

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Andrej P. Jeršov

Programovanie - druhá gramotnosť

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 27 (1982), No. 6, 325--335

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138153>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1982

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>

- [9] *Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u.a. Band I.* Ed. A. HERMANN, K. V. MEYENN, V. F. WEISSKOPF, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin., 1979.
- [10] LUDWIG, G.: *Wellenmechanik.* Akademie Verlag, Berlin, 1970.
- [11] LANDAU, L. D., LIFŠIČ, E. M.: *Kvantovaja mechanika.* Gosud. izd. fiziko-matematičeskoj lit., Moskva, 1963.
- [12] SCHRÖDINGER, E.: *Izbrannye trudy po kvantovoj mechanike.* Nauka, Moskva 1976.
- [13] NIEDERLE, J.: *Zrození kvantové mechaniky.* Čs. čas. fys. A 25 (1975), 392.
- [14] HEISENBERG, W.: *O vývoji pojmů v historii kvantové teorie.* Čs. čas. fys. A 25 (1975), 397.
- [15] PIŠŮT J.: *O vzniku maticovej kvantovej mechaniky.* Fyzikálne obzory 1 (1978), 19.

diskuse

PROGRAMOVANIE — DRUHÁ GRAMOTNOSŤ*

Andrej P. Jeršov, Novosibirsk

Andrej Petrovič JERŠOV je vedúcim oddelenia matematickej informatiky Výpočtového centra Sibirského oddelenia Akadémie vied ZSSR v Novosibirsku. Je jedným spomedzi tých odborníkov, ktorí najvýraznejšie reprezentujú sovietsku matematickú informatiku za hranicami ZSSR. V tejto súvislosti si zasluhuje pozornosť knižka prof. Jeršova *The British Lectures* (Heyden and Son, 1979), obsahujúca texty prednášok prednesených počas jeho pobytu vo Veľkej Británii roku 1976. Odbornej verejnosti u nás je pravdepodobne známa netradične ponímaná učebnica programovania, ktorú prof. Jeršov vydal pod názvom *Úvod do teoretického programovania* vo vydavateľstve Nauka (1977). Špecializovaným kruhom ho však iste netreba predstavovať ani ako jedného z neúnavných iniciátorov reformačných snáh v oblasti výuky programovania i v širšej problematike inovácií metodiky školskej výuky. Táto jeho činnosť je spätá predovšetkým s projektom rozvoja tzv. školskej informatiky, ktorý sa pod jeho vedením realizuje vo Výpočtovom centre SO AV ZSSR. Výrazom ocenenia významu a úrovne vedeckej aktivity prof. Jeršova a jeho kolektívu na tomto poli bolo jeho poverenie prednesom otvárajacej prednášky 3. celosvetovej konferencie o počítačoch vo výchove, ktorá sa konala pod záštitou IFIP-u 27.—31. júla 1981 vo švajčiarskom Lausanne. Čitatelia Pokrokov sa teraz majú možnosť oboznámiť s (nepatrne skráteným) textom lausannskej prednášky prof. Jeršova. Verím, že sa tým rozšíri o ďalšie dimenzie obraz o vzťahu vyučovania a počítačov načrtnutý S. Papertom (PMFA XXVI, č. 2, 1981, s. 92—97) a že stupeň zhody názorov dvoch výrazných autorít v tejto oblasti presvedčivo odráža aktuálnosť nastolených problémov.

Jozef Kelemen

* Preklad je urobený na základe ruského textu prednášky, ktorú autor predniesol dňa 9. septembra 1981 vo Výskumnom výpočtovom stredisku v Bratislave. Anglický text prednášky možno nájsť aj v zborníku „Computers in Educa-

tion“ (LEWIS, R., TAGG, E. D., Eds.), Proc. 3rd WCCE, Lausanne, July 27—31, 1981, Part 1, North-Holland, Amsterdam, str. 1—7 pod názvom *Programming, the second literacy.* (Pozn. prekl.)

1. Úvod

Keď som sa rozhodol takto nazvať svoje vystúpenie, uvedomoval som si, že ide o metaforu, ktorá sa mnohým bude zdať riskantnou. Na jednej strane našej rovnice stojí exotická, hoci už masová profesia, vyžadujúca schopnosti a zdĺhavé štúdium, a na druhej strane to, čím disponuje každý, základná vlastnosť súčasného človeka.

Napriek tomu sa vynasnažím ukázať poučnosť a plodnosť tejto metafory. Bez toho, aby som vás unavoval zdĺhavými sylogizmami alebo ohromoval kúzľami, ukážem najprv schému odhalenia východiskového stavu.

Po prvé, ľahšie sa nám bude porovnávať programovanie s gramotnosťou, ak si uvedomíme, že gramotnosť je historická kategória, ktorá má svoju prehistóriu, svoj vznik i rozvoj. ZSSR je krajina prakticky s úplnou gramotnosťou: pred desiatimi rokmi gramotní tvorili 99,7% celkového obyvateľstva vo veku nad 9 rokov. Pred storočím to bolo čosi viac ako 20%. No vo svete je ešte dnes približne 800 miliónov negramotných.

