

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ladislav Tondl

K diskusi o perspektivách kybernetiky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 8 (1963), No. 1, 2--14

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139097>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1963

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>

K DISKUSI O PERSPEKTIVÁCH KYBERNETIKY

LADISLAV TONDL, Praha

O dalších vývojových možnostech kybernetiky se vlastně diskutuje od samých počátků její existence. Připomeňme např., že již v roce 1950 byl v anglickém časopise *Mind* otištěn článek známého logika a matematika A. M. TURINGA s názvem „Počítací stroj a inteligence“, který byl později několikrát přetiskován zpravidla s názvem „Mohou stroje myslet?“ [1]. V této otázce je vlastně vyjádřen problém možnosti kybernetické techniky, zpravidla ovšem nikoliv současné techniky, ale techniky budoucích desítekletí.

V současné diskusi o perspektivách kybernetiky, která se rozvíjí zejména v SSSR, nejde jen o tuto otázku a vůbec o současné a budoucí možnosti technických zařízení. Jde o ještě obecnější problémy, které se netýkají jen možnosti modelovat a imitovat lidské myšlení, ale také celou řadu dalších neméně složitých a vysoce organizovaných jevů. Proto vyvolala nesmírnou pozornost přednáška akademika A. N. KOLMOGOROVA „Automaty a život“, která se konala 6. dubna 1961 v Moskevské státní universitě [2]. Myšlenky vyslovené Kolmogorovem se setkaly s velkým zájmem a velkými sympatiemi, ale také s velmi silným odporem a kritikou. Kolmogorov vystoupil jako představitel krajně optimistických názorů (i když v minulosti měl také skeptické názory na kybernetiku), jako zastánce ničím neomezených možností kybernetického přístupu ke zkoumání otázek života, vědomí, vůle, myšlení atd.

Proti tomuto krajnímu optimismu se ozvaly skeptické hlasy, které poukazují na omezené možnosti kybernetiky, a to nejen z dnešního hlediska, ale také z hlediska další předpokládané evoluce teoretických i technických prostředků kybernetiky. Silné výhrady proti optimismu A. N. Kolmogorova vyslovili například akademik I. I. ARTOBOLEVSKIJ a A. E. KOBRINSKIJ [3].

Otázky typu „Mohou stroje....“ (při čemž za vynechané místo lze dosazovat libovolné funkce, přepisované obvykle jen nejvýše organizovaným soustavám, především člověku, například „myslet“, „tvořit“, „mít emoce“, „kritizovat“, „dělat tvůrčí práci“ atd.) mohou samozřejmě působit velmi sugestivně. Avšak tyto otázky, pokud není podána současně jejich přesná interpretace, mohou vyvolat četná nedorozumění. Není jasné, zda jde o technická zařízení v té podobě a na základě těch principů, které jsou dnes známy, či o jakékoliv technické zařízení v budoucím vývoji vědy a techniky. Není dále jasné, zda máme na mysli konání příslušné funkce na té úrovni, v jaké je v současné době vykonávána, či na jakékoliv jiné budoucí úrovni. Není konečně jasné, co máme přesně na mysli tím, že kybernetickému zařízení připišíme takové vlastnosti jako „schopnost myslet“, „schopnost tvořit“, „schopnost rozmnožovat se“ apod. Můžeme mít na mysli pouze konečný výsledek procesu, který u člověka nebo u živého organismu charakterizujeme jako „myšlení“, „tvořivá činnost“, „rozmnožování“ apod. Můžeme však mít také na mysli nejen konečný výsledek, ale celý

substrát těchto procesů. Bez ujasnění přesného smyslu podobných otázek lze tedy volat značný zmatek, je možno vážné problémy přeměnit v pseudoproblémy.

Proto také někteří autoři úvah o budoucích možnostech kybernetiky a kybernetické techniky precizují smysl podobných otázek tím, že jim podkládají další otázky. Tak postupoval také Turing, který použil známé koncepce „hry v imitaci“. Turingovo řešení má nepochybně některé pozitivní stránky, které tkví především v tom, že je vyslovována úloha algoritmizovat ty procesy, které charakterizujeme jako „myšlení“, „poznání“ apod. Nedostatky tohoto řešení však tkví v tom, že z pravdivosti soudu „X. Y. je přesvědčen, že stroj myslí“, neplyne pravdivost soudu „stroj myslí“.

Sporné problémy a otázky lze odstranit také tím, že o těchto otázkách odmítneme uvažovat, ať již z jakýchkoliv důvodů. Obvykle je takové odmítnutí motivováno buď argumenty ze současné praxe, nebo argumenty sémantické povahy. Z hlediska současné praxe a současné úrovně kybernetické techniky je celkem docela dobře možné poukázat na to, že to či ono je prostředky této techniky neřešitelné. Nevložíme-li do takto uvedené věty slovo „dosud“, můžeme se vyhnout otázkám, co stroje mohou či nemohou („myslet“, „rozмноžovat se“, „tvořit pojmy“ apod.). Můžeme pak zaujmout vyčkávací postoj a ponechat libovůli nebo fantazii to, jak si představujeme budoucí vývoj. Je zřejmé, že taková argumentace, která vychází ze současné úrovně praxe, sotva někomu uspokojí.

