

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

M. Postnikov

V zajetí náhodných metafor

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 26 (1981), No. 6, 342--345

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138008>

## 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>

---

## diskuse

*V tomto čísle otiskujeme druhou část diskuse o matematice a jejích aplikacích z časopisu „Literaturnaja gazeta“. První část jsme publikovali v předchozím čísle PMFA.*

### V ZAJETÍ NÁHODNÝCH METAFOR\*)

*M. Postnikov, profesor, doktor fyzikálně matematických věd, laureát Leninovy ceny.*

Neexistuje patrně jiný obor lidské činnosti, o kterém by laické představy byly tak vzdáleny skutečnosti, jako je tomu v případě matematiky. Dokonce lidé, kteří se pokládají za docela inteligentní, se domnívají, že matematika je sbírkou nejnudnějších vzorců a dlouhých únavných výpočtů a že na rozdíl od hudby, výtvarného umění a literatury o ní kulturní člověk nepotřebuje vůbec nic vědět a přesto zůstává „kulturním“. To má mnoho příčin. Hlavní příčinou je, že vyučování matematice ve škole a bohužel i na mnoha vysokých školách technického zaměření zůstává fakticky na úrovni 17. století a více než třistaletý rozvoj matematických idejí a metod je stále pro absolventy „terra incognita“.

Málokdo z nematematiců ví, že moderní matematika je především vědou o kvalitativních stránkách jevů a že číslo je pouze jedním ze způsobů vyjádření kvality a zdaleka ne tím hlavním. (To si poprvé jasně uvědomil asi před sto lety fran-

couzský matematik Poincaré, jehož význam v dějinách vědy, jak se postupně stává zřejmým, se dá srovnat s významem Newtona a Leibnize.)

Ani profesor Kitajgorodskij nedochází k takovému pochopení podstaty matematiky. Výchozí myšlenka jeho článku záleží v „provedení přesné a nedvojsmyslné dělicí čáry, dokonce ne čáry, ale hradby mezi těmito dvěma naprosto různými vědními obory“ („čistou“ a „aplikovanou“ matematikou). Hle, v tom leží kořen všeho! Ve skutečnosti nejsou žádné dvě matematiky – „čistá“ a „aplikovaná“ –, ale je pouze jedna jediná matematika. A jestliže profesor stuttgartské univerzity Roggenkamp, na nějž se odvolává A. Kitajgorodskij, tvrdí něco opačného, dokazuje to jen to, že titul „profesor stuttgartské univerzity“ je stejně slabou záštitou proti omylům jako kterýkoliv jiný titul.

Otevřená odpověď na článek A. Kitajgorodského byla dána v článku profesora M. Jevgrafova. Souhlasím téměř se všemi jeho tvrzeními. Ale zdá se mi užitečné podrobněji objasnit, co je to matematika.

**Aby bylo možno pochopit**, studovat a využít nějaký přírodní (nebo společenský) jev, k tomu vede pouze jedna cesta – sestavit jeho model (v širším smyslu je již modelem jakýkoliv slovní popis). Model by neměl být příliš jednoduchý – jinak nám mohou některé podstatné stránky jevu uniknout. Neměl by být ani příliš složitý – takový model bychom nemohli studovat. Zkušenost ukázala, že při studiu rozličných problémů mohou vznikat podobné modely a že výsledky získané v rámci jednoho modelu mohou být využity v modelu druhém. Proto se stala nezbytnou věda, která by zkoumala *schémata* modelů nezávisle na jejich konkrétní realizaci. A tou je matematika.

---

\*) M. POSTNIKOV: *V plenu slučajnych metafor*. Liter. gazeta č. 5, 30. 1. 1980.

Z počátku se matematika zabývala nejednoduššími, tj. číselnými modely. Nyní se těžiště jejího zájmu přeneslo na modely složitější – na modely kvalitativní.

Matematikové detailně studují existující schémata modelů a zobecňují zkušenosti z jejich aplikací. Výsledkem jsou určité recepty, které se praktikům jeví jako matematické metody zkoumání (například: abychom našli objem, musíme vypočítat integrál). Předmětem výuky matematiky ve školách a na technikách jsou v podstatě takové recepty. Jejich použití (řekněme určení optimálního tvaru krabice) již ovšem není věcí matematiků, stejně tak jako ušití šatů podle stříhu není věcí módního návrháře.

Ale rozličných schémat modelů nashromážděných v matematice je takové množství, že je praktik (řekněme inženýr) nemůže všechny znát. Proto druhým úkolem matematiky je, aby pomohla praxi vytvořit modely podle schémat, která dosud nejsou všeobecně známa. K tomuto cíli se v matematice studují nejen schémata reálných modelů, ale i schémata schémat, schémata schémat schémat atd., až do nekonečna. V praxi to pak vede k získávání zkušeností v konstruování schémat při řešení čistě matematických hlavolamů (a to je to, co M. Jevgrafov nazývá „uměním uvažovat“). V důsledku toho se velmi často stává, že matematik vytáhne jako kouzelník z rukávu určité schéma a spolu s ním řešení praktické úlohy.