Po druhé, tak ako pre gramotnosť, aj pre programovanie je základom technický vynález: tlačiarenský stroj, resp. počítač. Tak ako viedol rozvoj a rozšírenie kníhtlače ku všeobecnej gramotnosti, tak priviedol rozvoj a rozšírenie počítačov ku všeobecnej potrebe programovať.

Po tretie, rovnako ako gramotnosť aj programovanie je prejavom *organickkej* schopnosti človeka, t.j. schopnosti predurčenej organizáciou jeho nervovej sústavy a zúčastňujúcej sa na všetkých sociálnych funkciách človeka: pri vzájomnom dorozumívaní sa, pri práci, pri nazeraní na prírodu a pri boji s ňou.

Po štvrté, a toto je vari najhlavnejšie:

medzi gramotnosťou a programovaním sa nestavia iba paralela, spájajúca ich mostíkmi analógií, ale navzájom sa aj dopĺňajú, navádzajúc tak novú predstavu o harmónii ľudského umu.

Táto téza si zasluhuje, aby bola neodkladne vyjasnená, hoci aj bez podrobností.

Zvykli sme si chápať gramotnosť ako schopnosť človeka prijímať a vyjadrovať poznatky v textovej podobe. Od detstva počúvame prosté a obsažné slová Maxima Gorkého: „Lúďte knihu, žriedlo múdrosti.“ Jednako však zostáva problém: ako sa dostať od poznatku k činu. „Zosúlal skutok so slovom a slovo so skutkom“, hovorí jeden zo Shakespeareových hrdinov. A práve tu vzniká programovanie.

V predknížnom období bola jednota slova a skutkov sústavná a prirodzená. Zhromažďovanie skúseností a poznania bolo zlúčené bezprostredným stykom staršieho učiteľa a mladšieho žiaka. Nebola to, samozrejme, optimálna schéma vyučovania. Zužovala sa totiž báza pre formovanie všeobecných pojmov a výstavby teórií predmetu výučby, nevznikali však problémy okolo prechodu od poznania k činnosti, pretože moment pravdy sa pociťoval nie ako osvietenie mysle, ale ako dosiahnutie cieľa. Dnes by sme povedali, že vyučovanie bolo predmetné.

Objavenie sa knihy bolo prudkým útokom na jednotu slova a skutku. Oddelilo proces zhromažďovania poznatkov od ich používania, vytvorilo nové formy túžby po poznaní a nové pociťovanie postihnutia pravdy. Vo všetkých jazykoch sa objavili zvláštne výrazy pre ľudí, ktorí v túžbe po poznaní uprednostňovali knihu. Vo výrazoch ako „knihomol“, či „knížné vedomosti“ bol odtieň vcelku nespravodlivého, ale niekedy zaslúženého pohrdania. Ako povedal Montaigne už v 16. storočí:

„Učenosť výlučne knižného pôvodu je biedna učenosť!“. Skutočne, vysvitlo, že knižný spôsob hromadenia poznatkov vyžaduje nové prístupy k utváraniu vykonávacích mechanizmov človeka. To znamená, že úloha programovania sa vynorila oveľa skôr, ako sa objavili počítače. Počítač aktualizoval problém programovania podobne, ako knižnica aktualizovala problém gramotnosti. A keď druhý problém priviedol k vynoreniu sa postavy Jána Ámosa Komenského a jeho *Velkej didaktiky a Materskej školy*, ktorými položil základy súčasného školstva, tak prvý problém je výzvou k auditoriu a ja vŕcne verím, že z jeho radov vystúpi veľký učiteľ, ktorý poskytne pokoleniu vstupujúcemu do 21. storočia vidinu školy budúcnosti.

Gramotnosť, či schopnosť konať samy o sebe ešte nič neznamenajú. Rozvoj iba jednej z nich ešte nerieši problémy. Pri takejto alternatíve ťažko povedať, čím trpíme viac: nevedomosťou, alebo neschopnosťou konať. Goethe upozornil, že „nieť nič strašnejšie ako pôsobenie nevedomosti“. Naša každodenná skúsenosť nám však našepkáva, že toto pôsobenie narastá pri nedostatku aktívnych životných postojov vzdelaných a kultúrnych ľudí. Vieme, že gramotnosť nie je iba schopnosť čítať, ale aj výchova inteligentného človeka.

Preto dnes musíme požadovať od vzdelania viac. To je dôvod, pre ktorý si dovoľím ukončiť úvod doplnujúcou tézou o tom, že druhá gramotnosť — to nie je len schopnosť písať príkazy, ale aj výchova súčasne rozhodného i predvídavého človeka.

2. Svet kníh

Vráťme sa naspäť k východiskovému bodu rozlúštenia našej metafory, ku knižnici, presnejšie ku jej produktu — knihe. Dovoľím si nevelký citát z encyklopedického slovníka, keďže lakonickosť jeho textov im dodáva osobitú výpovednú silu: „Kniha, tlačný produkt (v dávnych časoch písaný tiež rukou) v tvare brožovaných či viazaných potlačených listov...

V stredoveku sa knihy prepisovali v celách kláštorov a mali predovšetkým religiózny charakter. Rozvoj miest priviedol k premene mníchov v mestských pisárov, ktorí prepisovali teraz aj svetské knihy. Skutočným prevratom v knihárstve však bolo objavenie knižnice v polovici 15. storočia. Odlievanie typov, zostrojenie písacieho stroja, stereotypy, používanie sázdacích a rotačných strojov zmenilo knihu na mohutný prostriedok šírenia poznatkov a podvihnutia kultúry.“

(Malý encyklopedický slovník, Moskva, Sovietska encyklopédia, 1936).