Stejně tak je možno považovat za málo uspokojivé argumenty sémantické povahy, které mohou přispět k likvidaci uvedených otázek. O sémantické argumenty opírá své stanovisko NORBERT WIENER, který poukazuje na to, že jde vlastně o věc jazykové konvence, nazvu-li tu činnost, kterou stroj imituje chování živého organismu, životem či nikoliv. Jde tedy o to, jaký smysl vkládám do slov „život“, „myšlení“, „cit“ apod. V této souvislosti se Wiener odvolává na výrok pohádkového hrdiny Humpty Dumpty ze známé povídky Lewise Carrola „Alenka v říši divů“, který říká o některých svých slovech: „Připlatím jim a donutím je dělat vše, co je mi libo.“ [4, str. 44]. V téže souvislosti však Wiener dodává, že podle jeho názoru je lépe vyhnout se takovým pojmům jako „život“, „duše“, „životnost“ aj., které mají pro přesné vědecké myšlení naprosto neadekvátní význam. Proto doporučuje spíše soustředit pozornost na to, že stroje i živé organismy mohou být příkladem lokálních antientropických procesů v podmínkách, v nichž entropie má tendenci vzrůstat.

Odmítneme-li námitky dosavadní praktické neuskutečnitelnosti, jakož i námitky sémantického rázu, nemůžeme popřít, že otázky typu „Mohou stroje.....“ mohou být vědecky zajímavé a užitečné nebo mohou, precizujeme-li ovšem dostatečně jejich smysl, být přinejmenším podnětné pro další orientaci vědy a techniky. A. N. Kolmogorov soudí, že kladná odpověď na otázky tohoto typu je výrazem současné úrovně materialistického světového názoru a moderní formou přesvědčení o přirozeném vzniku života, jakož i o materiálních základech vědomí. Proto také vyslovuje heslo „Materialismus — to je skvělé“, proto spojuje materialismus s představou naprosto neomezených možností kybernetického přístupu k otázkám života a myšlení: „Náležím k těm krajně troufalým kybernetikům, kteří nevidí žádné principiální omezení v ky-

bernetickém přístupu k problémům života a kteří se domnívají, že je možno kybernetickými metodami analyzovat život v celé jeho úplnosti, včetně lidského vědomí se vši jeho složitostí.“ [2, str. 158.]

Proti kladné odpovědi na uvedené otázky bývají často uváděny nejrozmanitější argumenty. Některé z nich jsou povahy praktickotechnické, jiné teoretické. Z praktických argumentů jsou nejčastější dva, z nichž první poukazuje na dosavadní rozdíly v počtu elementů, druhý na rozdíly v úrovni spolehlivosti těchto elementů.

Počet elementů dosavadních kybernetických zařízení lze sotva srovnávat s počtem neuronů nervové soustavy. Jen v mozkové kůře je neuronů řádově asi 10^{10} . Zdá se však, že tato překážka není a nemůže být zásadní povahy, a není proto nepřekonatelná. I když je pravda, že při jednotlivých procesech živých organismů nejde jen o funkce mozkové kůry a že také jiné procesy (například dědičnost aj.) vyžadují fungování ohromného množství elementů, které může celkově převyšovat počet neuronů mozkové kůry, není principiálně vyloučeno vytvořit soustavu, která se počtem svých elementů bude blížit počtu elementů lidského mozku.

Vážnější je námitka, která poukazuje na hluboké rozdíly v úrovni spolehlivosti kybernetického zařízení a živého organismu. Tak vzniká problém, na který upozornili NEUMANN, SHANNON aj. a který bývá obvykle formulován jako syntéza spolehlivých organismů z nespolehlivých komponent nebo jako realizace spolehlivých funkcí pomocí nespolehlivých elementů. Pojem „spolehlivost“ má zřejmě stochastický význam, přičemž spolehlivost soustavy lze definovat jako pravděpodobnost, že soustava bude vykonávat po určitou dobu určitou požadovanou funkci. Chceme-li dále analyzovat pojem spolehlivosti soustavy, můžeme k němu přistoupit jak na základě mikropřístupu, tak také na základě makropřístupu k soustavě. Při mikropřístupu k soustavě danou soustavu rozkládáme na jednotlivé podsoustavy, na komponenty, přičemž spolehlivost soustavy je pak definována jako funkce spolehlivosti komponent. Při makropřístupu považujeme soustavu za „black box“ (který tedy dále nerozkládáme či nemůžeme rozkládat), jehož spolehlivost je pak definována vzhledem k rozmanité makrosituaci. Dosud se věnovalo více pozornosti, například při syntéze automatů, tomu, co jsme charakterizovali jako mikropřístup. Je to pochopitelně ovlivněno dosavadní úrovní technických možností. Současná elektronika například poskytuje elementy (ať již jde o vakuové nebo polovodičové elementy či jiné typy elementů), které se úrovní své spolehlivosti sotva mohou blížit spolehlivosti neuronů. Čím složitější je soustava, tím kratší je interval, v němž selže průměrně jeden element. V této souvislosti také vznikla koncepce tzv. neekonomických robotů, kterou vyslovil CULBERTON [5, str. 140 a násl.]. Neekonomický robot dosahuje též funkce jako příroda, avšak potřebuje k tomu větší množství elementů, je tedy ve srovnání s živou přírodou (včetně lidského myšlení) „neekonomický“. Zařízení, které by sestávalo z 10^{10} logických elementů, by bylo sotva s to modelovat všechny funkce lidského mozku.

