

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

M. Jevgrafov

A šlo vůbec o manželství?

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 26 (1981), No. 5, 280--284

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138732>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1981

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>

matem. To ovšem neznamená, že by pochopení matematických přístupů k tomu či onomu problému přestalo být podstatným pro každého přírodovědce a technika. Je však pravděpodobné, že přednášky z matematiky na technikách a tím spíše vyučování matematiky ve školách budou v nejbližších letech podrobeny změnám.

Když rozvod, tak rozvod. Čistá matematika není předmětem, který by si středoškoláci snadno osvojovali. Její zvláštností je hledání nových algoritmů a nikoliv uchovávání algoritmů již známých. A vzdělání si může klást za cíl (pokud se na věci díváme realisticky) jedině druhý z těchto úkolů.

Dokud nedošlo k rozvodu, nebyly o oprávněnosti čisté matematiky žádné pochybnosti. A nyní? Měli by se lidé zabývat čistou matematikou jen v době volna, kdy nemají nic užitečného na práci? Nikoliv, postoj k tomuto vědnímu oboru by měl být zřejmě takový jako k umění. Kulturní fronta představuje určitý jednotný celek. I zdánlivě nejrozdílnější její součásti se navzájem ovlivňují. Důležité je jen jedno – do oboru, který je vzdálený praktickému významu by měli být připuštěni jen lidé talentovaní, do morku kostí oddaní své vášni.

A praktické důsledky? O nich jsem se již zmínil výše. Myslím, že výuka matematiky pro žáky, kteří mají v kapsách malé počítače, by se měla hodně lišit od vyučování z dob, kdy žáci používali jen logaritmická pravítka a tabulky. Patrně je třeba při hodinách matematiky řešit méně úloh a snažit se jen o to, aby student obohatil svůj každodenní slovník o matematické termíny, aby pochopil podstatu matematických pojmů a idejí. A úlohy – inu, budeme je muset oželeť. Stěží je budeme někdy potřebovat. Alespoň mi to tak připadá. Je docela možné, že se mylím.

Ale rozvod vždy staví nové problémy, nejen před přímými účastníky, ale i před jejich blízkými. Takže se je o co přít.

A ŠLO VŮBEC O MANŽELSTVÍ?\*)

*M. Jevgrafov, profesor, doktor fyzikálně-matematických věd*

**O matematice a matematicích**

Profesor A. Kitajgorodskij žádá „rozvod“ mezi matematikou a ostatními vědami. Ale existovalo zde vůbec nějaké manželství? Pro vyjasnění podstaty věci vyslovíme tři nepopíratelná tvrzení:

1. Ani jeden výsledek čisté matematiky není v praxi aplikován dříve než za 50 let od svého vzniku.

2. Asi 99 procent všech výsledků v čisté matematice je za 50 let úplně zapomenuto.

3. Ani ten nejkrásnější matematický výsledek neposkytne estetický požitek více než stu současníků.

Je možné, že se tato tvrzení budou zdát některým matematikům příliš pesimistická, ale když se trochu zamyslí, budou s nimi muset souhlasit.

Z těchto tvrzení je zřejmé, že pokud jde o absenci bezprostředního užitku, výsledky v matematice daleko předčí téměř kterýkoliv druh lidské činnosti. Jestliže vezmeme na matematiku umělecká měřítka, pak svou nedostupností pro široké masy vede o sto bodů před kterýmkoliv směrem abstraktního umění.

\*) M. JEVGRAFOV: *A byl-li brak?* Liter. gazeta č. 49, 5. 12. 1979.

Zdálo by se, že věda s takovými vlastnostmi prostě nemůže existovat. Přesto, nejenže již existuje celá tisíciletí, ale dokonce nese pyšný název královny věd. Jak se dá vysvětlit tento paradox? Zdravý rozum nám říká, že pro další zajištění své existence musí matematika přinášet vedle svých neužitečných (pro současníky) výsledků ještě i nějaké jiné plody dávající bezprostřednější užitek. Takové plody existují. Jsou to – matematikové.

Jestliže se zeptáte matematika, co je to matematika nebo co je jejím cílem, dostanete mnoho různých odpovědí (a mnohé z nich ve vás vzbudí představu bláznivce). Jestliže se však zeptáte matematika, čím se zabývá, dostanete od každého jednu a tu též odpověď. Matematik přemýšlí. Hledá řešení obzvlášť těžkého, neobyčejného problému (nad obyčejnými problémy matematikové nepřemýšlejí – rovnou píší jejich řešení). Obvyklým zaměstnáním matematika je trénovat svůj intelekt při řešení těžkých a nestandardních úloh. Je přirozené, že po deseti letech takového tréninku se člověk stane nevšedním odborníkem na řešení hlavolamů. Je neméně přirozené, že takový odborník je schopen čas od času přinést velmi citelný a bezprostřední užitek (vzpomeňme si na Archiméda, který podle pověsti zapálil nepřátelskou flotilu).