Rád by som veril, že nami ťažko vytvorené diela — počítače a ich programovanie — budú tiež raz zhrnuté našimi vzdialenými potomkami pomocou rovnako lapidárneho a epického odstavca.

Mal som možnosť prečítať niekoľko statí zaoberajúcich sa históriou kníh a rozvojom gramotnosti. Je to výsostne zaujímavá kapitola v histórii našej civilizácie. Odhliadnuc od toho, že zavedenie knižnice delí od zavedenia počítačov obdobie piatich storočí, možno odhaliť mnoho podobností technického a historického charakteru. V spôsoboch knižnice nachádzame striedanie generácií, zapríčinené zmenami výrobných základov a technologických procesov. Rovnako, ako v oblasti výpočtov, aj tu sa stretávame s históriou vzniku veľkých výrobných spoloč-

ností so všetkými typickými znakmi masovej výroby: so sústavnou asimiláciou technických noviniek a ich premenou vo všeobecne prijatý technický štandard, s organizáciou trhu a odbytu, s dramatickými stretnutiami veľkého a malého byznysu, s objavením sa druhej výroby surovín.

Ruka v ruke s históriou techniky kráča história spoločnosti: objavujú sa autori a vydavatelia, kníhkupci a čitatelia. Objavuje sa pojem intelektuálnej produkcie a spolu s ním nová forma vlastníctva. Informácia sa stáva tovarom. Zvlášť zaujímavou a — mimochodom — z hľadiska dnešných názorov málo prebádanou kapitolou sociálnej histórie kníhtlače je utváranie masového spotrebiteľa — čitateľa. Vzájomná podmienenosť rozvoja kníhtlače a pre ňu *nevyhnutnej* všeobecnej gramotnosti, ich spoločný vplyv na formulovanie a uskutočnenie koncepcie všeobecného vzdelania a *masový* charakter všetkých týchto činností je témou, ktorá iba čaká na výskum. Ide o historické procesy, ktoré nám prichodí prežiť v spojitosti s prenikom počítačov do všetkých sfér ľudskej činnosti. Upozorníme iba na niektoré skutočnosti, ktoré charakterizujú tempo, rozmach a vzájomnú podmienenosť rozvoja kníhtlače a gramotnosti.

Tlač prvých vydání vynálezcu kníhtlače Johanna Gutenberga roku 1445 (latinská gramatika *O ôsmych súčastiach reči*, Oelia Donata*) a slávna „42-riadková“ Biblia). Ešte neskončilo 15. storočie, ale vo svete už bolo v prevádzke vyše tisíc typografických dielní, produkujúcich rádovo 10 miliónov exemplárov kníh, čím sa skoro okamžite znásobil existujúci knižný fond. V roku 1962 bolo na svete

*) Podľa iných prameňov najstaršou kníhtlačou je popri Biblii zlomok sibylických kníh. (Pozn. prekl.)

vytlačených okolo 10 miliárd kníh. Najcharakteristickejšim je fakt, že pritom nemožno pozorovať žiadne príznaky nasycovania trhu. Údaje z roku 1962 hovoria, že v priemere si každý obyvateľ Zeme zakúpil 2 knihy. Priemerná sovietska rodina kupuje ročne asi 30 kníh, a to v podmienkach ustavičného nedostatku kníh. Jednoduchá extrapolácia na základe týchto údajov dáva odhad knižnej spotreby súčasného obyvateľstva asi 40 miliárd kníh ročne.

Zdá se mi, že medzi knihou a počítačom ako produktmi a v ich rozdielnosti od ostatných výrobkov je hlboká analógia. Všetky ostatné výrobky sú svojou povahou určené akémusi špecifickému cieľu. Pomer objemu výroby takéhoto produktu k počtu spotrebiteľov je vyjadrený malým číslom. S knihami a počítačmi je vša k situácia iná. Knihy aj počítače sú nositeľmi informačného modelu okolitého sveta v jeho všetkej rozmanitosti a premenlivosti. Tu nemožno očakávať, že by zvedavosť a záľuba v poznávaní boli u človeka ohraničené malou konštantou. Ak uveríme v správnosť našich analógií, tak analýza toho, čo sme povedali, nám poskytne istú predstavu o objeme práce, na ktorú sa musíme podujat', aby sme pripravili stretnutie sveta počítačov so svetom ľudí.

3. Svet počítačov

Nehľadiac na krátkosť doby počítačov, populárno-vedecké publikácie a reklamné prospekty už v nás vytvorili určité klíšé, určitý zafixovaný obraz počítača. Jeho atribútmi sú obrazovka a klávesnica displeja, cievky magnetických pásov, slučky dieernej pásky, hromady výpisov tlačiarne, mihotavé svetlá radiaceho pultu, hranaté

skrine zaplnené elektronickými súčiastkami. V termínoch techniky sa toto všetko označuje ako „main frame“. Ak však budeme uvažovať o mieste počítača vo svete človeka na báze takejto predstavy, bude to nielen povrchné, ale aj scestné. Stroj budúcnosti, to nie je iba a práve gigantický elektronický mozog, zaberajúci starostlivo ochraňovanú priestranú sklenú budovu medzinárodnej banky alebo o nič menej starostlivo ochraňovaný podzemný úkryt veliteľského stanoviska, ale predovšetkým miniatúrny plátok krištálu kremeňa, zasadený do rámčeka obohnaného pavučinami tenučkého vodiča a vstavaného do prakticky každého priemyselného výrobku.