Ještě komplikovanější je srovnání úrovně spolehlivosti technického zařízení a živého organismu, především lidského mozku, při makropřístupu k problému spolehlivosti. V této souvislosti je nejnapadnější úžasná univerzálnost lidského mozku,

ohromná plasticita lidské psychiky. Avšak jak při mikropřístupu, tak i při makropřístupu k problematice spolehlivosti nelze tvrdit, že na jedné straně je nespolehlivé nebo omezeně spolehlivé zařízení (ať již proto, že sestává z nespolehlivých elementů, nebo proto, že je nespolehlivé vzhledem k určité situaci, vzhledem k určitým úlohám apod.) a na druhé straně absolutně spolehlivý živý organismus nebo absolutně spolehlivý lidský mozek. Tak tomu jistě není, neboť i „nejvzdělanější mozek“ může selhat při řešení určitých úloh, pomineme-li vůbec široké spektrum patologických jevů. (Je zde však patrně hluboká a významná analogie problematiky spolehlivosti a problematiky patologie, a to jak z hlediska mikropřístupu, tak také z hlediska makropřístupu.) Je zde tedy rozdíl v úrovni „spolehlivosti“, avšak sotva je možno poukázat na nějaké určité a dále nepřekročitelné meze spolehlivosti kybernetických zařízení. Je zde rozdíl v úrovni univerzálnosti lidského mozku (která ovšem zdaleka není absolutní) a univerzálnosti dosavadní kybernetické techniky, avšak také v tomto ohledu nelze uspokojivě zdůvodnit nějakou nepřekročitelnou mez. Již dnešní velké číslicové počítače jsou v jistém smyslu značně univerzální: na témže počítači lze řešit mnoho rozmanitých úloh, které obvykle pokládáme za velice různorodé, zvláště řeší-li je člověk. Univerzálnost lidského mozku je však patrně jiné povahy. Kolmogorov k této otázce poznamenává: „Nelze si představit, aby například nějaká matematická věta „seděla“ v jedné jediné speciálně pro ni zhotovené nervové buňce nebo dokonce v některém určitém počtu buněk. Zřejmě je to uspořádáno naprosto jinak.“ [2, str. 166.] Avšak jak je to uspořádáno? K této otázce je možno poznamenat, že ať je již optimismus o budoucích možnostech kybernetiky a kybernetické techniky jakkoliv veliký a neomezený, k řešení této otázky nestačí jen kybernetický přístup, alespoň v té podobě, jak je dosud znám a uplatňován.

Jestliže dosud uváděné námítky proti kladnému řešení otázek typu „Mohou stroje....“ se opíraly spíše o praktické a technické argumenty (které, jak jsme viděli, nejsou s to zdůvodnit nějakou jednoznačně určitou a nepřekročitelnou hranici nemožnosti), opírají se jiné námítky o argumenty teoretické povahy. Hranice možnosti strojového řešení úloh lze zdůvodnit poukazem na matematickou teorii algoritmů. Jak známo, existují úlohy trojího druhu: úlohy algoritmicky řešené, které tedy může řešit za člověka stroj, úlohy algoritmicky neřešené, ale (patrně) řešitelné, a konečně úlohy algoritmicky neřešitelné. Pomineme-li první typ úloh, které zřejmě nevyvolávají žádné obtíže, můžeme říci, že v posledních letech bylo hlavní vědecké úsilí soustředěno ve dvou směrech: ve směru algoritmizování celé řady úloh a ve směru stanovení algoritmické neřešitelnosti určitých úloh. Dnes je již známo několik problémů, které jsou prokazatelně algoritmicky neřešitelné. (Stručný přehled algoritmicky neřešitelných úloh podává například práce B. A. TRACHTENBROTA [6, str. 101 a násl.].)

Skutečnost, že daná úloha je algoritmicky neřešitelná, znamená, že pro tuto úlohu nelze v mezích dané soustavy stanovit algoritmus a tedy také strojový algoritmus, tj. program jejího strojového řešení. To jistě neznamená, že taková úloha nemá smysl. Naopak, jak také zdůrazňuje Kolmogorov, takové úlohy a otázky mají svůj obsah a smysl a musí předpokládat existenci určité odpovědi, avšak v mezích dané soustavy

nelze takovou odpověď nalézt. Již od objevu známého GÖDELOVA teorému v roce 1931 se všeobecně uznává existence otázek či úloh, které jsou v mezích dané soustavy nerozhodnutelné, neformalizovatelné. (Algoritmus je v podstatě určitá rozhodovací procedura pro určitou třídu úloh.) Nerozhodnutelnost, neformalizovatelnost jistých úloh považují proto někteří autoři za zásadní hranici možností strojů. Žádný kybernetický stroj, byť sebedokonalejší, nemůže řešit algoritmicky neřešitelné úlohy.

Lze však v této skutečnosti spatřovat principiální rozdíl mezi možnostmi člověka na jedné straně a možnostmi techniky na druhé straně? (Je třeba si ještě povšimnout, že klademe otázku výslovně takto, neptáme se po rozdílech člověka a stroje, ale po možnostech člověka a možnostech stroje.) Je však zřejmé, že v této věci nelze vidět principiální rozdíl. Stroj není a nebude s to řešit algoritmicky neřešitelné úlohy. Ale člověk to také nedokáže. V čem je zde tedy zásadní rozdíl?

A. N. Kolmogorov navíc zdůrazňuje, že pokus o zdůvodnění zásadního rozdílu mezi možnostmi člověka a možnostmi stroje na základě matematické teorie algoritmů se opírá o idealistické pojetí člověka a lidského myšlení. Předpokládá totiž zcela neomezené možnosti člověka a lidského myšlení, předpokládá, jak říká Kolmogorov, „že člověk může dávat správné odpovědi na libovolné otázky včetně těch, které jsou postaveny neformálně, a že lidský mozek je schopen provádět neomezeně složité formální výpočty. Nemáme však žádné důvody k tomu, abychom si představovali člověka tak idealizovaným způsobem — jako nekonečně složitý organismus, v němž je uloženo nekonečné množství pravd.“ [2, str. 159.]

Je třeba ještě poznamenat, že nemožnost algoritmicky řešit určitou úlohu ještě neznamená nemožnost jakéhokoliv řešení. Je někdy možné postupnými aproximacemi se přiblížit k nalezení řešení, je možno hledat řešení tím, co bývá obecně charakterizováno jako metoda „pokusů a omylů“. Avšak i to lze napodobit v kybernetickém zařízení; také takové zařízení může jistým způsobem imitovat metodu „pokusů a omylů“.

