

Ivan Plander

Teoretické problémy technickej kybernetiky

Kybernetika, Vol. 2 (1966), No. 4, (355)--360

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/125794>

Terms of use:

© Institute of Information Theory and Automation AS CR, 1966

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>

Teoretické problémy technickej kybernetiky*

IVAN PLANDER

Článok sa dotýka niektorých moderných otázok technickej kybernetiky. Poukazuje na niektoré nové partie technickej kybernetiky, ako sú samočinne sa učiace a samočinne sa organizujúce systavy. Zdôrazňuje význam teórie informácie pre riešenie teoretických problémov riadenia a teórie kódovania pre zabezpečenie spoľahlivosti sústav použitím signálovej redundantnosti. Naznačuje problémy v oblasti teórie kódovania, ktoré bude treba v najbližšej budúcnosti riešiť. Zmieňuje sa o mieste, ktoré teraz nadobúdajú zariadenia pre rozpoznávanie obrazov a samočinné počítače v technickej kybernetike. Dotýka sa problému cieľovosti vo funkcii veľkých sústav a najmä pomeru človek-stroj.

Definícia technickej kybernetiky vyplýva zo všeobecnej definície kybernetiky a súvisí s klasifikáciou vo vnútri samotnej kybernetiky. Z hľadiska klasifikácie v rámci kybernetiky do technickej kybernetiky patria *problémy riadenia v technických sústavách* (výrobných procesoch, komplexnej automatizácii) na jednej strane a *problémy technických prostriedkov riadenia*, samočinných počítačov, riadiacich počítačov a pod. na strane druhej.

Používaná definícia, že „kybernetika je veda o všeobecných zákonitostiach štruktúry riadiacich sústav a procesu riadenia“ nie je úplná. Predmetom skúmania technickej kybernetiky je totiž sústava riadenia pozostávajúca z *riadiacej* sústavy a *riadenej* sústavy (objektu riadenia), ktoré sú medzi sebou prepojené kanálmi prenosu informácie. Je preto správnejšie miesto o *riadiacich sústavách* hovoriť o *sústavách riadenia* a nahradiť aj označenia používané v automatizácii: regulátor a regulačná sústava pojmami širšieho významu: riadiaca a riadená sústava. Veľká rôznorodosť technologických výrobných procesov a priemyselných objektov riadenia (strojárstvo, chemický priemysel, energetika, metalurgia, objekty a systémy pozemnej, vodnej, vzdušnej dopravy apod.) vedie k rozdeleniu technickej kybernetiky na rad samostatných častí, ktoré sú však navzájom spojené spoločným myšlienkovým základom, metódami analýzy a syntézy procesov riadenia, jednotou princípov činnosti a technickou realizáciou prostriedkov riadenia, včítane univerzálnych a riadiacich počítačov. V súčasnej dobe sa prechádza od skúmania jednoduchých sústav riadenia a izolovaných javov ku skúmaniu zložitých sústav a hromadných javov, kedy pre nás už nie je dôležitý výsledok jednej udalosti, ale spoločný účinok množiny udalostí. Tradičné ponímanie sústav ako determinovaných a spojitých sa postupne nahrádza javmi stochastickými a nespojitými (diskrétnymi).

V súvislosti s tým vznikol v technickej kybernetike pojem „*veľkej sústavy*“ (large-scale system, большая система). Príkladom takejto sústavy je napr. elektronický číslicový počítač, auto-

* Referát prednesený na *druhej konferencii o kybernetike*, Praha, 16.–19. novembra 1965.

matický rádiolokačný systém protivzdušnej obrany, automatické telekomunikačné siete (telefón), dopravné a energetické systémy, výrobné podniky a ich združenia a pod. „Veľké sústavy“ sú v podstate druhmi sústav riadenia, ktoré pozostávajú z objektov riadenia (riadených) sústav a príslušných riadiacich sústav veľkých rozmerov. Charakteristickým znakom „veľkej sústavy“ je jej hierarchičnosť a veľká zložitosť. „Veľké sústavy“ sa niekedy nazývajú *komplexy*.

