

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

A. I. Berg

O některých problémech kybernetiky

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 6, 734--741

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138262>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1960

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

O NĚKTERÝCH PROBLÉMECH KYBERNETIKY*)

Akademik A. I. BERG

Předmět kybernetiky

Dosud neexistuje všeobecně přijatá jednoznačná definice pojmu „kybernetika“. Domníváme se však, že je možné se vyhnout mnoha sporům o předmětu a oblastech užití kybernetiky, budeme-li považovat kybernetiku za vědu o zákonech řízení složitých dynamických systémů. Takové dynamické systémy existují ve specifické formě jak v živé přírodě, tak i v lidské společnosti. Jsou to systémy, které jsou schopny samy změnit svůj stav, které jsou vytvořeny jako určitý souhrn jednodušších, vzájemně spjatých a vzájemně se ovlivňujících elementárních systémů nebo prvků. Celkový stav dynamického systému, stejně jako stav jednotlivých jeho prvků je určen hodnotou jednoho nebo několika parametrů, které se mění podle jim vlastních zákonitostí. Změna stavu složitěho dynamického systému se nazývá procesem. Změna stavu systému, způsobená vnějším vlivem na parametry systému se nazývá řízením.

Můžeme rozlišit tři oblasti s odlišným řízením. První takovou oblastí je řízení soustavy strojů, řízení výrobního procesu a všech procesů, ke kterým dochází cílevědným působením člověka na vnější svět. Druhou takovou oblastí je řízení organizované činnosti kolektivu lidí, plnicích jistý úkol. Jako příklad můžeme zde uvést kolektivy a organizace, které provádějí vojenské, finanční, úvěrové, pojistné, obchodní, dopravní a jiné operace. Třetí oblastí je řízení procesů, probíhajících v živých organismech. Sem patří vysoce organizované fyziologické, biochemické a biofyzikální procesy, spjaté s činností živého organismu, jejichž cílem je zachovat organismus v neustále se měnících podmínkách jeho existence.

Ve všech uvedených případech jde o složité dynamické systémy, ve kterých se uskutečňují živelně (vnitřními silami systému) nebo vnějším vlivem řídicí procesy. Předmětem kybernetiky je to obecné, co je společné všem těmto procesům nebo operacím řízení. Tyto oblasti pak tvoří oblasti užití kybernetiky. Úkolem kybernetiky je tedy studium procesů řízení ve složitých dynamických systémech v zájmu zvyšování efektivity lidské činnosti. Kybernetika se opírá o výsledky řady odvětví moderní vědy a techniky a sama také napomáhá jejich rozvoji.

Ve všech složitých dynamických systémech je řízení uskutečňováno získáváním, uchováváním a přeměnou informací. Každé řízení začíná shromažďováním informací o průběhu procesu. Těmto informacím je třeba dát takovou formu, ve které mohou být předávány po spojovacích cestách řídicímu orgánu (např. lidskému mozku nebo automatu). Řídicí orgán využívá určitých pravidel a možností, přeměňuje informaci, kterou dostal, v souladu s určenými cíli a úkoly. Tak je vypracován řídicí povel, který je předán výkonným mechanismům nebo orgánům. Takové je schéma jakéhokoli řízení. Pojem informace je tedy základním pojmem kybernetiky a teorie informací je významnou částí komplexu kybernetických disciplín.

Hlavní směry rozvoje

Lidstvo již odedávna prakticky používá kybernetických metod. Ve všech případech, kdy šlo o složitý, rozvíjející se proces a bylo třeba jej řídit k dosažení určitého cíle ve

*) Академик А. И. Берг: *О некоторых проблемах кибернетики*, *Voprosy filosofii*, č. 5, 1960.

stanovené lhůtě, používali lidé metod, které dnes nazýváme kybernetickými. Po mnoho desetiletí jsme se pokoušeli řešit problém řízení organizačními a technickými prostředky, avšak právě v současné době se problém řízení ostře vyhroutil. Tak, jak se výrobně technické problémy stávaly složitějšími, jak se prohlubovala dělba práce mezi lidmi, v hospodářství, politice a vojenství, jak byly do této činnosti zapojovány neustále mohutnější hmotné a energetické zdroje, neustále častěji vznikaly protiklady mezi nutností zlepšit řízení a reálnými možnostmi takového zlepšení použitím existujících organizačních forem a technických prostředků. Řízení se mělo při tom stát neustále operativnějším, přesnějším, neustále více založeným na postačujících a včasných informacích.

Abychom mohli řídit složitý dynamický proces, je nutno znát nejen konečný cíl, ale i souvislosti uvnitř jednotlivých elementárních procesů, které složitý proces vytvářejí a také souvislosti mezi těmito elementárními procesy. Je nezbytné chápat souvislosti mezi jevy v celku. K tomu je třeba používat složitého aparátu soudobé matematiky, zejména statistické metody, a teorii počtu pravděpodobnosti. Výsledky těchto odvětví matematiky a také výsledky teorie informací, teorie chyb, matematické logiky a jiných disciplín, významné výsledky celé soudobé vědy umožnily nově formulovat otázky řízení, vymezit tyto otázky jako předmět samostatné vědecké disciplíny. Rozhodující podíl na tom měl široký a intenzivní rozvoj moderní techniky, zejména elektroniky — elektronické automatiky a elektronických počítačích strojů. Nedostatek dostatečně efektivních technických prostředků po jistou dobu brzdil vývoj a zkvalitňování řízení. Nyní tyto technické protředy máme a jejich účelné využití za současného zvyšování kvality řízení se stává prvořadým úkolem. Právě proto se v uplynulém desetiletí zrodila a začala se rozvíjet nová věda o řízení — kybernetika, která vyhovuje potřebám tohoto vývoje.