Prirodzene, uvedomili ste si, že sa jedná o mikroprocesory, ktoré napriek tomu, že sa objavili iba čosi pred desiatimi rokmi, vyrábajú sa dnes v počte desiatok miliónov kusov ročne. Ich prvé, najočividnejšie použitie je pri výrobe vreckových kalkulačiek. Toto sú však len začiatky. Mikroprocesory sú, podľa môjho osobného presvedčenia, najrevolučnejšou novinkou 20. storočia, majúcou veľmi veľa aspektov a dôsledkov, spomedzi ktorých spomeniem iba tie, ktoré sa najužšie dotýkajú predmetu našej analýzy:

— informačno-výpočtová kapacita s parametrami čo do rýchlosti 100 tisíc operácií/sec, čo sa týka objemu operačnej pamäti okolo päťtisíc slov a pokiaľ ide o objem vonkajšej pamäti, znaky tvoriace knihu strednej veľkosti sa zapamätávajú do objemu nie väčšieho, ako zápalková krabička, za dobu kratšiu ako je jeden pracovný deň. Takéto pamäti sa môžu vyrábať v prakticky neobmedzenom množstve;

— mikroprocesor vstavaný do priemyselného výrobku spotrebného či výrobné-

ho charakteru mu dodá úplne nové kvality a výrazne ovplyvní charakter vzťahov človeka a takéhoto výrobku;

— nemenej výrazný vplyv má zahrnutie mikroprocesorov do schémy výroby aj na spôsoby projektovania, v priebehu ktorého je treba odhaliť, vyriešiť a realizovať nové kvalitatívne parametre výrobkov.

Niet tu miesta na podrobný rozbor nastávajúceho stavu, hoci by to možno bola najzaujímavejšia časť môjho vystúpenia. Špecializovaná literatúra je plná analýz nových problémov, je lavínou, ktorá sa spúšťa na organizátorov priemyslu, projektantov nových pracovných príležitostí, inžinierskych psychológov, konštruktérov, na všetky technicko-inžinierske kádre. Tisíce profesií menia svoju tvár. Milióny ľudí si sadajú ku svojej pozmenenej práci, pri ktorej je ich partnerom a konzultantom počítač. Ale napriek tomu, že je tento nový partner priateľský a nádejný, musí prebehnúť hlboká psychologická a vzdelanostná premena, aby sme si aj v nových podmienkach zachovali svoju integritu a dôstojnosť. Už dnes hovoríme o miliónoch ľudí, zúčastňujúcich sa tohoto procesu (v Západnej Európe sa počet termínalov a liniek spracovávaní informácií blíži k miliónu) a o pár pokolení sa ho budú zúčastňovať prakticky všetci, ktorí sú začlenení do spoločenskej produkcie.

Na ceste tohoto exponenciálneho rozvoja ovplyvneného rozličnými faktormi však preda vzniká jedna principiálna prekážka. V súčasnosti schopnosti človeka odovzdávať svoje poznatky strojom beznádejne zaostávajú za jeho schopnosťami skonštruovať tieto stroje. Zatiaľ čo sa spoločenská práca nevyhnutná na výrobu mikroprocesora meria v človeko-hodinách, požiadavky na vytvorenie programového vybavenia sa dodnes vyjadrujú v človekomesiacoch. Samozrejme, špecialisti v ob-

lasti programovania sa všemožne snažia o zvýšenie produktivity programátorovej práce. Ak však aj prijmeme hypotézu desaťnásobného zefektívnenia programátorskej práce, elementárne výpočty ukážu, že k tomu, aby sme o dvadsať rokov boli schopní naprogramovať všetky vyrobené mikroprocesory, bude sa musieť programovaním zaoberať celé dospelé obyvateľstvo Zeme.

Žiaľ, dnes sa značná časť zainteresovaných organizátorov priemyslu stavia k týmto problémom odmietavo, ako ku novým paradoxom súčasnosti. Dodnes sa zachovalo nemálo sebavedomých vedúcich činiteľov privyknutých k tomu, že dopyt vždy riadi ponuku a za dobré peniaze sa profesionáli vždy nájdu. Paralela s gramotnosťou nám pomôže vyriešiť tento paradox. Arthur C. Clarke s jemu príznačnou schopnosťou predvídať pomery 21. storočia povedal: „... V budúcnosti každý človek, ktorý nebude zbehlý v oblasti prírodných vied, bude, úprimne povedané, nevzdelaným. A ak sa bude, ako je to dnes niekedy zvykom, vystatovať svojou neinformovanosťou, ocitne sa presne v takej situácii, ako stredovekí negramotní šľachtici, hrdó vyhlasujúci, že počítaním a písaním sa namiesto nich zaoberajú ich tajomníci.“

Stredoveká šľachta sa stratila, čítať a písať sa naučil každý, ale tajomníci dostali nových pánov a nové povinnosti.