Konečně je v matematice potřeba neustále vymýšlet principiálně nová schémata modelů. Někdy – při velké dávce štěstí – se to podaří tak říkajíc „z hlavy“. Ale zpravidla je potřeba tato schémata velmi pracně dobývat z reálných modelů. Pokaždé jde o velký úspěch, který znamená skok v rozvoji matematiky a otevírá nové oblasti pro další práci. Proto je pro rozvoj

matematiky nutné, aby se neustále obracela k praxi.

Všechny tyto stránky činnosti matematika by v ideálním případě měly být ovšem spolu těsně spjaty. Avšak nyní, ve věku specializace si každý matematik musí vybrat (často ne podle vlastní vůle) a zabývat se buď aplikací již vypracovaných schémat na praktické problémy, nebo vytvářením a rozpracováním nových schémat či jejich variant. První směr činnosti se nazývá „aplikovanou“ matematikou a druhý „čistou“ matematikou. Přitom práce jak v „aplikované“ tak i v „čisté“ matematice se může pohybovat od rutinního použití již dávno vypracovaných schémat až po sestrojování principiálně nových schémat. Proto není možné mezi oběma těmito směry vést nějakou dělicí čáru.

Příčiny toho, že rozlišování mezi „aplikovanou“ a „čistou“ matematikou je tak vžitě, by se daly nejlépe posoudit v rámci obecného problému setrvačnosti lidských omylů. Ale na to zde není dost místa.

Z toho, co bylo řečeno, je vidět, že „pan počítač“ nemá prostě žádný vliv na obecné principy vzájemného vztahu matematiky a jiných věd a nemá žádný vztah k jejich manželství (pokud je zde tento termín vhodný, což je velmi pochybné, protože matematika spíše než manželkou je sice despotickou, ale nepostradatelnou služkou; ostatně jakékoliv metafory tohoto druhu nevystihují podstatu věcí, protože zdůrazňují jen nepodstatné stránky diskutovaného problému). V důsledku zavedení počítačů pouze beznadějně zastarala mnohá (u matematiků dříve oblíbená) schémata modelů a bylo umožněno rozpracovat nová, efektivnější schémata. V historii matematiky se tak stalo již mnohokrát a příchod počítačů jen obrátil tento proces novým směrem.

Pokud jde o konkrétní poznámky

A. Kitajgorodského, mnohé z nich jsou prostě nepravdivé. Smutně proslulé „existenční věty“ vůbec nejsou alfou a omegou matematické tvorby (a vyučování matematice). Problém nejhustějšího poskládání koulí je svázán s nejobtížnějšími problémy teorie čísel, které mají bezprostřední výstupy do praxe. A žádný počítač nemůže bez přispění programátora vyřešit jedinou úlohu. Dokonce ani tu, kterou úspěšně vyřešil žák čtvrté obecné Víta Malejev v povídce N. Nosova: Kolik ořechů mají děvčata, jestliže chlapci jich mají dvakrát tolik a všech ořechů je 120! Který počítač – dokonce ten nejmohutnější – může pomoci Víťovi vyřešit tuto úlohu? Jiná otázka je, že se po zavedení počítačů ukázala stará schémata zbytečnými a není třeba se jim učit. Ale napsal snad profesor A. Kitajgorodskij svůj článek kvůli tomuto triviálnímu závěru?

**Vzniká dojem**, že profesor A. Kitajgorodskij se snaží pomocí narážek – aniž by se to odvážil říci přímo – přirovnat současné matematiky ke středověkým scholastikům, kteří diskutovali o problémech typu „kolik andělů se vejde na špičku jehly“. Ale pro scholastiky byly tyto diskuse – použijeme-li moderní terminologie – pouhou operační hrou, při které si brousili svůj intelekt pro řešení vážnějších úkolů. Podobně je tomu v matematice, jejíž mnohé problémy často vypadají na první pohled jako bezobsažná hra.

Profesor A. Kitajgorodskij také nešetří ironií, když se pokouší zdiskreditovat vnitřní systém hodnot matematiky („eleganci důkazů“, „přesnost logiky“ apod.), a tvrdí, že matematiky nic jiného nezajímá. Ale jeho kritická ironie by sama neobstála ve světle kritiky.

Profesor M. Jevgrafov také jakoby naléhavě zdůrazňoval tezi o „praktické

neužitečnosti“ matematiky. Činí tak ovšem v polemickém zápalu, protože má tak říkajíc plné zuby nekompetentních úsudků o úloze praxe jako kritéria v matematice. Ve skutečnosti chtěl jen zdůraznit ten nesporný fakt, že tisíce a tisíce spekulativních schémat, vymyšlených a studovaných matematiky, odumřou a budou zapomenuty ještě dříve, než najdou své uplatnění v alespoň jednom modelu. Avšak jejich mrtvé zbytky poslouží jako živná půda pro nová schémata (označovaná technickým termínem „věty“) a zkušenosti z jejich existence pomohou formulovat šťastnějším nebo – což je fakticky totéž – talentovanějším kolegům nové způsoby konstruování schémat, schémat schémat, atd. Takto, v neustálém cyklu života a smrti, probíhá rozvoj matematiky.