Iniciátorem vydělení kybernetiky jako samostatné vědy se stal americký matematik Norbert Wiener. Wienerovy zásluhy spočívají v tom, že odhalil obecné zákonitosti, které jsou základem řízení složitých dynamických systémů, patřících k rozmanitým oblastem činnosti lidí a živé přírody, formuloval problémy studia těchto zákonitostí a jejich užití při řešení praktických problémů.

Je třeba ještě připomenout, že vznik kybernetiky znamenal zobecnění a vzájemné ovlivňování celé řady již dříve existujících vědeckých disciplín: fyziologie vyšší nervové činnosti, teorie automatické regulace, teorie informací, obecné teorie sdělování, statistiky, matematické logiky aj. Kybernetika vzájemně sblížila různá odvětví vědy, spojila je a podporuje jejich rozvoj. Kybernetika poskytla nové metody a odhalila nový přístup k velmi důležitým otázkám.

Wiener uvádí řadu vědců, mezi nimi i sovětské vědce, kteří podstatně přispěli k propracování myšlenek kybernetiky: W. Gibbs, I. P. Pavlov, A. N. Kolmogorov, C. Shannon. V zájmu spravedlnosti je třeba vzpomenout zásluh ruské a sovětské školy matematiků a inženýrů, která svými pracemi vybudovala základnu pro vědu o obecných principech řízení a která udělala mnohé před Wienerem. Máme na mysli čestného člena Petrohradské Akademie věd I. A. Vyšněgradského, jednoho ze zakladatelů teorie automatické regulace akademika A. M. Ljapunova, který vytvořil teorii stability rovnovážného stavu a pohybu mechanických systémů, akademika A. A. Andronova, který vyřešil řadu významných problémů teorie automatické regulace, nadaného sovětského vědce B. V. Bůlgakova a řadu jiných.

Nyní významný kolektiv sovětských vědců pracuje s úspěchem v oboru kybernetiky, teorie informací, v teorii řízení a regulace, v teorii automatizace a při konstrukci moderních elektronických počítačů, řídicích, informačních a speciálních strojů. Do propracování problémů kybernetiky se začínají zapojovat ekonomové, biologové, fyziologové, psychologové, logici. Máme početné mladé kádry, které jsou výborně připraveny k práci v oboru kybernetiky. Nyní je třeba učinit všechna opatření k upevnění naší sovětské kybernetické školy a k tomu, aby pokrokové metody řízení byly široce využívány v národním hospodářství naší země. Právě v socialistické společnosti, ve které hospodářství je plánováno, jsou výjimečně přiznivě předpoklady k úplnému využití všech výhod, které odhaluje kybernetika, spočívající na elektronickém řízení.

Kybernetiku můžeme rozdělit na tři základní oddíly vymezením tří hlavních směrů bádání: teoretickou, technickou a aplikovanou kybernetiku.

Teoretická (také abstraktní) kybernetika zahrnuje filosofické otázky kybernetiky, její matematické a logické zásady.

Technická kybernetika pracuje s konkrétními technickými prostředky a systémy těchto prostředků, které používáme v řídicích zařízeních.

Aplikovaná kybernetika se zabývá použitím teoretických základů a technických prostředků kybernetiky k řešení úkolů řízení v rozmanitých oblastech lidské činnosti (výroba, zásobování energií, doprava, spoje). Oblast praktického užití kybernetiky se neustále

rozšiřuje. V současné době se studují možnosti užití kybernetiky v ekonomice, v plánování odvětví národního hospodářství: ve financování, zásobování, evidenci, statistice aj. Zpracování rozsáhlých zkušeností zdravotnické služby pomocí soudobých elektronických počítačů odhaluje nové perspektivy sovětského zdravotnictví. Již bylo dosaženo prvních slibných praktických výsledků na poli diagnostiky.

Uvedené dělení je samozřejmě poněkud relativní; ostře odlišit uvedené oblasti kybernetiky nelze a tím méně lze při takovém dělení dostatečně přesně charakterisovat základní tendence rozvoje kybernetiky. Tak je tomu s každou klasifikací. V teoretické kybernetice je možné najít i konkrétní, praktické úkoly a technická kybernetika má svoji teoretickou část právě tak, jako takovou teoretickou část najdeme v každé oblasti užití praktické kybernetiky.