Takto to musí dopadnúť aj s programovaním: vedúci nemajúci predstavu o počítačoch a programovaní vymiznú, profesionálni programátori sa stanú systémovými analytikmi a systémovými programátormi, ale programovať dokáže každý. A toto nazývam druhou gramotnosťou. Takto sa dostávame zo sveta strojov do sveta programov.

4. Svet programov

Moliérov hrdina Monsieur Jourdain bol nanajvýš udivený, keď sa dozvedel, že celý život hovoril v próze, hoci to vôbec netušil. Vďaka vzniku samočinných počítačov a nimi vyvolanému vzniku vedy o výpočtoch čiže matematickej informatiky, sa v postavení pána Jourdaina ocitlo ľudstvo a so začudovaním zistilo, že žije vo svete programov a že produktivita informačných modelov vonkajšieho sveta dáva nový zmysel biblickému výroku: „Na počiatku bolo slovo.“

Áno, žijeme vo svete programov a — hoci si to neuvedomujeme — sami neustále programujeme.

Možno diskutovať o tom, čo je najvýznamnejším objavom 20. storočia. No ak zoberieme prvých päť, možno dokonca prvé tri najvýznamnejšie objavy, potom možno — myslím si — každého presvedčiť o tom, že sem patrí objav, že vývoj organizmu spočíva vo vykonávaní genetického programu, daného súborom génov organizmu. Keďže tu nemôžem hovoriť o tomto podrobnejšie, chcel by som iba poznamenať, že používanie programátorských pojmov nie je metafora, ale vyjadruje podstatu vnútrobunečných procesov rastu a vývoja, vzhľadom na ktoré môžeme molekulárne štruktúry a chemické pochody považovať za svojskú elementárnu bázu a spôsoby realizácií mikropříkazov.

Náš organizmus je doslova naplnený programami. Bez výnimky všetky fyziologické procesy sa dajú považovať za obrovskú, starostlivo odladenú a zložito konštruovanú knižnicu programov, v ktorej analýza štruktúry programov (programátori by povedali graf volaní modulov) a tokov informácií dovoľuje robiť ďalekosiahle uzávery o predpokladanom chovaní organizmu.

Prakticky celá oblasť výrobných vzťahov, zvlášť bezprostredne vo výrobnom procese, sa dá považovať za činnosť podľa programov. Stabilný výrobný proces je vždy vnútorne formalizovaný, jeho efektívnosť závisí na stupni odladenosti programov, ktoré ľudia vykonávajú. Aj keď ide o stochastický proces, ako je napríklad poľovačka alebo riadenie auta, náhodnosť a nemožnosť predpovedí vplýva iba na konštrukciu refazca situácií, ale nie na reakciu na tieto situácie, ktorá sa deje na základe programu skoro vždy vykonateľného v automatickom režime.

Dokonca aj učenie, t.j. získavanie vedomostí, alebo skôr schopností niečo urobiť, je programovanie. Seymour Papert, jeden z prvých psychológov a pedagógov, ktorý sa vyzbrojil koncepciou programovania, pred desiatimi rokmi v rade svojich článkov presvedčivo ukázal, že dieťa sa naučí niečo robiť iba vtedy, ak pochopí, ako sa to robí. Iba po vytvorení takého poznatku má opakovaný tréning úspech. Poznámam, že toto sa netýka iba programov, ktoré reprezentujú refazce logických reakcií na vopred známe podnety, ale aj programov reálneho času, zahŕňajúcich celú motoriku (šport, hudba, hry, atď.)

Každodenný ľudský život, najmä v meste, sa dá považovať za činnosť podľa programov. Každý človek, ktorý dodržiava režim, sa s hrdosťou môže cítiť programátorom, ak si spomenie na svoje ranné procedúry, počnúc zvončením budíka a končiac príchodom do práce. Zamyslite sa nad procedúrou upratania bytu a uvidíte, že rozpracovanie takéhoto programu by robilo česť každému profesionálnemu programátorovi, konštruktérovi balíkov aplikačných programov.

Sťažujeme sa na sociálne neduhy súčasnosti, konkrétne na alibizmus, pasivitu, voláme po formovaní aktívnej životnej

pozície. Čo to vlastne znamená? Jednoducho povedané, je to schopnosť vytvoriť akčný program a *riadiť sa ním*.

Svet programov teda zďaleka neznamená iba obsah pamäti samočinného počítača. Je to predovšetkým obrovská zásoba operačných poznatkov, nahromadená ľudstvom a teraz iba aktualizovaná počítačmi, robotmi či automatmi. Ešte väčšia zásoba programov je uschovaná v génofonde všetkého živého: jeho aktualizácia je významnou súčasťou predmetu biológie a jej nových oblastí, včítane genetického inžinierstva. V oblasti psychológie vývinu a teórie chovania sa tiež výrazne formujú nové predstavy, približujúce sa k pojmom programovania.