Někteří autoři poukazují na to, že modelovat všechny vlastnosti a všechny funkce lidského mozku není možné. V knize ROVENSKÉHO, UJOMOVA a UJOMOVÉ se například zdůrazňuje, že v případě lidského mozku „máme co dělat s nekonečným počtem vlastností, a to nejen ze zásadního, ale také z praktického hlediska.“ [7, str. 149.] Takový názor však lze sotva považovat za přijatelný. Člověka si rozhodně nelze představovat jako absolutně dokonalou soustavu s nekonečným počtem vlastností a se schopností nekonečného množství funkcí. Kolmogorov k podobným názorům žertem poznamenává, že takového stavu bychom dosáhli jen tehdy, kdybychom rozsídli lidstvo po hvězdných světech a využívali přitom nekonečného světa, organizovali výpočty v nekonečném prostoru a dokonce je dědičně předávali.

Člověk tedy není absolutně dokonalý a nekonečně bohatý systém, který může vše. Taková idea je jen jistou modifikací idealistické, náboženské představy o všemohoucnosti a nekonečné dokonalosti nadpřirozené bytosti, která stvořila svět. Proto také v otázkách typu „Může stroj....“ nelze mlčky předpokládat, že proti omezené možnosti strojů stojí neomezená možnost člověka. Antropocentrismus v uvedeném smyslu

je stejně nevědecký a idealistický, jako byl svého času geocentrismus a jako je představa nekonečné, všemohoucí a absolutně dokonalé nadpřirozené bytosti. Možnosti člověka jsou vždy omezeny, a to jak ve fyzikálním, tak i v intelektuálním smyslu. Tvrzení o nekonečném počtu vlastností lidského mozku v protikladu ke konečnému počtu vlastností je tedy nesprávné a nezdůvodnitelné. Lidský mozek má ovšem v jistém smyslu nekonečné množství vlastností nebo — přesněji řečeno — nelze jej nikdy vyčerpávajícím způsobem popsat konečným počtem parametrů, konečným počtem určení a zákonů. Avšak v témže smyslu je nekonečná a nevyčerpitelná každá jiná hmotná soustava. Avšak vzhledem k určitým funkcím, vzhledem k možným odezvám na určité stimuly a určité situace vůbec je tento počet vlastností konečný. (Dnes je již například známo, zvláště z některých experimentálně orientovaných aplikací teorie informace v psychologii, že množství informace, které je s to člověk vědomě zpracovat za jednu vteřinu, je poměrně velice nepatrné. To ovšem patrně postihuje jen zcela malý zlomek té informace, kterou lidský organismus fakticky konzumuje za jednu vteřinu.)

Tvrzení o nekonečném počtu vlastností lidského mozku může být také založeno na nesprávné interpretaci známé ENGELSOVY myšlenky o suverénnosti člověka a lidského myšlení. Engels však výslovně zdůrazňuje, že o suverénnosti lidského myšlení lze mluvit tehdy a jen tehdy, předpokládáme-li nekonečný vývoj člověka a lidského myšlení a poznání. Jinak je člověk a jeho myšlení omezené, nesuverénní. Každý určitý člověk i každá určitá epocha společenského vývoje nemá nikdy neomezené možnosti, ale možnosti omezené, determinované především dosaženou úrovní výroby, techniky a vědy.

Srovnání „možností“ člověka a „možností“ kybernetických zařízení v dnešním stavu ovšem ve většině případů vyjde ve prospěch člověka. Přesto však v některých ohledech již soudobé dokonalé samočinné počítače v mnohém několikanásobně předčí možnosti člověka, který jistě není s to vykonat například milión logických či matematických operací za vteřinu a který je s to vědomě zpracovat jen poměrně malé množství informace za tento interval. Norbert Wiener poukazuje na to, že přednosti kybernetického zařízení tkví dosud v jeho veliké operační rychlosti ve vztahu k nižším úrovním programování. I když dnes studium soustav s vyššími úrovněmi programování (programování programování, programování pro programování programování atd.) udělalo značné pokroky, i když perspektivy adaptivních soustav a tzv. učících se strojů jsou patrně nesmírně slibné, přesto v těchto vyšších úrovních vynikají nesporné přednosti člověka. Člověk je s to poměrně dobře se rozhodnout na základě kusé a někdy i nepřesné informace, je schopen operovat neostrými (vágními) termíny, má ohromnou a velice různorodou kapacitu paměti. Předností člověka je také ohromná plasticita schopností programovat své činnosti. Soudobá problematika kybernetiky a jejích perspektiv ukázala také v novém a aktuálním světle některé extrémní případy vývoje psychiky, jako je případ HELENY KELLEROVÉ, případ SKOROCHODOVÉ aj., popřípadě další extrémní případy patologického typu.

Otázky o „možnostech“ člověka a „možnostech“ kybernetického zařízení však

v podstatě nelze nikdy od sebe izolovat. Především platí, že „možnosti“ kybernetického zařízení jsou de facto také možnosti člověka, neboť o možnostech člověka nelze nikdy uvažovat izolovaně, odtrženě od těch jeho prostředků, které jsou pro něho specifické: od výrobních prostředků, od techniky, jakož i od celého fondu vědeckých poznatků. Proto také každý pokrok v „možnostech“ kybernetické techniky je i pokrokem v „možnostech“ člověka. Současně také ta okolnost, že ty či ony funkce je s to za člověka vykonávat stroj, si přímo vynucuje potřebu řešit celou řadu nových problémů, většinou dříve neznámých.