Kybernetika a filosofie

Jak tomu často bývá, mnoho dobrých myšlenek a zobecnění, formulovaných N. Wienerem v jeho knize „Kybernetika, neboli řízení a spojení v organismech a ve strojích“ (která vyšla v USA r. 1948 a byla do ruštiny přeložena až v roce 1958), byly vysloveny z nejasných a někdy dokonce ideově-filosoficky chybných posic. V souvislosti s Wienerovými myšlenkami byla vyvolána nezdravá reklama. Západní tisk se velmi snažil o to, aby z vulgarisoval a ve zvrácené podobě reprodukoval hluboké a cenné myšlenky autora „Kybernetiky“. To vyvolalo opatrnost a nedůvěru ke kybernetice u části sovětské inteligence. Období vytváření rozumného vztahu ke kybernetice se žel natolik protáhlo, že tím byla naše věda a technika nesporně poškozena. Z toho je třeba vyvodit patřičné poučení, neboť je možné očekávat, že i v budoucnu k nám budou pronikat mnohé myšlenky zasluhující pozornost s podobnými ideologickými dekoracemi.

Dnes již dožívají krajnosti, ke kterým docházelo jak z řad horlivých přívrženců kybernetiky tak i z řad jejich protivníků, a vše se dostává do správných kolejí. Jak skepticismus při hodnocení kybernetiky tak i pokusy některých nadšených vědců, inženýrů a literátů považovat kybernetiku za ekvivalent vědecké filosofie a rozšiřovat její platnost na všechny oblasti vědění, jsou absolutně beznadějná a bezperspektivní.

Kybernetika má samozřejmě svoje filosofické problémy právě tak, jako je má matematika, fyzika, biologie, je však hluboce nesprávné považovat kybernetiku za jakousi filosofickou teorii, která může nahradit dialektický materialismus. Dialektická materialistická filosofie je věda o nejobecnějších zákonech vývoje přírody, lidské společnosti a myšlení. Hlavní zvláštnost filosofie spočívá v tom, že filosofie je světovým názorem. Světový názor má dát lidem obecné názory na okolní svět, odpovědět na otázky: co je to vnější svět, existuje věčně, nebo vznikl nějakým způsobem, zůstává neměnným, nebo se neustále vyvíjí a mění, jaké místo v něm náleží člověku a lidské společnosti? Otázka vztahu bytí a lidského myšlení, hmoty a vědomí, otázka: co je prvotní — obklopující nás příroda, hmota nebo myšlení, vědomí, rozum, ideje — taková je základní otázka filosofie jako světového názoru. To vše jsou dobře známé pravdy avšak již z této obecné charakteristiky filosofie je zřejmé, nakolik odlišnou, s filosofií nesrovnatelnou vědou je kybernetika jak svým předmětem, tak úkoly, které si klade, i širší zobecňování. Třebaže se kybernetika zabývá studiem složitých procesů pohybu a vývoje, studuje tyto právě jen z hlediska mechanismu řízení. Kybernetiku nezajímají při tom energetické vztahy, ekonomická, estetická, společenská stránka jevů. Vzájemné vztahy řídicích a řízených systémů studuje kybernetiku jen do té míry, nakolik je lze formalisovat matematickými a logickými prostředky. Úkolem kybernetiky při tom je vypracovat doporučení o nejlepších způsobech a metodách řízení, aby bylo co nejrychleji dosaženo vytčeného cíle.

Kybernetika, třebaže se opírá o rozsáhlá zobecnění, platná pro všechny řízené systémy, má tedy nesrovnatelně užší vědeckou základnu než filosofie. Kybernetika nemůže v žádném případě nahradit materialistickou filosofii. Již sama formulace takové otázky je neoprávněná. Dialektický materialismus studuje všechny procesy vývoje ve vší jejich mnohotvárnosti, z nejobecnějších posic teorie poznání. Kybernetika studuje především utilitární stránku procesů řízení s cílem zvýšit efektivnost činnosti lidí v této oblasti.

Je pravda, že kybernetika vznikla jako věda, která uskutečnila syntézu řady vědeckých disciplín. Vznik nových vědeckých disciplín na místech styku různých oborů lidského vědění je možná jedním z nejcharakterističtějších rysů soudobého vývoje vědy. Tak vznikla biofyzika, biochemie, fyzikální chemie, radiochemie a mnohé jiné vědecké obory, které v jistém smyslu spojují předměty různých věd. Kybernetika není zřejmě výjimkou. Zvláštností zde snad je, že kybernetika vznikla na styku zdánlivě různorodých vědeckých

disciplín: matematiky, inženýrských a biologických oborů. Charakter takové syntézy musí nesporně zaujmout dialekticko-materialistickou teorii poznání.

Filosofické otázky kybernetiky vznikají v souvislosti s otázkou místa této disciplíny v soustavě věd o přírodě a lidské společnosti, s úlohou moderní techniky v jejím rozvoji a s vyjasněním úlohy, kterou má kybernetika mít při rozvíjení soudobé vědy a techniky, při budování komunistické společnosti. K filosofickým otázkám také patří některé metodologické problémy, spjaté zejména s použitím metod matematiky a logiky v kybernetice na jedné straně a experimentálních metod na druhé straně: dialektickomaterialistický rozbor podstaty základních pojmů kybernetiky, takových jako pojem „řídící systém“, „informace“ aj., kritika idealistického přeručování myšlenek kybernetiky, jejíž rozvoj ve skutečnosti probíhá v soulase se základními principy dialektického materialismu, filosofické závěry z tohoto vývoje, zejména v otázkách vzájemných vztahů příčinnosti a cílevědomosti, nahodilosti a nutnosti, entropie a organizovanosti a jiných dostatečně obecných kategorií.