Ak je to tak, potom prirodzene prichádzame k problému fundamentalizácie programovania a v ňom ku špecifikácii niektorých „prirodzených“ podstát, ktoré dovoľujú zblížiť svet strojov a živý svet, programy prírody a programy, ktoré zostrojil človek. Ak však chceme tieto prirodzené podstaty urobiť majetkom ľudského vedomia, potom niet inej cesty, než ich spolu s operačnými hodnotami rozumu odradiť v štruktúre a obsahu celospoločenskej výchovy.

Pozrime sa, aké sú predpoklady a prekážky realizácie takého plánu.

5. Všeobecné predpoklady

Chceme teda učiť deti zákonom programovania. Aj keď ich nepoznáme, chápeme, že nevyhnutne budú vyjadrené v podobe súhrnu niektorých dostatočne špecifických postupov. Treba nám ešte preskúmať, do akej miery sú deťom primerané. Podľa všeobecných skúseností však intelektuálny a operačný potenciál detí nie je ešte zďaleka vyčerpaný. Všimnite si, ako

za posledné roky omladli technické športové disciplíny, najmä plávanie a gymnastika. Nevie, ako to je na Západe, ale u nás sú ešte autá drahé a ľudia dosť často nazhromaždia peniaze na ich nákup až vtedy, keď sú už, ako sa vraví, najlepšie roky za nimi. Mnohí sa s horkosťou pýtajú, koľko životov, premárnených pri dopravných nehodách by se dalo ušetriť, keby sa všetci bez výnimky naučili viesť auto v 14—15 rokoch.

Neexistuje však žiadna možnosť vyzbrojiť deti kondenzátom všetkej životnej skúsenosti, ktorou ľudstvo vládne. Pri týchto pokusoch na nás číhajú aj iné nebezpečenstvá. Každý človek v ZSSR pozná detskú pieseň, ktorú spieva Alla Pugáčeva o žalostnom živote žiaka:

*Stále viac sme zaťažení.
Prečo? Nevie nik.
Ako na inštitúte
sa cíti prváčik:
„Plúca si ja nikdy
nevetrám ozónom,
s námahou sa predieram
synchrofázotrónom.
Čo tu ešte bude?
Čo tu ešte bude?
Čo tu ešte bude?
Oj — oj — oj!“*

Iste každý pozná romantický príbeh R. Kiplinga o Mauglí, chlapcovi, ktorého vychovávali vlky a potom sa vrátil k ľuďom. V teplých krajoch sa takéto veci občas stávali, no s oveľa smutnejším výsledkom. Psychológovia nazývajú „Mauglího syndrómom“, alebo „Mauglího efektom“ neschopnosť dieťaťa obnoviť svoje pozitívne vlohy, retardované v dôsledku cudzorodého prostredia alebo prepätia duševných síl v ranom detstve. Táto pečať detstva v skutočnosti pretrváva v každom človeku; dá sa povedať, že každý z nás je

Mauglím svojho detstva vzhľadom na to, čo sa s nami deje a čomu nás v tých rokoch učia.

V posledných desaťročiach vývoji psychológovia urobili nemálo veľmi dôležitých objavov, zdôrazňujúcich kritickú dôležitosť raného veku v procese výchovy. Ak sa vrátíme k línii nášho výkladu, všimneme si, že základný problém spočíva v tom, ako učiť deti schopnosti plánovať svoje konanie a jeho dôsledky, a aké operačné prostriedky sú k tomu potrebné. Tento problém je veľmi vzdialený od tých metodických alternatív, o ktorých diskutujeme napríklad pri profesionálnej výuke programovania. Na jednej strane musíme dosiahnuť, aby boli tieto prostriedky pre dieťa prirodzené, na druhej strane musia byť dostatočne bohaté na to, aby dieťa mohlo, ako vravia psychológovia, budovať *teóriu* poznávaného javu.

Podľa môjho presvedčenia zákonitosti programovania, zákonitosti spracovania informácie existujú. Na jednej strane sa prejavujú v tvare operačných pravidiel, odrážajúcich bezprostrednú skúsenosť ľudstva. Všetci poznáme slávne rímske pravidlo „Rozdeľuj a panuj“. Chápeme ho najmä ako vyjadrenie politického cynizmu. Až súčasná matematika a programovanie mu však dodali v podobe metódy „branch-and-bound“ dokonalý tvar silného a produktívneho heuristického princípu riešenia problémov. Takýmto spôsobom súvisia na druhej strane zákony programovania tesne s matematickým vzdelaním. Vytvárajú jedinečný, no ešte nedobudovaný základ prevýchovy k operačnému a kombinatorickému mysleniu, ku schopnosti abstrakcie, uvažovania a konania. Vždy na mňa silne zapôsobí ako demonštrácia prechodu od poznania ku konaniu jedna prostá úloha programovania. Napíšem postupné etapy prechodu od špecifikácie,

reprezentujúcej poznanie, k programu vyjadrujúceho konanie, v príklade umocnenia čísla x na celočíselnú mocninu n :

$$\begin{array}{ll} x^0 = 1 & x^0 = 1 \\ x^{n+m} = x^n \cdot x^m & x^{n+1} = x^n \cdot x \\ x^{m \cdot n} = (x^m)^n & x^{2n} = (x^n)^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} x^0 = 1 & \text{ak } n = 0, 1 \\ x^{2n} = (x^n)^2 & \text{ak } n \text{ párne, } (x^{n/2})^2 \\ x^{2n+1} = x^{2n} \cdot x & \text{ak } n \text{ nepárne, } x \cdot x^{n-1} \end{array}$$

mocnina $(x, n) = \mathbf{ak } n = 0 \text{ tak } 1 \text{ inak ak } n \text{ je párne tak } (mocnina(x, n/2))^2 \text{ inak } x * \text{ mocnina}(x, n - 1) \text{ koniec koniec}$