Dôležité je rozlišovať „veľké sústavy riadenia“ *automatické* a *automatizované*. Tento zdanlivo nepatrný terminologický rozdiel obsahovo vyjadruje z kybernetického hľadiska dve podstatne rôzne sústavy. Ak funkciu rozhodovacieho a riadiaceho orgánu „veľkej“ sústavy riadenia (zložitého technologického procesu apod.), ktorú bežne vykonáva človek, prevezme automat – riadiaci počítač, hovoríme o *logickom systéme riadenia* a príslušná sústava sa nazýva automatickou. Príkladom môžu byť automatické sústavy spojov, sústavy samočinných počítačov, niektoré automatické výrobné podniky pracujúce bez priamej účasti človeka apod. Ak funkciu logického riadenia sústavy vykonáva človek, i keď prostredníctvom zložitých regulačných, telemetrických a iných zariadení, sústava nie je automatická. Ide obyčajne o tzv. *reflexné systémy riadenia*. Sústavy, ktoré používajú reflexný systém riadenia sa nazývajú automatizované. V automatizovaných sústavách rozhodovacia účasť ľudí na riadení je podstatná. Podmienkou, aby sústava bola automatická, je, aby funkciu ľudského rozhodovania prevzal samočinný počítač.

Najdôležitejší problém technickej kybernetiky je problém *optimalizácie procesov riadenia* a *optimalizácie štruktúr sústav riadenia*. Pri bežných sústavách sú ekonomické kritériá rovnako dôležité ako technické, avšak niekedy pri veľkých sústavách nadobúdajú rozhodujúci význam kritériá ekonomické. Problémy kritérií optimálnosti a problémy optimálnej úrovne a stupňa automatizácie nie sú len problémy technickej kybernetiky, ale vyžadujú komplexné použitie všetkých odvetví kybernetiky vrátane biologických, ekonomických a spoločenských vied.

Technická kybernetika sa zaoberá v prvom rade technickými *problémami komplexnej automatizácie výroby* vrátane hierarchickej štruktúry riadenia výrobných procesov a jej racionálneho vytvárania. V dôsledku toho do predmetu technickej kybernetiky patrí vyšetovanie všetkých druhov sústav hierarchického riadenia výroby. Na najnižšom stupni tejto hierarchie, kde pracujú rôzne regulátory, diskrétne automaty a ich kombinácie, v strede pozornosti sa nachádzajú technické problémy automatizácie. Na najvyšších stupňoch, ak ide o „veľké sústavy“, kde už riadenie prechádza vo *vedenie*, nadobúdajú najväčší význam hľadiská *ekonomické* a *sociálne* (napr. v prípade komplexného riadenia závodu, národného hospodárstva apod.). Technická kybernetika teda pri riešení úloh automatizácie na týchto najvyšších úrovniach úzko spolupracuje s ekonomickými a spoločenskými vedami, pričom táto spolupráca je obojstranná: V spoločenských a ekonomických vedách sa používajú metódy a prostriedky kybernetiky a naopak v technickej kybernetike sa tieto vedy používajú pri vytváraní kritérií riadenia, pri formulácii úloh analýzy a syntézy sústav riadenia a pod.

Každé riadenie sa uskutočňuje spôsobom výmeny informácie medzi riadiacou a riadenou sústavou, pričom výmena informácie predpokladá prenos informácie, jej kódovanie, pamätanie, spracovanie a vnímanie. Riadenie je teda súbor cirkulácií a transformácií v uzavretom obvode sústavy riadenia, ktorá je zostavená z riadiacej sústavy a riadených objektov. V súvislosti s problémom prenosu a kódovania informácie sa v technickej kybernetike využívajú výsledky *teórie informácie*. Vyšetovanie veľkých automatických alebo automatizovaných sústav vyžaduje vyšetovanie tokov informácie v nich, vyšetovanie kapacity kanálov a ďalšie vyšetovanie objektívneho obsahu informácie [1].

Proces spracovania informácie v riadiacich a riadených sústavách prebieha rôznym spôsobom v závislosti od toho, či v riadiacej a riadenej sústave sa nachádza človek, alebo tieto sústavy pracujú automaticky, bez zásahu človeka.

V prvom prípade, keď do sústavy nie je zahrnutý človek, spracovanie vstupnej informácie (ktorá prichádza od riadenej sústavy, od hierarchicky vyššej riadiacej sústavy, od väzieb riadiacich sústav atď.) predstavuje *cieľovú činnosť* vedenia danej riadiacej sústavy vypracovať rad roz-

hodnutí. Snaha o vypracovanie optimálnych a okamžitých rozhodnutí priviedla na jednej strane k vyvinutiu technických prostriedkov na spracovanie informácií, ako sú *samočinné počítače* a na druhej strane k vypracovaniu matematických teórií optimálneho riadenia, ako je napr. teória matematického programovania (lineárneho, nelineárneho a dynamického programovania), Pontrjaginov princíp maxima, teória operačného výskumu apod. Pritom vlastné použitie nových matematických teórií spravidla vyžaduje elektronické samočinné počítače. Po vypracovaní rozhodnutí v riadiacej sústave sa formujú korekčné, riadiace signály, príkazy, inštrukcie, ktoré sa odovzdávajú riadenej sústave na realizáciu.