Některé rysy našeho technického rozvoje

Rozvoj a zavádění nové techniky na základě maximálního využití všech výsledků a úspěchů lidského myšlení nabývá zvláště velikého významu v nastávajících sedmi letech, v nejdůležitější etapě na cestě k řešení základního ekonomického úkolu SSSR. V hospodářském soutěžení dvou systémů — kapitalismu a socialismu — zvítězí ten, který se dostane do čela světového pokroku, zejména vědecko-technického pokroku. Červnové plénum ÚV KSSS v roce 1959 konkretisovalo úkoly, formulované XXI. sjezdem KSSS, v oblasti vytvoření materiálně-technické základny komunismu, v oblasti zavádění nové techniky do národního hospodářství a usměrnil pozornost stranických a sovětských orgánů na odstranění všech překážek technického pokroku. Vědě připadá významná úloha v boji za technický pokrok, v boji za další zvyšování produktivity práce.

Základním prostředkem technického pokroku je komplexní mechanisace a automatizace výrobních procesů. Zvýšení produktivity práce a zlepšení pracovních podmínek nemůže však být dosaženo jen mechanisací a automatizací výroby. Úspěšná mechanisace a automatizace výroby předpokládá řadu faktorů, jejichž souhrn také charakterisuje dosaženou úroveň v technice. N. S. Chruščov nejednou zdůrazňoval, že na prvním místě je člověk, který má při zavádění nové techniky velikou odpovědnost za její využití. Jakákoli technická zdokonalení přinášejí užitek jen tehdy, jestliže jimi vládnou kvalifikovaní lidé, kteří vědí co mohou chtít, připravení, dovední lidé, kteří jsou schopni zajistit nezbytné podmínky pro úspěšnou práci jejich závodu.

Úloha automatizace se redukuje na částečnou záměnu lidské práce, avšak konečný výsledek zavádění nové techniky a automatizace závisí na tom, nakolik dovedně člověk této nové techniky využívá. Ani kybernetiky, která si klade za cíl zvýšit efektivnost lidské práce v těch případech, kdy má člověk řídicí úlohu, zdaleka nevylučuje člověka s jeho znalostmi, schopnostmi, fantasií, prožitky a podněty. Úloha člověka se však mění: člověk vynakládá méně fyzických sil a v neustále větší míře řídí procesy, které provádějí mechanismy a automaty. Nová technika zvyšuje efektivnost lidské práce, mechanismy a automaty slouží člověku a ne člověk jim. Žel při zkoumání a hodnocení sociálních důsledků automatizace někteří sociologové a ekonomové nedoceňují tuto okolnost. Naši sociologové ještě nezačali propracovávat velmi důležité a nyní aktuální otázky určení nejvýhodnějších cest rozvoje sovětské ekonomiky v nových podmínkách přechodu od socialismu ke komunismu.

Na složitě a obtížně cestě technického pokroku stojí na prvním místě člověk. Právě člověk musí řešit organizační otázky. Sřrávným rozmístěním lidí a účelnou organizací práce je možné mnohé dosáhnout i bez technické revoluce. Žádná nová technika a automatizace nemůže pomoci tam, kde ji dostanou do rukou lidé, kteří jí nerozumí a jejichž práce je špatně organizována. Proto na druhé místo je třeba postavit organizační práce.

Na třetím místě je technologie procesu. Novou techniku je možné využít jen tehdy, používáme-li promyšlené a účelné technologie výroby. Nová technika sama může podstatně zlepšit technologii. Při tom organizace výroby a technologie je spolu těsně spjata.

Čtvrté místo zaujímá mechanisace práce. Nová technika je neslučitelná s používáním těžké a neproduktivní ruční, nemechanisované práce. Již v roce 1920, v podmínkách poválečného rozvratu, přikládal V. I. Lenin velký význam rašelině pro zmírnění ostré palivové krise a přitom nepokládal za možné široce rozvinout těžbu rašeliny, protože pracovní podmínky zde byly mimořádně obtížné. Ve svém referátu na VIII. Všeruském sjezdu sovětů řekl V. I. Lenin: „Máme nevyčerpatelná ložiska rašeliny. Ale nemůžeme

jich využít, protože nemůžeme posílat lidi na tuto galejnickou práci ... V kapitalistickém státě šli lidé na takovou práci z hladu, ale v socialistickém státě na tyto galejnické práce lidi posílat nemůžeme. Je třeba všude zavádět více strojů, přejít v nejšířší míře k používání strojové techniky“ (*Spisy*, čes. vydání sv. 31 str. 510). Nejdůležitějším úkolem v souladu s humanními cíli naší strany, usneseními XXI. sjezdu KSSS a červnového pléna ÚV KSSS je likvidace těžké ruční práce v průmyslu, stavebnictví, dopravě a zemědělství na základě komplexní mechanisace výrobních procesů.

