne v Polsku), že pseudomatematice a pseudomatematikům – zpravidla početnějším a energičtějším – se podaří přesvědčit společnost, přesněji řečeno ty, kteří vědecký a kulturní život společnosti organizují, že jsou to oni, kteří mají pravdu. Nevidím naději, že by bylo možné očekávat, že experiment svrhne jejich panování; čím je totiž teorie méně upřesněna, tím snadněji se dá přizpůsobit experimentu. Je mým hlubokým osobním přesvědčením, že široce organizovaná akce výchovy matematiků-specialistů v aplikacích by mohla situaci radikálně ozdravit. Věřím totiž nejen v moc matematického myšlení, ale i v kouzlo matematiky samé, kterému podléhají nejen ti, pro něž je matematika cílem, ale i ti, pro něž je prostředkem.

V tomto ohledu je zvláště cennou příležitostí tendence k vytvoření studia matematicko-technického. Myslím, že by Polskie Towarzystwo Matematyczne mělo věnovat tomuto studiu zvláštní péči. Příznivou okolností je skutečnost, že v tomto

studiu je matematický program různorodý a že jeho realizace se budou moci účastnit specialisté z mnoha matematických disciplín, netradičních z hlediska technického vzdělání.

3. Zvláštním obtížným problémem je otázka přímé spolupráce matematika s průmyslem. Nejde mi tu samozřejmě o specialisty z oboru informatika, kteří během studia nabývají znalostí, které aspoň do jisté míry souhlasí s jejich budoucími odbornými potřebami. Jiní jsou v situaci méně nebo více náhodné. V závislosti na smyslu pro humor a také ovšem na kádrových potřebách příslušného ředitele píší buď vlastní práce, nebo poskytují konzultace, nebo se prostě zabývají úřednickou prací, která nemá nic společného s jejich kvalifikací. Akce, kterou Polskie Towarzystwo Matematyczne začalo na sjezdu v Katovicích, byla ovšem základním krokem, který umožní zaujmout těmito lidem jim náležití postavení a dá jim možnost postupu. Nebudu se zde zabývat technickými detaily, které souvisejí se sítí míst, nomenklaturou funkcí, a konečně s organizací pracoviště v podobě vhodné aparatury a knihovny. Jsou to záležitosti důležité, základní, které mají význam nejen pro ty, kteří již nyní pracují, ale především pro ty, kteří stojí před rozhodnutím vybrat si povolání matematika-technika. Je však ještě jedna věc, ve které nejen neexistují vyhraněné názory, ale obávám se, že již jejich načrtnutí vyžaduje ostrou, zásadní diskusi. Je to otázka hodnocení vědeckých prací v oboru aplikací. Zde se lze setkat s názorem, že aplikace známých matematických metod v kterémkoli odvětví techniky nebo v jakékoli situaci, pokud není spojeno s nutností vytvoření nebo aspoň se zdokonalením existujících teorií, není již matematická práce. V souvislosti s tím není možné práce takového typu kvalifikovat jako důvod k vědec-

kému postupu v oboru matematika. Samozřejmě lze také mít názor, že účinné aplikování matematiky v jakékoli situaci, v níž ještě aplikována nebyla, je věcí velmi obtížnou, vyžadující speciální, vzácný talent a že výsledek tohoto druhu by měl být vysoko oceněn.

Jsem úplně na straně přívrženců tohoto posledního hlediska. Jde však i o to, že obtížné je nejen aplikování matematiky v nových situacích, ale že je obtížné i hodnocení výsledků tohoto druhu. Je nutné, aby alespoň v první fázi rozvoje průmyslové matematiky byla zachována co největší

opatrnost a aby hodnocení prací tohoto druhu prováděli především matematikové.

Vyslovené poznámky bych chtěl zakončit dost zásadním zdůrazněním svého stanoviska. Snažil jsem se je charakterizovat v úvodu. Jsem přesvědčen, že vlastně existuje pouze čistá matematika nebo prostě matematika. Myslím však, že v zájmech matematiky samé je zdůraznit tu část matematické činnosti, která dovoluje těsně spojovat matematiku se základními potřebami společnosti.

Přeložil Ilja Černý

vyučování

Co nového přináší Nico?

Jan Vyšín, Praha

Vracíme se k informaci o pěti číslech časopisu Nico, kterou jsme otiskli v 6. čísle minulého ročníku Pokroků a kde jsme čtenářům slíbili podrobnější výtah ze stati L. BUYSTA.

Článek L. Buysta o kódování ukazuje, že jde o tematiku matematicky ne příliš náročnou, která souvisí s různými úseky současné školské matematiky (poziční soustavy; algebraické struktury, zejména vektorový prostor, metrický prostor, maticová algebra aj.), která náleží plně do aplikací a může se probírat tak, že žáky zaujme. Menší část článku se dá uplatnit na úrovni I. cyklu, větší část na úrovni II. cyklu; celý článek je vhodná četba pro učitele.

Základní problém je přenos depeše způsobem, který je technicky snadno realizovatelný, umožňuje při příjmu odkrýt chyby a většinou je i opravit.

Depeše, kterou máme přepravit nebo uschovat do paměti počítače, je sestavena z výchozích symbolů (písmen, číslic nebo jiných znaků); tyto symboly převedeme v jiné symboly, vhodnější pro přepravu, nazývané kódová slova (mots-code). Kódové slovo se skládá z elementárních znaků (bits). Kódování je tvoření kódových slov (překlad depeše) podle určité instrukce, zvané kód. Po přenosu nebo vyzdvihnutí depeše z paměti počítače následuje tzv. dekódování, tj. překlad depeše do výchozích symbolů. Příkladem nedokonalého kódu je Morseova abeceda.

Článek se omezuje na kódy těchto vlastností:

- a) všechna kódová slova zvaná bloky mají stejný počet n elementárních znaků;
- b) jsou jen dva typy elementárních znaků, které se zapisují 0,1; každý blok je tedy uspořádání n -tice znaků 0,1. Kódová slova lze tedy pokládat za ob-