Odborníci na vytříbené myšlení, zpravidla brousíci svůj rozum na řešení neužitečných problémů, existovali ve všech etapách vývoje lidské společnosti. V dávných dobách se jim říkalo mudrci.

#### **K čemu jsou dobří?**

Některým čtenářům bude tato otázka připadat téměř jako rouhání. Očekávaná odpověď – že totiž takových lidí je za-

potřebí při každé práci a že čím jich bude více, tím lépe – je však zcela mylná. Právě z toho důvodu se o mudrcích mluví nejen s respektem, ale i s ironií.

Objasníme, v čem to je.

Obtížné a nestandardní úlohy se v lidské činnosti vůbec nevyskytují tak často. Dokonce i v případě, že důležitý technický pokrok je spojen s řešením takového problému, pouhé teoretické řešení tvoří jen malý článek celého procesu. To ostatní je obrovské množství rutinní práce. Lidé trénovaní v řešení obtížných nestandardních úloh jsou nezpůsobiví k rutinní práci (nabízí se nám omšelé srovnání se závodním koněm zapřaženým do povozu). V lepším případě takovou práci vykonávají špatně, v tom horším ji přemění na složitou a zamotanou hru.

Dále, dokonce i při řešení obtížných nestandardních úloh jsou možnosti moderních matematiků, stejně jako byly možnosti starověkých mudrců, velice omezené. Síla mudrců záleží jen v umění usuzovat, ale nemohou sami vytvářet fakta (starověcí mudrci nemohli přeměnit olovo ve zlato). Veškerý matematický arzenál, kterým disponují moderní mudrci, také nemůže vytvořit nová fakta. Toho si musí být vždy vědomi praktikové, kteří se obracejí o pomoc k matematikům.

Avšak v žádném případě bychom neměli podceňovat mistrovství matematiků v umění usuzovat. Včasná konzultace praktika s matematikem téměř vždy přináší zjevný ekonomický efekt při naprosto zanedbatelném úsilí ze strany matematika. Bohužel, konzultace tohoto druhu nejsou mezi praktiky nijak zvlášť populární, a to z určitých psychologických důvodů. Příčina je v tom, že každý vědec si o sobě myslí, že dovede uvažovat. Během besedy s matematikem se praktik brzy přesvědčí, že zdaleka není mistrem tohoto umění. Úči-

nek, který to má na jeho sebelásku, zdaleka nepatří k těm příjemným. Postižení praktické proto mluví o „matematické namyšlenosti“. Je zřejmé, že existuje nepříliš složitý způsob řešení tohoto psychologického problému. Konzultace s vynikajícími matematiky by se měly konat s pomocí prostředníků. Zvýšení časových nároků by nebylo nijak hrozné a takové konzultace by se staly krásnou metodou vzdělávání prostředníků – začínajících matematiků.

Za zmínku stojí ještě jedna psychologická zvláštnost povahy matematiků, se kterou by se mělo počítat při jejich využívání. Pěstování matematiky ještě více než pěstování kterékoliv jiné vědy rozvíjí nedůvěru k autoritám a posiluje důvěru ve vlastní úsudek. U vynikajících matematiků to vede k projevům blízkým velikášství. Každý vynikající matematik se vědomě považuje za talentovanějšího, než jsou jeho kolegové, nemluvě již o představitelích jiných věd. Jestliže jednotliví matematikové o tom přímo nemluví, je to jen proto, že jsou to dobře vychovaní lidé.

Čtenáře napadne přirozeně otázka: nedá se z matematiků získat více bezprostředního užitku? V zájmu toho by nejspíše navrhli: nedovolte jim, aby se zabývali svou neužitečnou vědou; ať něco dělají.

Na to bych odpověděl jednoduchou analogií. Aby si cirkusový žonglér udržel svou formu, musí trénovat 5–6 hodin denně. Matematik, který se nezabývá matematikou, také rychle ztrácí formu a tím i podstatnou část své hodnoty.

### O efektivnosti a plánování

Ale jak lze plánovat vědeckou práci matematika?