Jakákoli mechanisace práce, používání strojů v libovolném výrobním odvětví je nemyšlitelné bez dostatečných zdrojů energie. Proto dalším článkem řetězu faktorů, které podmiňují technický pokrok, je množství dodávané energie. Zvláštní význam při tom má elektrifikace. N. S. Chruščov nejednou zdůrazňoval význam tohoto faktoru. Ve svém projevu na Všesvazové poradě o energetické výstavbě 28. listopadu 1959 řekl: „Bez elektrifikace není mechanisace a automatisace výrobních procesů. Abychom zvýšili mechanisaci práce, zvýšili produktivitu práce, musíme ještě šířeji rozvíjet elektrifikaci. Musíme elektrifikovat a mechanisovat všechna odvětví národního hospodářství. Tak zajistíme neustálý růst produktivity práce a v nejkratších lhůtách dostihneme a předstihneme nejnepříjemnější kapitalistické státy v tomto důležitém ukazateli.“

Složitá posloupnost — kultura práce, organizace technologie, mechanisace, energetické vybavení — má tedy nový poslední článek — automatisaci práce. Je-li tento řetěz přerušen, jestliže některý z předchozích faktorů je nedostatečně realizován, pak automatisace nepomůže. Úspěšné zavedení automatisace předpokládá dokonalou organizaci a technologii výroby, vysokou úroveň mechanisace a energetického vybavení. V této souvislosti je nezbytné považovat automatisaci za vyšší stupeň mechanisace a pamatovat při tom, že rozvíjení mechanisace až na úroveň komplexní mechanisace nemá probíhat jen současně s automatisací, ale má jí předcházet a že tedy komplexní mechanisace zůstává v jednotlivých odvětvích národního hospodářství i nadále hlavním úkolem.

Komplexní mechanisace a automatisace výrobních procesů je klíčem k řešení základních problémů dalšího rozvoje národního hospodářství naší země a sedmiletého plánu: získání co největšího časového předstihu v soutěžení s kapitalismem, mohutného rozmachu výroby, růstu produktivity práce a životní úrovně lidu. Jen zavedením komplexní mechanisace a automatisace je možno rozvinout práci nových a nejpokrokovějších odvětví národního hospodářství, zejména chemického průmyslu, výroby atomové energie, elektroniky, výroby velmi vysokých napětí a jiných, které vyžadují mimořádné přesnosti a rychlosti, a neum žňují bezprostřední účast člověka ve výrobě. Tím spíše to samozřejmě platí pro ta odvětví, kde práce je zdraví škodlivá nebo životu nebezpečná.

Zavádění automatisace je rozhodující proto, že automatisace, která je výrazem nejprogressivnější organizace výroby, vyžaduje současně vysokou úroveň v zavádění celého komplexu nejnovejších techniky. Zavádění automatisace je významné také proto, že v podmínkách socialismu znamená podstatné zlepšení pracovních podmínek a změnu samého charakteru práce, napomáhá odstraňovat rozdíly mezi duševní a fyzickou prací a do základů mění názory na specialisaci práce. Dělníky u soustruhů vystrídají inženýři a technici u automatických výrobních linek, k řízení nejsložitějších zařízení a procesů nastupují vědci. Úloha člověka při řízení automatické výroby velmi podstatně vzroste. Sous ruh s programovým řízením bude pracovat tím lépe a efektivněji, čím logičtěji a kvalifikovaněji vypracovány příkazy dostane od člověka. Automatisace vytváří podmínky pro zvýšení kulturně technické úrovně dělníků a současně vyžaduje vysokou kvalifikaci, znalosti matematiky, elektroniky, fyziky, mechaniky a ekonomiky.

Mechanisace a automatisace není dočasný a náhodný jev, ale přirozený a zákonitý důsledek vývoje techniky. Mechanisace a automatisace charakterisuje stupeň technické vyspělosti v zemi, zajišťuje úsporu společenské práce a tedy i snížení vlastních nákladů výroby.

Automatisace umožňuje považovat výrobní proces za jediný celek. Nesmíme zapomínat, že automatisovat lze jen velmi dokonalý technologický proces, že zastaralou technologii, zastaralé stroje automatisovat nemá smysl. Žel ještě leckde se najdou lidé, kteří to nechápou. V návalu nadšení tito „automatisátoři“ slepují dohromady nové technické prostředky se starými technologickými postupy. ÚV naší strany nejednou poukazoval na škodlivost takové „automatisace“.

Automatisace může být zavedena pomocí mechanických, pneumatických, hydraulických, magnetických, elektrických a elektronických zařízení. Elektronická zařízení jsou vysoce citlivá, pracují prakticky bez setrvačnosti, lze je přizpůsobit k různým pracovním podmínkám, umožňují zesilovat signály, sbírat a předávat informace na dálku atd. Elektronická automatika stojí na konci výše uvedeného řetězu faktorů a uzavírá jej. Tuto okolnost je třeba vážít, mluvíme-li o možnostech a perspektivách elektronické automatiky.

Je hrubou chybou domnívat se, že je možné úspěšně užívat zařízení, prostředků a metod elektronické automatizace bez pečlivé předběžné analýsy a předběžného zajištění nezbytných podmínek pro zavedení takové automatizace.