V druhom prípade, v komplexoch riadiacich a riadených sústav pracujúcich automaticky bez zásahu človeka, proces spracovania informácie alebo spracovania signálov v riadiacej sústave prebieha v súlade so zákonmi, pravidlami alebo algoritmami, vloženými do riadiacej sústavy pri jej projektovaní. Algoritmy spracovania informácie môžu byť také, že riadiaca sústava má schopnosť *prispôbovania sa* (adaptácie), samočinného učenia sa a pod. Pri automatickom riadení proces spracovania informácie v riadenej sústave sa prejavuje ako reakcia riadenej sústavy na signály riadiacej sústavy a na vonkajšie poruchy. Procesy v automaticky pracujúcich komplexoch riadiacich a riadených sústav sa musia nevyhnutne uvažovať spoločne, keďže tieto komplexy predstavujú jednú sústavu automatického riadenia alebo regulovania.

Potreba analýzy a syntézy automaticky pracujúcich sústav viedla k vzniku *teórie automatickej regulácie*, ktorá dosiahla široké použitie ešte pred vytvorením technickej kybernetiky ako samostatnej vednej disciplíny. Spočiatku sa napr. v teórii automatickej regulácie nepoužívali pojmy informácie a spracovania informácie, ktoré sú tam dnes bežné.

Teória automatickej regulácie sa obohacuje tiež používaním metód *matematického programovania a operačného výskumu*, ktoré sa s výhodou používajú pri riešení rôznych optimálnych sústav automatického riadenia.

Technická kybernetika pri svojom rozpracovávaní naväzuje na *teóriu konečných automatov*, ktorá je tesne spojená s teóriou algoritmov a algoritmizáciou procesov riadenia. Teória konečných automatov je podskupinou abstraktnej teórie automatov. Zatiaľčo v teórii *abstraktných automatov* sa narába s pojmami a elementami, pre ktoré nemusí existovať fyzikálna realizácia, v technickej kybernetike sa skúmajú automaty technicky realizovateľné.

Technické automaty ako sústavy automatického regulovania a riadenia sa neprestajne zdokonaľujú čo do spoľahlivosti a rozvoja nových vlastností, samočinného nastavovania, prispôbovania, samočinného učenia sa, samočinnnej organizácie apod. Technické sústavy obyčajne pozostávajú z komplexu konečných automatov (včítane kontrolných a ochranných automatických zariadení), sústav automatického riadenia, servomechanizmov, regulačných orgánov a pod. Zatiaľ však teória a najmä syntéza takýchto komplexov dosť zaostáva za potrebami praxe.

Zvláštnu časť technickej kybernetiky tvoria *problémy spoľahlivosti*, ktoré sa riešia ako zdokonaľovaním fyzikálnotechnických vlastností elementov, tak aj racionálnou organizáciou štruktúry riadiacich sústav. Keďže fyzikálno-technické vlastnosti elementov nemôžu byť úplne dokonalé, v zložitých automatoch dochádza k náhodným zlyhaniam alebo poruchám niektorých elementov. Preto veľmi dôležité sú otázky *syntézy spoľahlivosti obvodov z nespoľahlivých elementov*. Pre zlepšenie spoľahlivosti číslicových systémov sa používajú *redundantné metódy* [2]. Redundantnosť (nadbytočnosť) sa môže týkať logických obvodov alebo signálov prechádzajúcich sústavou. Hovoríme potom o *nadbytočnosti obvodovej* alebo *nadbytočnosti signálovej*. Pri obvodovej nadbytočnosti sa používajú súčiastky, logické prvky, obvody, uzly, podsystémy alebo aj celé systémy zdvojené, čo má za následok zvýšenie ceny zariadenia. V prípade signálovej nadbytočnosti sa za spoľahlivosť platí v sériovo pracujúcich sústavách predĺžením času potrebného na vykonanie príslušnej operácie a v paralelných sústavách zväčšením množstva obvodov. Voľba optimálnych redundantných metód je neustále otvoreným problémom. Použitie signálovej nadbytočnosti pre účely detekcie a samočinnnej opravy chýb určitej časti sústavy vedie k vývoju detekčných a samoopravných kódov, skúmaním ktorých sa zaoberá *teória kódovania*. Samo-