Začneme s matematiky průměrné úrov-

ně. Žonglér má proti teoreticky pracujícímu matematikovi jednu podstatnou výhodu. Při pravidelném tréninku mu jde všechno dobře. Matematikova normální tvůrčí práce nevede v 98 procentech vynaloženého času vůbec k ničemu, ale přesto je jeho povinností dále přemýšlet a hledat. Střední délka takových bezúspěšných období bývá 2–3 měsíce. Taková práce není pro lidi slabší natury. Většina lidí, kteří dostali matematické vzdělání a mají matematiku rádi, není s to snést režim tvůrčí práce matematika. Tito lidé mají dostatečně široké matematické poznatky, mohou pokračovat v rozšiřování svých znalostí, mohou velice dobře přednášet, mohou se přeskolit na znamenité praktiky jakéhokoliv zaměření. Pouze nemohou teoreticky pracovat v matematice. Nicméně se ve všech vysokých školách a vědeckovýzkumných ústavech zakořenila chybná praxe žádat od přednášejících a vědeckých pracovníků právě takovou vědeckou práci a klást to jako nutnou podmínku pro jakýkoliv služební postup. Jestliže se vezme v úvahu neužitečnost vědeckých výsledků matematika (ve výše zmíněném smyslu), vidíme, že tato chybná praxe je nejen bezohledná, ale i nesmyslná. Přímou vybízí ke klamání.

Jakékoliv rozumné požadavky na zvýšení vědecké úrovně přednášejících a vědeckých pracovníků – řekněme hluboké studium doplňkových matematických disciplín (včetně skládání seriózních předepsaných zkoušek) – by u nikoho z nich nezbudily protest. Splnění takových požadavků by jistě zvýšilo efektivnost jejich práce.

S matematiky vyšší úrovně to není o nic lepší. Dokonce budeme-li předpokládat, že jejich výsledky se dostanou do toho jednoho procenta, o kterém se bude mluvit ještě za 50 let, plánování jejich

výsledků je nesmyslný klam. Mnohem užitečnější by bylo zorganizovat systém konzultací pro všechny praktiky, kteří si to budou přát. Takový systém by měl zahrnovat, jak jsme se již zmínili, prostředníky, jejichž úlohu by mohli plnit žáci vynikajících matematiků. Bylo by správné, aby takové konzultace byly honorovány. V tom případě by Matematický ústav AN SSSR získával nemalé příjmy.

Zmiňme se při této příležitosti o jedné velké ekonomické přednosti matematiky — o její levnosti. Zabýval se jí jako koníčkem může kdokoliv. Vládu také nepřijde příliš draho. Například jediným místem v Moskvě, kde se za práci v čisté matematice pobírá plat, je již zmíněný Matematický ústav, jeden z nejmenších a málo bohatých ústavů Akademie věd.

#### Co nového přinesl počítač?

Stejně jako před příchodem počítače, tak i po něm bylo jedním ze základních problémů matematika najít si zaměstnání. Protože místa, kde by se platilo za práci v čisté matematice, téměř neexistují, dochází tak ke styku matematiků s praxí.

Než se objevily počítače, probíhal tento styk jedním ze tří způsobů. Větší část matematiků šla učit na techniky. Menší část jich odešla do výzkumných ústavů, kde se poměrně rychle přeškolili z matematiků na fyziky, inženýry apod. Ještě menší část odešla pracovat do málo početných výpočetních organizací.

Co se změnilo s příchodem počítačů? Výběr zůstal stejný jako dříve, ale množství pracovních míst v třetí kategorii se silně zvětšilo. Dokonce významně převýšilo počet míst, která jsou nutná pro plnění rutinních úkolů. Proto se začaly rychle rozvíjet nové obory matematiky, jež byly

tak nebo onak svázány s počítači. Tyto obory — hlavně kybernetika a aplikovaná matematika — jsou dnes již plně rozvinuty. Pokud jde o stupeň praktické neúčinnosti (opět ve výše zmíněném smyslu), výsledky v těchto disciplínách již zcela dostihly úroveň čisté matematiky, i když pokud jde o hloubku a obtížnost, ještě poněkud zaostávají. V současné době se vynikající specialista v aplikované matematice nedá prakticky rozlišit od specialisty v čisté matematice. Praktikové je od sebe nerozeznají.

Podívejme se nyní, co se změnilo s příchodem počítače z hlediska praktiků. Připomeňme hned na začátku, že je všeobecně rozšířeným omylem, že by počítač řešil úlohy. Počítač dovede jen velmi rychle provádět výpočty podle předepsaného programu. Jakákoliv úloha, kterou praktik předloží k řešení, musí být nejprve matematicky zpracována. Jestliže byly podobné úlohy již vícekrát řešeny dříve, pak existují standardní programy (něco jako hotové vzorce pro řešení) a předběžné zpracování je celkem jednoduché. Provádí je programátor. Jestliže standardní programy pro řešení neexistují, pak je předběžné zpracování zjevně složitější: to už si žádá pozornost matematika (obyčejně specialisty střední kvalifikace). Podle složitosti úlohy může takové předběžné zpracování trvat od 2–3 měsíců do 2–3 let. Nakonec může nastat ještě horší varianta: úloha předložená praktikem může být nesprávně položena nebo se může ukázat obzvlášť obtížnou pro řešení. Potom zbývá tradiční osvědčený prostředek — intervence matematika s vysokou kvalifikací.