V nynější době nabývá mimořádného významu nové odvětví elektronické automatiky — elektronické počítačí stroje. Podmínky, ve kterých tyto stroje mohou být užitečné, jsou složitější, než podmínky pro zavedení obvyklé elektronické automatiky. Elektronické řídicí zařízení je zvláště náročné na kvalitu a úroveň technologie a organizaci výroby. Při dobré organizaci a vysoké technologické úrovni mohou však tato zařízení dát největší výrobní a ekonomický efekt. Tato zařízení mohou např. pracovat podle takového programu, který zajišťuje, aby stanovený úkol byl neustále řešen právě nejvýhodnějším způsobem. Jinými slovy tato zařízení sama nalézají a udržují optimální režim. Mohou tedy tyto stroje vykonat více, než jakékoli jiné prostředky elektronické automatiky, dokonce více než člověk.

Odkrývá se nám široká perspektiva užití elektronických počítačích strojů při řešení jednoho z nejdůležitějších organizačních problémů — problémů řízení. Samozřejmě nejde o řízení nejjednodušších procesů, ale takových, které jsou složeny z mnoha vzájemně se ovlivňujících jednodušších procesů. Ve všech těchto případech, kdy je možné určit konkrétní cíl procesu, vzniká problém řízení. Jeho řešení zdaleka není trivální. Kybernetika, jako věda o řízení složitých dynamických systémů, poprvé umožňuje formulovat tento problém v jeho obecné formě na vědeckém podkladě. Na rozdíl od dříve používaných živelných a empirických způsobů máme nyní možnost najít přísné vědecké metody jeho řešení.

Důležitý úkol technické kybernetiky

Nynější vývoj klade kybernetice řadu nových problémů, které vyžadují řešení. Na základě usnesení presidia Akademie věd SSSR byla v roce 1959 vytvořena při Akademii věd Vědecká rada pro kybernetiku. Tento orgán připravil nyní obsáhlá doporučení k základním otázkám kybernetiky, ke směru a koordinaci vědecko-výzkumné práce v SSSR. Z řady důležitých úkolů kybernetiky chtěli bychom nyní upozornit na jeden z nich, jehož řešení v je bezprostředním vztahu s výsledky automatizace v národním hospodářství. Mám na mysli problém spolehlivosti řízení.

Systémy se stávají neustále složitějšími, používají neustále většího počtu vzájemně spjatých součástí a uzlů a vzniká důležitá otázka spolehlivosti práce tohoto systému jako celku. Tento problém je vlastní každému odvětví nové techniky, ale ze zřejmých důvodů je zvláště výrazný právě při používání prostředků elektronické automatiky, zejména elektronických řídicích zařízení. Elektronkové počítačí stroje provádějí při řešení některých problémů až desítky milionů násobení a celkový počet elementárních operací je řádu 10^{10} . Jestliže v důsledku technické poruchy je některá elementární operace provedena nesprávně, např. někde není předán impuls, může být nesprávný i konečný výsledek. Předejít všem možným poruchám systému, který je složen z desítek nebo dokonce stovek tisíců prvků a milionů kontaktů a spojení, je neobyčejně obtížné. Proto spolehlivost automatického systému musí být studována velmi pečlivě. Naše nynější obtíže při zavádění automatizace do výroby jsou vyvolány nejen tím, že jsme ještě pozadu v mechanizaci a pro automatizaci nemáme přístroje a prostředky, ale také tím, že ty přístroje a součástky, které máme, nejsou v práci dostatečně spolehlivé a nelze jich používat při odpovědných operacích.

Složitě výrobní procesy vyžadují účast vysoce kvalifikovaných dělníků a techniků, mistrů svého oboru, kteří mají bohaté zkušenosti. Tito lidé rychle reagují na změnu podmínek a téměř automaticky nacházejí správné řešení problémů řízení výroby. Tito lidé pracují velmi spolehlivě. Takové obecné charakteristiky jsou však velmi neurčité a nedostatečné, jakmile chceme nahradit v procesu řízení kvalifikované dělníky automaty. Automaty musí pracovat nejen rychleji a přesněji než člověk, ale také spolehlivěji. Představme si složitý proces, který by byl řízen nespolehlivými automaty. Je zřejmé, že všechny výrobní a ekonomické výhody, vyplývající z jejich použití po dobu jejich spolehlivé práce, mohou být rázem zničeny, jakmile automat vypoví službu. Zatím co telegram, který byl přeroučen při předávání, můžeme několikrát opakovat, chybně předaný nebo splněný řídicí povel v mnoha případech již není ani třeba opakovat. Důsledkem mohou být nejen prostroje, časové ztráty a ničení materiálu, ale i těžké havarie, vyžadující oběti na lidských životech a způsobujících velké škody národnímu hospodářství. Je jasné, že automat musí pracovat alespoň tak spolehlivě a v mnoha případech ještě spolehlivěji než člověk, kterého nahradil.