opravné kódy pre komunikačné kanály boli známe už dávno. Tieto kódy umožňujú samočinnú opravu niekoľkých nezávislých chýb v bloku číslic prenášaných kanálom. V poslednej dobe boli rozpracované kódovacie a dekódovacie zariadenia použiteľné aj pre veľmi zašumené kanály, napr. pri prenose informácie z umelých družíc a pod. Menej prebádaná je oblasť kódového zabezpečenia spoľahlivosti jednotlivých častí zariadení na spracovanie informácie, typickým predstaviteľom ktorých je riadiaci číslicový počítač (programový procesor), kde „kanál“ je súborom signálových dráh uložených v pamätiach, v indexových, dátových a riadiacich registroch a v príslušných vstupných a výstupných zariadeniach. Vyriešiť treba napr. problém optimálneho zabezpečenia spoľahlivosti aritmetickej jednotky riadiaceho počítača.

Pri skúmaní predmetu technickej kybernetiky poukážeme na jej časti, ktoré sa vzťahujú na veľmi široký problém *vnímania informácií*. Sem patria problémy *rozpoznávania zrakových a sluchových obrazov* (pattern recognition), ale tiež problém *rozpoznávania problémov* všeobecne. Rozpoznávanie objektov, ich stavov a parametrov tvorí v súčasnej dobe základ automatickej kontroly správnej činnosti rôznych technických zariadení a súvisí s *problémom identifikácie objektov* a problémom „čiernej krabice“. Sem spadajú tiež problémy priameho čítania dokladov automatom. Pre teóriu rozpoznávania je charakteristické komplexné použitie fundamentálnych častí kybernetiky, teórie informácie, teórie konečných automatov, teórie štatistických rozhodovaní a pod. V posledných rokoch vývoj teórie rozpoznávania obrazov vyústil do pomerne dokonalých automatov pre rozpoznávanie vizuálnych obrazov, zvlášť pre rozpoznávanie (za prítomnosti šumu) rôznych štandardných obrazov (napr. strojom písaných číslic alebo písmen), ale aj znakov písaných ručne. Metóda korelačného rozpoznávania dáva najspoľahlivejšie výsledky a to nielen približné, ale prekonávajúce aj ľudské možnosti.

S otázkou rozpoznávania obrazov a identifikácie objektov súvisia samočinne sa učiace a samočinne sa organizujúce stroje. *Samočinne sa učiacou sústavou* sa nazýva sústava, ktorej algoritmus sa mení cieľovo, pričom tento algoritmus nie je predom presne (deterministicky) do sústavy zabudovaný. Existujú tri spôsoby prístupu k projektovaniu sústav automatického učenia, a to: *matematický, psychologický a fyziologický*. Pri matematickom prístupe úloha zostrojenia automatu sa formuluje a rieši ako matematický problém. Dosiahli sa tak dôležité úspechy zvlášť v teórii optimálnych sústav. Matematickú metódu však nemožno považovať za jedinú, *pretože kybernetika nie je len matematika* a okrem toho matematika má tiež svoje hranice. V zložitých prípadoch, kedy použitie matematických metód sa stáva pracným, niekedy aj nemožným, konštruktéri automatov sa musia obracať k iným riešeniam, a to ku skúmaniu ľudskej činnosti, napodobňovaniu nervovej činnosti človeka, imitovaniu procesu ľudského učenia. V procese učenia s úspechom sa používa metóda náhodného hľadania. Táto metóda, ktorá sa nazýva *psychologická*, sa dopĺňa metódou *fyziologickou*, ktorá spočíva v tom, že do práce automatov sa prenášajú spôsoby používané napr. pri cvičení zvierat, založené na brzdení nesprávnych a povzbudzovaní správnych reflexov. Táto metóda vyžaduje znalosť správnej klasifikácie výsledkov, podobne ako pri vyučovaní v škole. Príkladmi použitia psychologической a fyziologickej metódy spoločne s matematickou metódou sú najmä automaty, ktoré sa učia rozpoznávať vzory a obrazy (Rosenblattov perceptron), automaty pre optické čítanie dokladov apod. Teória samočinne sa organizujúcich a učiacich sa sústav a najmä teória všeobecného rozpoznávania obrazov tvorí dnes základ vývoja metód pre rozpoznávanie vizuálnych a zvukových obrazov a pre rozpoznávanie situácií objavujúcich sa v priebehu procesu riadenia. Výsledky obdržané v teórii rozpoznávania obrazov, v prvom rade v oblasti rozpoznávania vizuálnych a jazykových obrazov, budú mať zrejme podstatný vplyv na ďalší vývoj logických štruktúr elektronických počítačov. Podstatne sa zmení vzájomné pôsobenie (interakcia) *človek-stroj* a zjednoduší sa komunikácia medzi človekom a sústavou riadenia. Naznačujú to už doteraz dosiahnuté výsledky niektorých technicky realizovaných interakcií (ako napr. vnímanie akustických signálov počítačom apod.).