Každému odporúčam, aby samostatne interpretoval zákonitosti a poznatky používané pri prechode od jednej etapy k druhej, pri prechode od zrejmeho poznatku k pomerne netriviálnemu programu. Chcem iba podotknúť, že ak by sme vedeli takýmto spôsobom konštruovať ľubovoľný program, teda nahlas komentovať jeho konštrukciu, bola by to práve tá fundamentalizácia programovania, o akej snívame.

6. Počítače v škole

V súčasnosti, po objavení sa mikroprocesorov, sa už diskusia o tom, či majú byť počítače v škole, alebo nie, stáva akademickou. Počítače už sú v školách a budú sem prenikať stále vo väčšej miere. Od nás sa však čaká veľmi aktívna intelektuálna a organizačná činnosť, aby sme tomuto procesu dali riadený a pedagogicky motivovaný charakter.

Existuje však veľmi aktívne presadzovaný názor, že počítač s programom je to isté, ako úloha so známym riešením, že príchod elektronického pomocníka podporuje zlenivenie rozmyšľania, a nič viac. Jeden z najlepších kreslených vtipov posledných rokov uverejnený v časopise

New Yorker zobrazuje úbohého Johnnyho, unylo hľadacieho na kôpku vreckových kalkulačiek pred sebou, a nie menej unavenú matku trpezlivo opakujúcu svoju otázku: „Pozri, ak máš päť kalkulačiek a dve z nich zoberieš, koľko ti zostane?“

Takéto výstrahy pred nebezpečím „tlačítkovej“ výchovy sa vyskytovali aj skôr, bohatá skúsenosť podporetá našimi pokusmi s prácou s deťmi najranejšieho veku však potvrdzuje opak: aktivita, vedychtivosť a s nimi aj schopnosti dieťaťa narastajú veľmi rýchlo. *Veľmi dôležitá* je však organizácia operačného prostredia, ktorá musí byť *motivujúca*.

Metódy a spôsoby aktivizácie vyučovania pomocou počítačov sa nedajú vymenovať. Ich medze sú určené iba hranicami našej fantázie a mierou konkrétneho poznania detskej psychológie.

V našej miestnej škole sa polovica triedy naučila naspamäť historické údaje vtedy, keď jeden z mladých programátorov naprojektoval a realizoval na počítači bázu historických údajov a druhý vystavil učiteľku skúške pomocou počítača, pričom ju niekoľkokrát pristihol pri nepresnostiach.

Akási spoločnosť dala na trh počítačovú hru preverujúcu výslovnosť anglických slov. Syntetizátor reči slovo vysloví, dieťa ho po písmenách napíše a počítač reaguje na výsledok. Do vreckovej hry sa ťažko vkladá dobrý syntetizátor reči, no autori tento nedostatok obrátili na prednosť, lebo jeho hlas urobili veľmi podobným hlasu Pinocchia. Predstavte si nadšenie detí, keď im hračka Pinocchioovým hlasom zapiští: „Skús znova, skús znova, toto slovo nepoznáš!“

Uvediem ešte jeden zaujímavý objav. Pre prijímacie pohovory na vysoké školy bol pre maturantov vytvorený a na počí-

tači realizovaný konzultačný informačný systém. Pri termináloch sa vždy utvoril rad. V záujme detí k nim posadili dvoch učiteľov, aby počítaču uľahčili. Učitelia však sedeli bez práce, zato pri termináli bol znovu rad. Prečo? „Pred strojom sa neostýchame prejaviť svoju nevedomosť, pred učiteľom áno“ — hovorili deti. Skutočne, v mnohých ukazateľoch je počítač oveľa vhodnejším prameňom a kontrolórom vedomostí pre deti. Na jednej strane je to vševedúci partner, a na druhej strane iba nástroj, vec. Počítač vytvorí prostredie hry, ktoré má pri výuke oproti reálnemu prostrediu tú výhodu, že z hry možno vyjsť bez straty dôstojnosti. Bolo by možné uviesť ešte veľa príkladov podobného druhu.

Existujú aj serióznejšie predpoklady prenikania počítačov do školy. Chcem hovoriť o prácach profesora Seymoura Paperta, ktorý pracuje v Laboratóriu umelej inteligencie Massachusettského technologického inštitútu. Na nedávnom kongrese IFIP' 80, ktorý sa konal v Japonsku a v Austrálii, profesor Papert predniesol prednášku *Detstvo po novom: prítomnosť počítačov ako experiment vo vývinovej psychológii*.*) Táto prednáška vyvolala všeobecnú pozornosť.