Abychom mohli porovnávat spolehlivost práce člověka se spolehlivostí práce automatu, je třeba najít nějakou míru této spolehlivosti, prozkoumat příčiny a podmínky, za kterých člověk začíná pracovat nespolehlivě a určit přípustnou míru nespolehlivosti v jeho práci. Je třeba říci, že se u nás spolehlivost práce člověka v rozmanitých podmínkách a při různém stupni únavy studuje zcela nedostatečně. Autorem se nepodařilo, přes usilovné hledání, sebrat takový materiál. A při tom v naší zemi pracuje více než sto tisíc vyhybkářů na železnici, desítky tisíc telefonistek obsluhují meziměstské a místní ruční telefonní ústředny, velká část úředníků v kancelářích provádí v podstatě velmi jednoduché, neustále se opakující součtové operace, statisíce řidičů řídí automobily, spousta lékařů stanovuje diagnózy. Kolik chyb se při tom udělá, jaká je jejich pravděpodobnost a co nás to stojí? Dosud takové údaje nemáme.

Klademe si za úkol zvýšit produktivitu práce. Je to skutečně jeden z nejdůležitějších problémů. Proto produktivita práce se studuje, třebaže velmi nedokonalými metodami. Proč nestudujeme také spolehlivost práce člověka? Sociologové, psychologové i ekonomové by se mohli ujmout tohoto problému a měli by z toho prospěch oni sami i věc. Absolutně spolehlivé mechanismy a tím méně absolutně spolehlivé automaty neexistují. Musíme tedy vždy přistoupit na určitý kompromis. Kde jsou hranice přípustného rizika? Zřejmě, dokud nemáme údaje o spolehlivosti práce člověka, nemůžeme ani určit přípustnou spolehlivost automatů.

Když člověk konstruuje elektronkové stroje, učí se od přírody právě tak, jako se učil při konstrukci nástrojů. Mozek je však nekonečně složitější než ruce a nohy a jeho modelování je teprve v začátcích. Zatím je pro nás mozek v řadě svých charakteristik nedostižným ideálem. Jednou z nich je jeho schopnost pracovat spolehlivě, s velkými rezervami, s minimálním vynaložením energie a při velmi nízkých charakteristikách váhových. V nevelkém objemu mozku je soustředěn systém, skládající se z 10—15 miliard ultraminiaturních, lehkých a spolehlivě pracujících buněk—neuronů, spotřebovávající miliardtiny wattu na jeden neuron. Dokonce i naše sny o ultraminiaturisaci prvků řídicích strojů jsou vzdáleny toho, čeho dosáhla příroda mnoho milionů let trvajícím vývojem, přirozeným výběrem.

V mozku nejsou buňky, které by se podobaly jednotlivým kondensátorům, indukčním cívčkám a odporům, není tam vakuum. Mozek se skládá ze složitých organických bílkovin, které vytvářejí nervovou tkáň. Mozek potřebuje na jednotku váhy dvacetkrát více kyslíku než svaly. Základním zdrojem energie pro mozkovou tkáň jsou uhlohydráty, zejména glukosa, které potřebuje mozek dvakrát více, než svalstvo. V kůře hemisféry velkého mozku, která má u člověka tloušťku 2—5 mm, jsou umístěna centra vyšší nervové činnosti, v ní probíhají fyziologické procesy — a útlum. Tyto procesy jsou spjaty s existencí bioproudů, které lze objevit, zesílit a analyzovat. Třebaže naše znalosti o struktuře a funkci mozku jsou dnes ještě velmi a velmi nedostatečné a mnohdy pracujeme s dohady, již to, co víme, nás nesmírně udivuje svojí účelností.

Přesto však mozek pracuje pomalu a to člověka neuspokojuje. Mozek má nedostatečnou paměť a může zapomenout i potřebné věci. Jeho práce je narušena při únavě a nedostatku potravy. Je velmi křehký, vůbec nesnáší otřesy a údery a je vystaven možnosti rozmanitých patologických změn. Tím, že člověk přenáší některé nejjednodušší funkce mozku na elektronické stroje, zároveň „napravuje“ některé jeho nedostatky. Hlavní výsledek, kterého je při tom dosaženo, je rychlost. Ve srovnání s mozkem mají však existující stroje jeden podstatný недостаток: pracují nespolehlivě a velmi často vyžadují mnohanásobné prověrky operací.

Vzniká otázka: nebylo by možné modelovat strukturu mozku, samozřejmě jen v některé jeho části, v určitém vztahu? Nebylo by např. možné v technice používat takové prvky systémů, které by měly současně kapacitu, indukčnost i odpor, a které by měnily tyto parametry podle potřeby? Snad se lze vůbec obejít bez jednotlivých prvků? Můžeme možná použít monolitních bloků materiálů, z nichž každý by plnil určitou funkci některého uzlu radioelektronické aparatury? Taková oblast elektroniky — molekulární elektronika „moletronika“ — se již začala rozvíjet. Molekulární elektronika si klade za úkol vytvořit takovou molekulární strukturu hmoty, která by zajišťovala řízení toku nabitých částic tak, aby bylo dosaženo žádaných výsledků. Používá se k tomu ultračistých krystalů polovodičů, opracovaných tak, aby v nevelkém objemu obsahovaly všechny potřebné chemické prvky a strukturální anomálie. Jako kapacity, indukčnosti a odpory zde fungují spiny elektronů, pole atd.