V ďalšom budeme hovoriť o *cieľoch a úlohách technickej kybernetiky a probléme sústavy „človek-stroj“* [3].

Pre ďalší rozvoj technickej kybernetiky veľký význam má riešenie metodologickej otázky týkajúcej sa rozsahu a obsahu pojmu „cieľ“. Otázka cieľa, cieľovosti je základná filozofická otázka diskutovaná filozofmi rôznych smerov v priebehu storočí. Je zrejme, že uvedomelá formulácia cieľa je výlučná vlastnosť mysliacich bytostí schopných abstrahovať a vytvárať ideálny obraz materiálneho sveta. V tomto zmysle o formulácii cieľa zvieratmi a rastlinami a tým menej neživou hmotou nemôže byť ani reči. Avšak človek tým, že vytvára automaty, vytvára síce neživé, ale cieľovo pracujúce zariadenia. V tomto prípade je zrejme, že všeobecný cieľ pôsobenia, ktorý sleduje automat, nie je vlastný cieľ automatu, ale cieľ človeka, ktorý ho vytvoril. Existujú však špeciálne úlohy – relatívne „ciele“, ktoré samočinne sa organizujúci stroj vnútri svojho sveta musí formulovať a riešiť pre dosiahnutie všeobecného cieľa zadaného človekom. V súvislosti s tým vzniká *problém určenia algoritmu formulácie cieľa človekom* a skúmanie možnosti modelovania tohto procesu v automate.

Donedávna, kedy išlo skoro výlučne o automatizáciu riadenia primárnych výrobných operácií, úlohou automatizácie bolo: *vyklúčiť človeka z bezprostredného procesu riadenia a obvodu riadenia uzavrieť mimo nervovej sústavy človeka*. V určitom zmysle a v rade konkrétnych úloh technickej kybernetiky i dnes bezprostredný cieľ automatizácie možno formulovať podobným spôsobom. Úloha automatizácie vo veľkom však spočíva vo zvýšení produktivity práce, ktorú nemožno dosiahnuť vylúčením človeka z procesu výroby, ale *optimálnou koordináciou informačných, energetických a ostatných charakteristík človeka a automatu*. Takáto deľba práce medzi človekom a strojom je nevyhnutná, pretože umožňuje vzájomne kompenzovať ich nedostatky a plne využívať ich prednosti.

Úloha vytvorí optimálne sústavy typu „človek-stroj“ prináša so sebou množstvo problémov, pri riešení ktorých sa technická kybernetika prelína s inými odvetvami kybernetiky a inými vedami, z ktorých treba spomenúť predovšetkým psychológiu, neurofyziológiu, biológiu a rad ďalších vied.

Pri skúmaní sústav „človek-stroj“ vzniká popri konkrétnych prírodovedných a technických problémoch celý rad otázok, z ktorých najdôležitejšia sa týka vyšetrovania základných hraničných možností automatov.

Samočinne sa učiace a samočinne sa organizujúce sústavy predstavujú určité najperspektívnejší druh univerzálnych automatov. Avšak v princípe automat alebo sústava sa samočinne organizuje len v medziach programu samočinnnej organizácie, hoci tento program nemusí byť do stroja zavedený v explicitnom tvare, napr. ako počiatočný alebo vložený program určený konštrukciou stroja a z toho vyplývajúcim charakterom a množstvom možných väzieb a vzťahov elementov stroja. Konštruktér stroja prirodzene nemusí tušiť mnohé možnosti vložené do stroja. V takých podmienkach zo subjektívneho hľadiska konštruktéra sa niektorá činnosť stroja môže javiť ako tvorčia činnosť alebo objav stroja. Napriek tomu „svet“ takejto sústavy je úplne určený oblasťou formalizovaných väzieb, vzťahov a kombinačnými možnosťami, čo je nakoniec určené stupňom preskúmanosti zákonov a foriem ľudského myslenia. V takom prípade riešenie otázky o principiálnych možnostiach technických automatov úzko súvisí s riešením filozoficko-metodologickej otázky o vzťahu a väzbe rozličných foriem a zákonov ľudského myslenia.