Profesor Papert predpovedá všestrannú intervenciu počítačov do detského sveta, kde sa stroj stane intelektuálnym nástrojom, ktorý bude dieťa používať s takou bezprostrednosťou, s akou používa pero a ceruzku, no oveľa všestrannejšie. Pri interpretácii tvrdenia J. Piageta o tom, že dieťa robí väčšinu svojich intelektuálnych objavov samostatne za podmienky, že

*) V originále *Redefining Childhood: The Computer Presence as an Experiment in Developmental Psychology*. Information Processing 80 (S. Lavington, Ed.), North — Holland, Amsterdam, 1980, str. 993 — 998. (Pozn. prekl.)

prostredie, ktoré ho obklopuje, je dostatočne bohaté, ukazuje profesor Papert, že komputerizácia vytvára nové, predtým nevídané operačné prostredie, ktoré si vyžaduje nové pojmy vo vývinovej psychológii. Ako príklady uvádza profesor Papert značné urýchlenie ovládnutia písaného jazyka a veľmi skorý rozvoj kombinátorických schopností, čo dovoľuje deťom zvládnuť tieto základné zručnosti prakticky v predškolskom veku. Jedným z kladných dôsledkov tejto zmeny sa môže stať prekonanie infantilizmu a pocitu závislosti, natoľko charakteristických pre súčasnú mestskú spoločnosť.

Presnejšie povedané, predchádzajúci pozitívny vývod profesora Paperta sa dá považovať za akúsi kulmináciu našej analýzy. Netreba veľa predstavivosti k tomu, aby sme pochopili, k akému veľkému pokroku vo vyučovaní bude viesť realizácia analogickej pedagogickej úlohy.

7. Záver

Svoju prednášku som začal metaforou. Môžeme si teraz objasniť jej konkrétny obsah. Stojíme na prahu prakticky bezhraničného rozvoja a rozšírenia výpočtovej techniky v spoločnosti. Počítač sa stáva intelektuálnym nástrojom a partnerom prakticky vo všetkých sférach života a činnosti človeka. Nevyhnutnosť aktualizovať informačný model sveta v tvare programov, neustále komplikovanie okolitého prostredia vyžadujú a súčasne umožňujú významne zvýšiť intelektuálnu silu ľudstva. Významné miesto v tomto postupnom rozvoji ľudského intelektu musia zaujímať zákony spracovania informácie, spôsoby prechodu od poznania ku konaniu, schopnosť konštruovať programy, uvažovať o nich a predvídať výsledky ich

realizácie. Suma poznatkov o týchto otázkach sa musí podrobiť starostlivej konceptuálnej analýze a zjednotená s matematickými a lingvistickými koncepciami sa musí stať základnou složkou všeobecného vzdelávania. Počítač sa stane nielen technickým nástrojom procesu výuky, ale povedie k vytvoreniu nového intelektuálneho prostredia, nového operačného prostredia, ktoré bude organicky a prirodzene využívané dieťaťom pri jeho vývine v škole i doma. Možnosti, ktoré poskytuje počítač, i nové úlohy vo vzdelávaní značne ovplyvnia základné východiská vývojovej

psychológie, vypracované didaktické princípy a formy vyučovania. Ich realizácia urýchli intelektuálne dozrievanie dieťaťa, zvýši jeho aktivitu, urobí ho lepšie pripraveným na profesionálnu činnosť, konkrétne k vykonaniu druhej priemyselnej revolúcie vyvolanej objavením počítačov a nových foriem automatizácie.

Inak povedané, programovanie je druhá gramotnosť. Je to metafora ako predtým, ktorá však — tak sa mi zdá — najlepšie vystihuje ciele i obsah našej koncepcie.

*Preložili Jozef Kelemen
a Peter Mikulecký*

vyučování

25 LET MODERNIZAČNÍHO Hnutí
VE ŠKOLSKÉ MATEMATICE

(2. část).

Miloš Jelinek, Jaroslav Šedivý, Praha

V první části článku jsme hovořili o podnětech, rozběhu a rozmachu modernizačního hnutí, zmínili jsme se však i o kritických hlasech, které provázely toto bouřlivé období od jeho počátku. Nyní se výrazněji zaměříme na kritiku reformy, která se rozvinula v 70. letech, dále na celkové výsledky modernizačního hnutí a na perspektivy do 80. let.

Kritika modernizačního hnutí

Na stránkách Pokroků byla otištěna v 70. letech řada příspěvků, které citovaly

kritické hlasy ze zahraničí; například články P. Hiltona z let 1976 a 1977 výstižně charakterizovaly vystoupení M. Klinea, R. Thoma a dalších z počátku 70. let. Pokusíme se o určitou analýzu této kritické odezvy na změny ve vyučování matematice.

Kritika ze strany rodičů a učitelů

Odmítavé stanovisko k reformám školské matematiky zaujala v řadě zemí značná část učitelů a rodičovské veřejnosti. Byl to důsledek chybné taktiky některých nadšených reformátorů, kteří přezírali skutečnost, že úspěchu lze dosáhnout jen za aktivní spoluúčasti učitelů a rodičů. Domnívali se, že když tlak školské správy vydrží dostatečně dlouho, učitelé si nové pojetí matematiky osvojí, zvyknou si na ně a stanou se jeho nositeli. Avšak učitelé, kteří nebyli o potřebě a účelnosti reformy přesvědčeni a k jejich realizaci dostatečně připraveni, neposloužili modernizačnímu hnutí svou prací s novým učivem. Ve stá-