Některé zahraniční firmy intenzivně pracují na tomto poli. Byly vytvořeny funkcionální uzly aparatury ve formě monolitních germaniových bloků — lehký telemetrický zesilovač o objemu 0,015 cm³, který používá pouze jednoho prvku místo čtrnácti v obyčejném zesilovači s transistory, byl vybudován generátor s frekvencí opakování impulsů

mezi 10 a 100 kHz a s délkou impulsů do 1 mc/sec. Usazováním a difusí byla vytvořena dioda, transistor, odpor a kapacita z jediného kousku křemene. Takovými metodami vytváření „monolitních schémat“ byl již zhotoven multivibrátor a heterodyn s fázovým posunem.

Práce tomu podobné jsou zatím v počátečním stadiu, zasluhují však neustále pozornosti, neboť si kladou za cíl zvýšení spolehlivosti práce systému, snížení ztrát energie a zvýšení počtu funkčních uzlů na jednotku objemu (což umožňuje značně snížit měrnou váhu). Opomímám zde jiné práce a myšlenky v oblasti mikrominiaturové, poznamenávám však, že mohou zahájit novou epochu v radiotechnice. Výzkumy v tomto směru musíme neodkladně rozšířit, zajistit si podporu nejkvalifikovanějších chemiků, metalurgů, fyziků, krystalografů, radiotechniků a technologů. V souvislosti s tím je třeba podstatně zlepšit a popohnat práci v oblasti polovodičů.

Úkol zvýšení spolehlivosti práce automatů má několik aspektů, řešení se zde hledá v různých směrech, jak cestou dokonalejšího používání technických prostředků, vytvoření spolehlivějších prvků, tak i cestou zlepšení organizace jednotlivých prvků stroje. Elektronky a trubice jsou nahrazovány transistory a ferrity, neboť stroje s ferritovými prvky jsou podstatně spolehlivější. Např. v pokusném universálním číslicovém počítači laboratoře pro elektromodelování při AV SSSR je poruchovost prvků 0,1% z celkového počtu prvků, zatímco v jiných strojích činí 6%.

Zásadní význam v této souvislosti má práce J. von Neumana, který dokázal možnost konstrukce spolehlivého automatu z nespolehlivých prvků cestou lepší organizace jeho částí. Neuman prozkoumal, jak je třeba organizovat jednotlivé přepojovací orgány, které mají jistou konstantní pravděpodobnost chybného výkonu, aby z nich bylo možno utvořit spolehlivě pracující automat. Tímto komplexem otázek se nyní zabývá abstraktní teorie automatů, která nedávno vznikla na základě matematické logiky. Z výsledků, kterých bylo na tomto poli dosaženo, poukážeme na práci matematiků Moskevské státní university, kteří provedli syntézu reléového schématu bez zdvojování prvků, jejíž činnost není narušena krátkým spojením.

Závěrem ještě jednou podtrhneme, že problém zajištění vysoké spolehlivosti v práci automatické aparatury se stává problémem prvořadé státní důležitosti. Bez řešení tohoto problému nemůže být dosaženo výrazných úspěchů v rozvoji automatizace. Abychom našli nové metody zvyšování spolehlivosti aparatur a také abychom vyřešili problém její miniaturové, je nezbytné rozvinout výzkumné, perspektivní vědecko-výzkumné práce, sjednotit úsilí mnoha specialistů a vytvořit v jednom z velkých závodů vědecko-výzkumný ústav pro studium spolehlivosti automatů. Je nezbytné, aby také státní plánovací instituce plánovaly zvyšování spolehlivosti aparatur právě tak, jako plánují zvyšování produktivity práce a zavádění nové techniky.

Přeložil Jiří Gregor

IDEALISACE A ABSTRAKCE¹⁾

D. P. GORSKIJ

1. Podstata idealizačního procesu

V procesu poznávání se všude setkáváme s tak zvaným idealizačním procesem. Existují dva druhy idealisování: idealisování jako děj, který je našemu poznání, zobrazování skutečnosti imanentní, vlastní, a idealisování jako prostředek, jímž se zvláštní idealisované objekty a pojmy těchto objektů záměrně tvoří.

Proces poznání je nevyhnutelně spjat se zhruběním, se schematisací poznávací činnosti. „Nedovedeme si představit, vyjádřit, změřit, zobrazit pohyb, aniž jsme přetrhli nepřetržitě, aniž jsme zjednodušili, zhrubili, aniž jsme rozdělili, umrtvili živé. Zobrazení pohybu v myšlení je vždycky zhrubění, umrtvení — a nejen v myšlení, nýbrž i v počítce, a netoliko pohybu, nýbrž jakéhokoli pojmu.“²⁾

¹⁾ D. P. Gorski, *Die Prozesse der Idealisierung und Abstraktion*, Deutsche Zeitschrift für Philosophie, roč. 8 (1960), č. 4.

²⁾ V. I. Lenin, *Filosofické sešity*, SNPL Praha, 1953, str. 234. V originále citováno z W. I. Lenin, *Aus dem philosophischen Nachlass*, Berlin 1949, str. 195.