Počítač umožnil řešit více úloh a složitější úlohy. Tím se zvětšil i počet úloh, které nematematikové neumějí správně zformulovat. Současně se s příchodem počítačů zvětšila potřeba, aby se lidé

z praxe radili s vysoce kvalifikovanými matematiky. Přitom tak jako dříve zaměření teoretické práce matematika nehraje zvláštní roli. Důležitá je jen trénovanost intelektu a šířka znalostí v klasické matematice.

Čtenář si již pravděpodobně všiml, že naše závěry o úloze počítačů ve vzájemných vztazích mezi matematiky a praktiky jsou zcela v rozporu se závěry A. Kitajgorodského.

V článku profesora A. Kitajgorodského se připomínalo přání odebrat matematikům přednášky z matematiky pro fyziky

a techniky. Řeknu jen tolik, že způsob myšlení reformátorů tohoto druhu se téměř neliší od způsobu myšlení hrdiny jedné lidové bajky, který snědl dva krajíce chleba a zůstal hladov; potom snědl ještě preclík, nasýtil se a došel k názoru, že neměl ztrácet čas s chlebem, ale měl rovnou začít s preclíkem.

Nicméně o vyučování matematice na vysokých školách technických by se hovořit mělo. Je zde mnoho problémů. Ale tato otázka si vyžádá zvláštní článek.

*Přeložil Oldřich Kowalski*

---

Jedním ze způsobů, jak „otevřít“ matematiku pro vnější svět, je „otevřít“ vyučování matematice směrem k vyučování ostatním předmětům. ... Učitel matematiky bude přítom často matematickým rádce svých kolegů a ti mu naopak poskytnou příklady nebo náměty pro zajímavé úvahy.

Základní matematické pojmy, jako jsou množina, číslo, prostor, lze považovat za modely určitých stránek světa, který nás obklopuje. To není pouhá banalita, ale má to svůj význam pro řadu stránek vyučované látky, které se velmi často zanedbávají, protože látka se nepodává jinak než jako deduktivní teorie. ... Na prvním a druhém stupni škol by se patřilo mluvit nikoliv o matematice a učitelu matematiky, ale o matematizaci a učitelu matematizace.

*J. Kuntzmann*

Každý problém, který zahrnuje numerická data nebo prostorové vztahy anebo vyžaduje pečlivou logickou analýzu, je pravděpodobně kandidátem na matematické zpracování. Každý ví, že elementární aritmetika je každodenní nutnost a že vyšší matematika je nepostradatelná ve vědách a mnoha odvětvích průmyslu i ekonomiky. Avšak i středoškolská matematika kromě toho, že zahrnuje mnoho krásného a že je podstatným a nezbytným základem pro mnohé, kteří chtějí dále studovat, má přímé aplikace v mnoha běž-

ných lidských činnostech, např. v oblastech obchodu a zaměstnání, osobních financí a osobní spotřeby, domovních prací, sportu, zájmové činnosti apod. Potenciální aplikace středoškolské matematiky v těchto sférách mohou mít nejrozličnější stupeň obtížnosti, mohou vycházet z přímého užití jednoduché matematické myšlenky nebo postupu a vést přes řadu mezistupňů až k „dokonalému“ matematickému modelu.

*H. O. Pollak*

Na každém stupni života je člověk nucen se rozhodovat; mnohá z učiněných rozhodnutí by byla daleko racionálnější, kdyby se k nim přistupovalo kvantitativně. Na úrovni jednotlivce jde o úvahy typu: řidič, který jede na dálnici, si musí být jist, že má dostatek pohonných hmot k dalšímu čerpadlu, zákazník se musí rozhodnout, zda má dostatek peněz k zaplacení nákupu apod., zatímco chybné rozhodování přivádí do nesnází. Každý se musí umět rozhodovat, zda koupí auto na splátky či na základě jednorázové půjčky z banky, zda je pro něho lepší koupit si televizor nebo si ho jen pronajmout, měl by vědět, jaký druh topení je vhodnější z hlediska jeho životního standardu apod. A pokud jde o rozhodování méně osobní — např. každý podnik neustále rozhoduje, co vyrábět, zda je lepší koupit to či ono nové zařízení apod. Tyto úvahy lze dovést až do nejvyšších oblastí řízení společnosti.

*P. J. Hilton*