Riešenie problému „človek-stroj“, ktorý vzniká pri projektovaní „veľkých sústav“, súvisí s ešte väčším okruhom prírodných a spoločenských vied a potrebuje riešiť oveľa väčšie množstvo metodologických a tiež sociologických problémov. V súčasnej etape výskumu a projektovania takých sústav sa naráža na mnohé ťažkosti. Jedna z nich spočíva v tom, že ani zďaleka nie vždy sú známe napr. metódy formulovania kritérií efektívnosti riadenia a pod., čo nakoniec súvisí s neurčitostou formulácie cieľa riadenia. Ciele riadenia úplne automatizovaných „veľkých sústav“, ktoré zahrňujú veľké kolektívy ľudí, sa spravidla určujú nie kybernetikou, ale inými vedami (ekonomickými, vojenskými a pod.), pritom najčastejšie takými vedami, v ktorých použitie matematických metód sa nachádza v počiatočnom štádiu. V súvislosti s tým formulovanie cieľov riadenia a príslušných kritérií riadenia sa uskutočňuje slovnou formou, nie presnou z hľadiska

formálnej logiky a matematiky. Pokrok v projektovaní a výskume „veľkých sústav“ potom závisí od rozpracovania filozofických základov *matematizácie spoločenských vied*. Súčasne sa dostáva do popredia riešenie otázky o nájdení možnosti *programovania „stratégie“ riadenia, ak kritériá riadenia nie sú vyjadrené explicitne*, ale sa v priebehu riadenia spresňujú podľa vývinu udalostí.

Rozdelenie funkcií medzi človekom a automatom vo „veľkých sústavách“ sa mení podľa stupňa technickej dokonalosti automatov. V súčasnej dobe sa však ustálilo rozdelenie, ktoré sa pravdepodobne zachová aj v budúcnosti, pri ktorom vzájomná kompenzácia nedostatkov človeka a automatu sa deje nasledovným spôsobom: človek — rozhoduje málo pravdepodobné alternatívy, riadi v podmienkach relatívnej neurčitosti, nachádza hoci len orientačne správne riešenie v nepredvídateľných situáciách, dosahuje približné výsledky rozličnými spôsobmi a prostriedkami, voľne mení program operácií; automat — kompenzuje obmedzenú kapacitu informačného kanálu človeka, jeho rýchlu unavenosť, subjektívnosť hodnotenia situácií atď. Predpokladá sa, že jedine rešpektovaním týchto hľadísk sa podarí vytvoriť kyberneticky optimálny komplex „človek-stroj“.

(Došlo dňa 7. decembra 1965.)

LITERATÚRA

- [1] Ляпунов, А. А., Яблонский, С. В.: Теоретические проблемы кибернетики. Проблемы кибернетики 9, 5—22.
- [2] Wilcox, R. H., Mann, W. C.: Redundancy techniques for computing systems. Spartan Books, Washington 1962.
- [3] Поспелов, Г. С., Бокурев, В. А.: О методологических проблемах технической кибернетики. Известия АН СССР, Техн. киб. (1964), № 3, 3—13.

SUMMARY

Theoretical Problems of Technical Cybernetics

IVAN PLANDER

The article touches upon some modern questions of technical cybernetics. It refers to some new spheres of technical cybernetics such as self-learning and self-organizing systems. Stress is laid upon information theory for the solution of theoretical problems of control and upon coding theory for securing the reliability of systems by utilizing signal redundancy. There are hints on problems from the field of coding theory which will have to be solved in the near future. Mention is made of the part which pattern recognition devices and automatic computers are going to play in technical cybernetics. The article also touches the problem of objectiveness in the running of large-scale systems and mainly that of the relation between machine and man.

Ing. Ivan Plander, CSc., Ústav technickej kybernetiky SAV, Bratislava, Dúbravská cesta.