Je třeba říci, že ta či ona konkrétní věda může existovat a dokonce se rozvíjet i bez modelů vypracovaných v matematice. Příkladem toho je biologie (do které matematické modely začaly teprve pronikat) a estetika (kde se matematiky ještě nepoužívá). Skutečnost, že schémata modelů vypracovaná v matematice – takový už byl běh historie – zůstávají v první řadě orientována jen na „exaktní“ vědy přírodovědné oblasti, je základním nedostatkem moderní matematiky. Jedním z jejich prvořadých úkolů musí být porozumět modelům humanitních věd a vypracovat jejich obecnou teorii. Tato teorie bude zřejmě zcela nepodobná obvyklým matematickým schématům a v žádném případě nebude mít povahu formálního kalkulu. Základní myšlenky této teorie budoucnosti by neměly být přejaty z již známých matematických principů, ale musí vzniknout z konkrétní analýzy modelů humanitních věd.

Známý protiklad mezi „fyziky“ a „lyrikou“ odráží existenci dvou navzájem se

doplňujících a rovnoprávných způsobů osvojování si jevů reálného světa – racionalistického, který nachází své vyjádření v soustavě věd, a emocionálního, vyjádřeného v soustavě umění. Komplementárnost (ve smyslu Nielse Bohra) těchto dvou způsobů nazírání nám zastírá tu skutečnost, že oba používají modelů (i když ovšem různé povahy). Pokusy zkoumat modely v umění se nyní konají v rámci kybernetiky (jsou to tzv. kybernetické teorie umění), ale jejich společným nedostatkem je snaha o špatně pojatou „matematizaci“. Ve skutečnosti by se ani zde neměly obecné principy vnášet zvenčí, ale měly by vznikat na základě analýzy konkrétního materiálu z té či oné oblasti lidské činnosti.

#### POČÍTAČ NENÍ JEŠTĚ VŠECHNO!\*)

**A. Kitajgorodskij** vystupuje ve svém článku jakoby jménem přírodních a technických věd, které se prý nemohly s matematikou „povahově shodnout“. Ale jak je známo, dokonce ani k obyčejnému rozvodu muže a ženy nestačí žaloba jednoho z nich – je k tomu třeba ještě soudního projednání. A zde se jedná o osudu vědy – o „rozvodu“ dvou oborů vědění.

My aplikovaní matematikové, kteří pracujeme mnoho let zejména v oblasti použití matematiky na přírodní a technické vědy, se rozhodně stavíme proti „rozvodu“. Pokud by se uskutečnil, měl by zhoubné následky. Myslíme si, že druhá strana – inženýři, lékaři, biologové, ekonomové, atd. – by se rovněž nepodepsala pod „žádost o rozvod“, se kterou přišel A. Kitajgorodskij. Zajásají

možná jen studenti – pětkáři: „Hurá! Už se nebudeme muset učit matematiku!“

Přesto chápeme, v čem záleží „pře“. Jako hlavní argument pro rozvod vyzvedává A. Kitajgorodskij existenci počítačů, které prý učinily zbytečným zasahování matematiků do řešení problémů přírodních a technických věd. Udivuje nás, že lze s vážnou tvářou vyslovit takový názor. Podle našeho přesvědčení, které je potvrzeno mnohaletou praxí, zavedení počítačů nikterak neodstranilo nezbytnost matematiky, ale naopak tuto nezbytnost ještě mnohonásobně zvětšilo. O tom se my matematikové přesvědčujeme dnes a denně při své práci. Neustále se k nám obrací o pomoc mnoho inženýrů, pracovníků z průmyslu, dopravy, zemědělství, zdravotnictví, atd. Dělalí to snad proto, že by neměli k dispozici počítače? To stěží. Problémy, které musejí řešit, nemohou být v žádném případě předány přímo počítači; potřebují předběžné matematické zpracování, nezřídka na nejvyšší úrovni. V dnešní době se v praktických úlohách používají tak jemné matematické metody, jaké by před čtyřiceti lety mohly být známy jen těm nejlepším mezi „čistými“ matematiky; ale fakticky je neznal nikdo – takové metody tehdy ještě neexistovaly a vznikly jako odpověď na požadavky praxe. Existence počítačů umožňuje provádět výpočty pomocí těchto metod, ale nemění samotné metody.

Zkušenost ukazuje, jak často se matematické konstrukce, zpočátku zdánlivě abstraktní, staly později pevným základem pro řešení problémů přírodních a technických věd. Typickým příkladem toho jsou komplexní čísla. Poté co vznikla v rámci čisté matematiky a dlouhou dobu v něm setrvala, po těžkých sporech a mučivých pochybnostech opustila tento rámeček, a dnes si bez užití komplexních

\*) KOLEKTIV: *Kompjuter — eto ješče ně vsjo!* Liter. gazeta č. 11, 12. 3. 1980.