*

Některé vážné argumenty proti názoru o neomezených možnostech kybernetického přístupu k otázkám života a myšlení se opírají o interpretaci významu analogií ve vědě a technice. O takovou interpretaci významu analogie se opírá zejména polemická stať akademika I. I. ARTOBOLEVSKÉHO a A. E. KOBRINSKÉHO [3]. Autoři této polemiky s krajním optimismem Kolmogorova ovšem nepopírají, že kybernetická zařízení budoucnosti toho budou „umět“ stále více a více. „Myslicí automaty“ budoucnosti budou jistě řešit mnohé myšlenkové úlohy, ale nebudou „myslet“ přesně tak jako člověk, ale zcela jinak. Přitom tento rozdíl se nebude zmenšovat, ale naopak zvětšovat. Základní myšlenku svého stanoviska formulují takto: „Čím hlouběji bude člověk poznávat sama sebe, tím větší se budou před ním otevírat propasti nevědění, čím více „člověku podobného“ bude člověk, opíraje se přitom o své vědomosti, vkládat do automatů, tím přesněji bude s to zjišťovat rozdíly mezi sebou a svými výtvy, tím podstatnější, což je přitom to nejdůležitější, budou tyto rozdíly. V tom tkví dialektika kybernetiky.“ [3, str. 25.]

V tom je ovšem také dialektika vývoje člověka samého, kterou kdysi postihl již HEGEL. Čím více „lidského“ vkládá člověk do přírody, tím více se vyděluje z této přírody, tím větší je „odcizení“ člověka přírodě. Člověk tedy přetváří přírodu, přizpůsobuje ji svým potřebám, nutí ji vykonávat stále více původně „lidských“ funkcí; tím se však člověk stále více odcizuje přírodě, tím více se přírodě vzdaluje.

Pohlédneme-li na nejstarší úseky vývoje techniky, je zřejmé, že první nástroje byly v určitém smyslu kopiemi lidských rukou: kamenný mlat napodobil ruku zařatou v pěst a také vykonával funkce vykonávané původně touto pěstí. Parní buchar anebo ještě lépe automatizovaná válcovací trať vykonávají tyto funkce mnohem lépe, účinněji, jemněji a dokonaleji než původní mlat či kladivo, přitom se však zařaté pěstí podobají nesrovnatelně méně než původní mlat. Vědeckotechnický pokrok vůbec znamená, že z technologického hlediska se rozdíl mezi původní, „lidskou“ a „strojovou“ technologií stále zvětšuje. Moderní automatizovaná pekárna založená na automatizaci kontinuálních procesů již neimituje přetržité děje, které byly typické pro technologické postupy řemeslné pekařské výroby. Čím složitější a dokonalejší je technologie řešení určité úlohy, tím větší a podstatnější je rozdíl mezi původní technologií spjatou s bezprostřední činností člověka a moderní technologií.

Zdá se, že to platí také pro vztah živého organismu (včetně jeho nejvyšších projevů, tj. lidského myšlení) a technického zařízení. První letadla těžší vzduchu napodobovala let ptáků více než nejnovější trysková nebo dokonce raketová letadla. Čím větší a bohatší je soubor funkcí, které automat realizuje za člověka, tím větší je rozdíl mezi touto realizací a původní „lidskou“ realizací těchto funkcí. Čím obsáhleji budeme kybernetickými prostředky realizovat myšlenkové operace, tím více bude tato „technologie strojového myšlení“ odlišnější od „technologie“ lidského myšlení.

Úvahy podobného druhu bývají také vyslovovány o perspektivách tzv. kybernetických živočichů, o technických modelech živých organismů a vůbec o možnostech tzv. bioniky. WALTEROVY „želvy“ byly opravdu — alespoň při zcela povrchním pohledu na jejich chování — podobné živým želvám. Nelze pochybovat o tom, že modely reflexní činnosti mohou být v mnohém poučné a podnětné. Avšak čím více funkcí živé želvy by měl model realizovat, tím větší by byl rozdíl mezi živou želvou a jejím technickým modelem. Artobolevskij a Kobrinskij vyjadřují podobnou myšlenku takto: „Čím je složitější technologický proces, tím více se zmenšuje shoda a tím zřejměji vystupuje celá propast rozdílů mezi živým organismem a technickým zařízením.“ [3, str. 25—26.] K tomu lze ještě dodat: aby technický model živého organismu modeloval více funkcí, potřebuje větší počet dalších elementů. Tím však získává nejen „schopnost“ modelovat další funkce živého organismu, ale současně také další a nové vlastnosti, které původní originál neměl. Každý podstatný pokrok technických prostředků, které zajišťují realizaci určité funkce, si zpravidla vynucuje také změnu technologické koncepce. Bylo například nesmyslné chtít, aby vůz, dříve tažený koňmi a potom poháněný tepelným strojem, měl také čtyři nohy. Podobně jako bylo nutno měnit technologii těchto vcelku elementárních dějů, je a zejména bude nutno měnit „technologie strojového myšlení“.

Tato argumentace zní velice přesvědčivě. Přesto však považujeme za nutné připojit k ní jisté poznámky a výhrady:

(1) Především je třeba si uvědomit, že při úvahách o shodách a rozdílech živých organických soustav a technických zařízení se pojem „technika“ bere velice úzce, tj. jako ta sféra výtvorů lidské pracovní činnosti, která je založena v prvé řadě na fyzikálních a v menší míře na chemických procesech. Není však žádných důvodů omezovat sféru technických zařízení, zvláště pro budoucnost, jen na tyto oblasti. Zdá se, že v budoucím vývoji techniky a technických prostředků budou mít stále větší význam biologie, biochemie, fyziologie apod. Již dnes se jeví jako nesmírně důležitá perspektiva rozsáhlé syntézy řady organických látek, umělá fotosyntéza atd.

(2) Druhá poznámka je závažnější. Říkáme-li, že čím více funkcí živého organismu nebo lidského myšlení se reprodukuje v kybernetickém zařízení, tím více se v něm vyskytuje vlastností, které živý organismus nebo lidské myšlení nemají, není vyloučena jistá konfúze. Záleží totiž na tom, jak interpretujeme pojem „vlastnost“. Pojem „vlastnost“ lze vztahovat jak k funkci určitého procesu, tak také k substrátu tohoto procesu. Záleží pak na tom, na který aspekt se klade v tom či onom kontextu hlavní důraz. Připomínáme hned, že to jistě není věcí libovůle nebo pouhé konvence, záleží

to na podstatných okolnostech a zejména na praktických kritériích rozhodování. Konstatujeme-li, že umělá ledvina má stejné vlastnosti jako živočišná ledvina, nemáme jistě na mysli její vnější tvar, technickou strukturu apod., ale především to, že při operativním zákroku může nahradit s minimálním rizikem funkci živočišné ledviny. Tím se také dotýkáme metodologicky nesmírně významného problému *totožnosti vlastností*, který má pro budoucí vývoj vědy a techniky veliký význam. Dosavadní práce, navazující na známé LEIBNIZOVO kritérium „salva veritate“, věnovaly pozornost totožnosti a vzájemné zaměnitelnosti predikátů, pojmů atd., přičemž poukazyvaly na logická či gnoseologická kritéria. Zdá se, že tyto koncepce totožnosti a vzájemné zaměnitelnosti bude nutno generalizovat, přičemž bude možno vytyčit praktická kritéria (například nezvětšení nebo minimalizace rizika při rozhodování apod.).

Vrátíme-li se nyní ke sporu, jehož vyhraněné protiklady lze reprezentovat zvláště názory A. N. Kolmogorova na jedné straně a Artobolevského a Kobrinského na druhé straně, vidíme, že v jejich protichůdných argumentacích jde vlastně o dva různé aspekty. A. N. Kolmogorov má na mysli funkcionální aspekt, kdežto Artobolevskij argumentuje především poukazem na substrát nebo — jak sám říká — „technologii“ určitého procesu. Proto se také jejich argumenty vlastně zcela nevyvracejí. Kolmogorov také výslovně upozorňuje, že pojem „vlastnosti“ spojuje s čistě funkcionálním přístupem: „Jestliže vlastnost té či oné materiální soustavy »být živým« nebo být obdařen schopností »myslet« bude definována čistě funkcionálním způsobem (například libovolná soustava, s níž je možno rozumně posuzovat problémy současné vědy či literatury, bude považována za myslící), pak bude třeba uznat, že je v zásadě plně uskutečnitelné umělé vytvoření živých a myslících bytostí.“ [2, str. 157. Podtrhl L. T.]

Otevřená ovšem zůstává otázka, do jaké míry lze pojem vlastnosti vždy a za všech okolností definovat čistě funkcionálním způsobem. V pracích o kybernetice se obvykle zdůrazňuje, že kybernetiku nezajímá, co to je, co je substrátem dané soustavy, ale jak se daná soustava chová. To je jen jiné vyjádření funkcionálního aspektu. Avšak ne vždy a za všech okolností lze prostě abstrahovat od substrátu, od toho, jaké to je. Pojmy „substrát“ a „funkce“ (nebo jiné podobné okolnosti vyjadřující pojmy) tvoří dialektickou jednotu, při čemž každý z nich sám o sobě je vlastně abstrakcí. Záleží na tom, která stránka v daném teoretickém nebo praktickém kontextu vystupuje do předí, a podle toho lze stanovit totožnost nebo rozmanitost vlastností.

Jisté však je, že — z funkcionálního hlediska — technika bude realizovat stále větší a bohatší množství funkcí, které původně byly vlastní jen živým organismům nebo lidskému myšlení. Je také pravděpodobné, že bude realizovat i další funkce, které jsou z biologického a sociálního světa dosud neznámé nebo vůbec v biologickém a sociálním světě neexistují. V tomto ohledu nemáme dnes naprosto žádné důvody pro nějaké určitější způsobem charakterizované meze, které by nebylo možno dále překročit.

Na druhé straně je také pravděpodobné, že — z hlediska substrátu — vědeckotechnický pokrok bude vytvářet stále různorodější soustavy, které se svou strukturou mohou stále více lišit od svých přírodních originálů. Poukázali jsme ovšem již na to,

že ani to není patrně nezbytné a že není vyloučeno, že technické modely se mohou i svým substrátem přibližovat svým přírodním originálům. V tomto ohledu jsou nesmírně zajímavé úvahy, jakož i první experimenty, které usilují o tzv. „chemické“ či „biochemické počítače“. Jestliže představitelé krajně optimistických názorů na možnosti kybernetiky zdůrazňují, že neexistují žádné nepřekročitelné meze v možnostech analyzovat a modelovat život i vědomí kybernetickými metodami a kybernetickými prostředky, vzniká otázka, jak široce vlastně máme chápat pojmy „kybernetické metody“ a „kybernetické prostředky“. Dosud stály v popředí pozornosti elektromechanické prostředky a také dosavadní pracovní orientace v bionice tomu nasvědčovala. V poslední době však existují tendence chápat kybernetické prostředky mnohem širše a zahrnout do nich také prostředky chemické a biochemické. (O prvních pokusech a koncepcích informuje např. stať F. H. GEORGEA [9].) Také z hlediska substrátu samého je zde tedy rozporuplný proces: Člověk vytváří „novou přírodu“ tak, že napodobuje a kopíruje původní přírodu (letadlo napodobí let ptáka) a může ji napodobovat stále dokonaleji a přesněji, ale také tak, že zjišťuje zcela nové principy, že vytváří „novou přírodu“ v té podobě a na základě těch principů, které se jako takové v přírodě nevyskytují.

*

Všimněme si nyní ještě dalších obtížných otázek typu „Mohou stroje?“ Při prvním přiblížení k podobným otázkám se zdá, že jde především o současné a hlavně budoucí „možnosti“ technických zařízení. Ptáme-li se, zda kybernetická zařízení mohou mít někdy v budoucnosti takové vlastnosti, které například u člověka charakterizujeme jako „myšlení“, „citový život“, „vůli“, „schopnost kritiky“ apod., zdá se, že hlavní potíž je v tom, abychom znali, co budou s to dělat kybernetická zařízení. Avšak ve skutečnosti mnohem větší problém než to, co dělají a budou moci dělat stroje, je v tom, co vlastně dělají lidé.

Co dělají dnešní kybernetická zařízení, například počítače, to víme. Známe jejich logické elementy, známe funkce těchto elementů, dovedeme dělat syntézu těchto funkcí. Známe elementární operace (například konjunkci, disjunkci, negaci, Shefferův funktor atd. atd.) a zkoumáme, jaké úlohy lze řešit na základě určitého uspořádání takových operací. Avšak víme přesně, co je to „život“, „myšlení“, „citový život“, „vůle“, „emoce“ apod.?

Pojmy tohoto druhu jsou obvykle při prvním přiblížení intuitivně zcela jasné a zřejmé. Jen zdánlivě zde nejsou žádné problémy. Ve skutečnosti však je pojem „myšlení“ nesrovnatelně méně jasný než takové „myšlenkové“ operace jako negace, implikace apod. Předpokládaná jasnost je vlastně založena na introspektivním přístupu k těmto jevům, na subjektivním prožívání dějů, které jsou patrně velice komplexní a složité. Introspektivně založená jasnost termínu tak vlastně zakrývá faktickou složitost skutečných procesů.

Tomu také někdy napomáhají některé definice, které ovšem mají svůj vědecký význam, které však představují jen určitý velice elementární způsob přiblížení k těmto

procesům. Zjistíme-li, že život je forma existence bílkovin, udělali jsme jistě značný pokrok v poznání života. (Tato definice navíc, jak je zřejmé, akcentuje především aspekt substrátu.) Avšak co je specifické pro to, čemu říkáme „forma“? Konstatujeme-li, že myšlení je zobecněný a zprostředkovaný odraz skutečnosti, odlišíme tím jistě alespoň přibližně sféru myšlení od sféry počítků a vnímání, avšak co je podstatou toho, co nazýváme v této definici „odrazem“? Definice tohoto druhu nemohou tedy podat uspokojivé a definitivní objasnění daných procesů, mohou představovat jen určité první přiblížení. V této souvislosti je zajímavé, že V. I. LENIN vlastně nepřímou poukázal na nezbytnost všestranného a široce založeného zkoumání toho, co nazýváme „odrazem“. Poukazoval na to, že je logické předpokládat, že každé hmotě je vlastní schopnost, která je analogická počítku, schopnost odrazu, která má ovšem celou řadu rozmanitých stupňů. Zdá se, že kybernetika a zvláště teorie informace mohou velmi významně přispět k realizaci takového programu studia rozmanitých „stupňů odrazů“, při čemž precizace pojmu „informace“ může být cestou k precizaci pojmu „odraz“ v tom smyslu, v jakém ho užívá teorie poznání.

Někdy bývá vyslovována skepse, zda je vůbec možné vypracovat přesné, exaktní definice takových jevů jako „citový život“, „estetické prožívání“, „emoce“ apod. Takový skepticismus však v podstatě petrifikuje a zabsolutňuje nezbytnost jen subjektivního přístupu k těmto jevům. A. N. Kolmogorov soudí, že takový skepticismus otevírá bránu solipsismu: „Přesné definice takových pojmů jako vůle, myšlení a emoce se dosud nepodařilo zformulovat. Avšak takové definice jsou možné se stejnou exaktností, která je běžná v přírodních vědách. Neuznáme-li tuto možnost, budeme bezbranní vůči argumentům solipsismu.“ [2, str. 160.]

Tento optimistický názor o možnostech exaktního postižení jevů, které jsou obvykle postihovány na základě subjektivního, introspektivního přístupu k těmto jevům, nelze podle našeho názoru přijmout bez určitých výhrad a připomínek. Pokusíme se zformulovat alespoň dvě připomínky:

(1) Především je sporné, zda jsou opravdu v budoucnosti možné exaktní definice všech pojmů, s nimiž dosud operujeme především na základě subjektivního, introspektivního přístupu k těmto pojmům. Je totiž možné, že mnohé z dosud užívaných termínů bude nutno opustit, a to stejně jako již v minulosti přírodověda opustila pojmy „tepelné látky“, „éteru“, „flogistonu“, „fluida“ apod. Je tedy nutno pečlivě prozkoumat, nakolik v požadavku vyjádřeném Kolmogorovem není něco, co by bylo analogické požadavku exaktní definice pojmu „flogistonu“. Není také vyloučeno, že mnohé z takových pojmů bude nutno opustit proto, že v sobě shrnují (na základě subjektivně prožívané jednoty určitých jevů) zcela různorodé procesy.

(2) Dalším problémem je to, nakolik při snaze o vypracování exaktních definicí podobných pojmů vystačíme s behavioristickým přístupem v té podobě, jak je tento přístup dnes znám a uplatňován. Nelze pochybovat o tom, že program objektivního studia systémů živé přírody včetně jejich nejvyšše organizovaných soustav — lidského mozku — v termínech chování těchto soustav je program vědecky správný. Určitou verzi takového programu objektivního výzkumu bez subjektivních hypotéz vyjadřo-

vaných v psychologických pojmech vytyčil a také realizoval I. P. PAVLOV a jeho škola. Hlavním problémem však zde je rozvinout tento program ve vyšších formách. To znamená, že nelze pracovat s nějakou stabilní a definitivní interpretací pojmu „objektivní chování“, že je nutno dále zdokonalit objektivní kritéria takového chování, která například nelze dnes hledat jen v úrovni fyziologické, ale také v řadě dalších úrovní, ať již „vyšších“ vzhledem k úrovni fyziologické (například v úrovni sociální), tak také v „nižších“ úrovních (například biochemické, fyzikální, kvantově teoretické apod.). Není také vyloučena možnost jisté objektivizace toho přístupu, který se dnes považuje za přístup z hlediska introspekce, z hlediska subjektivního prožívání.

Z uvedených úvah vyplývá, že možnosti kybernetického přístupu k problematice života, psychiky (a dodejme ještě: celé řady dalších jevů, například ekonomických, administrativních, soudních aj.), jakož i rozšíření těchto možností nezáleží jen na kybernetice samé a jejích teoretických i technických prostředcích, nýbrž záleží v první řadě na důkladném vědeckém zpracování těchto jevů samotných. Je také pravděpodobné, že největší obtíže, které se budou při úsilí o rozšíření těchto možností kybernetického přístupu vyskytovat, budou plynout z nedostatečné znalosti přesné podoby vztahů a závislostí, které platí pro tyto jevy.

Z tohoto důvodu je nutno odmítnout přehnané ambice a snahy o „kybernetizaci“ všech možných biologických, lékařských i společenských věd. Nelze totiž očekávat, že uplatnění kybernetických metod v těchto a dalších vědách může zásadně přeměnit povahu těchto oborů tak, že se prostě odhodí ty vědomosti a poznatky, které byly dosud nashromážděny. V této souvislosti je zajímavé, že A. N. Kolmogorov odmítl takové přehnané ambice, které se například projevíly v názoru, že je nutno studium na lékařských fakultách považovat za zastaralé a přenést je na matematické a technické fakulty. (Takové ambice v SSSR obhajoval matematik S. A. ŠTĚBAKOV, který považuje v lékařství za nejdůležitější studium cyklických procesů, které je možno popsat diferenciálními rovnicemi, podobnými těm, kterých se užívá v teorii automatické regulace. Stručné shrnutí Štěbakovových názorů viz [8].) Je ovšem pravda, že mnoho poznatků v těchto oborech má pouze fenomenologický charakter, že zde zpravidla operujeme s nepřesnými údaji a rozhodujeme se na základě ne zcela prozkoumaných a dosud ještě uspokojivě nevysvětlených závislostí. Další obtíž je v tom, že procesy rozhodování a vědeckého vyvozování v těchto oborech předpokládají znalost velkého množství parametrů, takže hlubší studium procedur vyvozování a rozhodování předpokládá bližší znalosti o vzájemných vztazích jednotlivých typů parametrů, uspokojivé řešení problému redukce dat apod.

To také znamená, že aplikace kybernetických metod a prostředků v různých oborech je neproveditelná, aniž by se pro tuto aplikaci „připravila půda“ přímo v těchto oborech. Jinak tato aplikace může vést k přehnaným iluzím nebo k výsledkům, jejichž teoretická i praktická hodnota bude nepatrná. „Připravit půdu“ pro aplikaci kybernetických metod, to je především algoritmický popis zkoumaných dějů, to je nalezení dosud neznámých algoritmů těchto dějů. V této souvislosti je třeba upozornit na metodologicky významnou souvislost tří velice podstatných pojmů: pojmu algoritmu,

pojmu potenciální uskutečnitelnosti a pojmu stroje v abstraktním smyslu (tzv. Turingova stroje). Uplatnění kybernetických metod a kybernetické techniky tedy předpokládá, že úroveň jednotlivých vědních oblastí bude pozvednuta na tu exaktní a současně vysoce abstraktní úroveň, která odpovídá úrovni uvedených tří fundamentálních pojmů.

Literatura

- [1] A. TURING: *Možet li mašina mysliť?* Moskva 1960.
- [2] A. N. KOLMOGOROV: *Automaty a život*; český překlad otištěn jako dodatek ke knize ROVENSKIJ, UJOMOV, UJOMOVÁ: *Stroj a myšlení*. Orbis 1962.
- [3] I. I. ARTOBOLEVSKIJ, A. E. KOBRINSKIJ: *Živoje suščestvo i techničeskoje ustrojstvo*. *Těchnika molodoži*, čís. 2, 1962.
- [4] N. WIENER: *Kibernetika i obščestvo*. Ruský překlad Moskva 1958.
- [5] *Automata Studies*. Pod red. SHANNONA a MCCARTHYHO. Ruský překlad *Avtomaty*. Moskva 1956.
- [6] B. A. TRACHTĚNBROT: *Algoritmy i mašinnoje rešenije zadač*. Moskva 1960.
- [7] Z. ROVENSKIJ, A. UJOMOV, J. UJOMOVA: *Stroj a myšlení*. Český překlad Praha 1962.
- [8] S. A. STĚBAKOV: *Možno vyvesti uravněnija zdorovja?* *Těchnika molodoži*, čís. 12, 1961.
- [9] F. H. GEORGE: *Towards chemical computers*. *New Scientist*, 13 (1962), 279.