

## **Analýza a racionalizace správněpolitických řídicích orgánů některými metodami kybernetiky a operačního výzkumu**

**Анализ и рационализация административно-политических органов управления при помощи некоторых методов кибернетики и исследования операций**

**Analyse und Rationalisierung verwaltungspolitischer Leitungsorgane mittels gewisser Methoden der Kybernetik und Operationsforschung**

VLADIMÍR VREČION

V této studii se zabýváme některými aplikacemi kybernetické teorie řídicích systémů a aplikací metod tzv. operačního výzkumu v analýze a racionalizaci struktury a fungování správních a politických orgánů socialistického státu. Ukážeme zejména možnosti matematické teorie hromadné obsluhy v této aplikaci.

Nejprve vymezíme základní používané pojmy.

*Kybernetika*<sup>1)</sup> je exaktní věda (Ljapunov, Jablonskij), jejímž předmětem zkoumání je vybudování exaktní teorie složitých objektů, na nichž můžeme definovat: jejich *schéma* (strukturu), *informaci*, *koordináty* elementů objektu a *funkci* objektu. Takovým objektům říkáme řídicí systémy. Pod uvedenou definici můžeme zahrnout patrně všechny objekty reálného světa.

Je však evidentní, že u elementárních soustav ztrácí aplikace kybernetiky praktický význam.

Při exaktním popisu elementárních soustav neužíváme její kybernetickou interpretaci, nýbrž používáme jednoduchých matematických a logických prostředků. Exaktními nekybernetickými formulacemi procesů a objektů se zabývá zejm. operační výzkum (exaktní výzkum operací).

Hranice mezi aplikací kybernetiky a operačním výzkumem, jak vyplývá i z definic, není ostrá.

*Operační výzkum* bývá vymezován jako matematizace oblastí společenské praxe a společenských věd. Lze jej chápat jako věcnou interpretaci matematických (logických) metod, resp. jako matematicky fundované věcné myšlení. Přesněji je operační výzkum definován jako vědecká disciplína, která se zabývá analýzou a strukturálním uspořádáním shodných prvků různých řídicích operací a matematickým modelováním dílčích reálných řídicích operací. Cílem operačního výzkumu je racionalizace dílčích procesů řízení ve společenských soustavách.

<sup>1)</sup> Srov. A. A. Ljapunov, S. V. Jablonskij, *Teoritečeskije problemy kibernetiky. Problemy kibernetiky č. 9*, Moskva 1963. Tuto výchozí definici zde citujeme, protože, jak se domníváme, není všeobecně známá.

Předmětem operačního výzkumu (na rozdíl od kybernetiky, která je teoretickou vědou) je zkoumání konkrétní společenské vědy. Operační výzkum připravuje exaktní popis elementů (elementárních jevů) pro kybernetickou interpretaci složitých společenských soustav. Proto metody operačního výzkumu většinou patří i do matematicko-logického aparátu kybernetiky.

Nutnost uplatnění metod operačního výzkumu i kybernetiky si vynucuje rozvoj jednotlivých společenských oborů. Souběžně s rozšiřováním poznatků společensko-vědního oboru a se stále dokonalejším a hlubším zkoumáním společenských jevů nutně vznikají problémy, které nelze řešit zanedbáním jevů strukturální a kvantitativní povahy. Společenská věda se tak v určitém stadiu rozvoje dostává do jisté „metodické krize“, z níž je východiskem obohacení dosavadních metod zkoumání o metody matematické (což je podmíněno i rozvojem matematiky a techniky).

Historie jednoznačně potvrzuje, a to i v případě právní vědy, že v rozvoji vědy lze vždy definovat dvě fáze:

1. fázi, kdy věda vystačila s verbálním popisem jevů,
2. fázi, kdy postupuje matematizace (exaktizace) jejích metod.

*Formulace složitých společenských řídicích soustav jako  
kybernetických řídicích soustav  
(Obecné funkcionální vymezení společenských soustav)*

*Řídicí soustavu*, jejíž elementy jsou lidé, nazýváme společenskou řídicí soustavou. *Řízením společenské řídicí soustavy* rozumíme fungování této soustavy. Fungování je vymezeno cílem soustavy.

*Organizování* definujeme jako rušení, změny nebo vytváření nových společenských řídicích soustav **R**. *Struktura* společenské řídicí soustavy **R** je určena vztahy mezi konečnou množinou **M**,

$$a_i, b_j \in M, (i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m)$$

elementů (elementárních řídicích soustav), které v ní fungují. Vztahy formálně popíšeme zobrazením (vztahy)  $\Gamma$  prvků  $a_i \in M, b_j \in M$

na množině  $M \equiv [\Gamma, M] \quad (i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m)$

Elementy společenských řídicích soustav jsou lidé:  $a_i \in M$ , kolektivy lidí tvořených podmnožinami  $N_e \in M, a_k \in N_e, (k = 1, 2, \dots, n) (e = 1, 2, \dots, o)$  a technickými elementy vykonávajícími složité logické operace v algoritmech fungování soustav (samočinnými počítači) i technickými elementy spojovacími.

*Funkce* společenské řídicí soustavy **R** určujeme tak, že určíme např. diskretní časový krok (v časovém systému  $(T, f)$ , kde  $f(t_n) = t_{n+1}$  a pak stav řídicí soustavy v  $t_{n+1}$  je funkcí diskretního časového kroku a stavu soustavy **R** v okamžiku  $t_n$ .

Je evidentní, že na stejných skupinách **M** lze zavést řadu různých řídicích systémů.

Společenským řídicím soustavám **R** budeme říkat kybernetické řídicí soustavy tehdy, budou-li natolik složité, že jejich interpretace jako kybernetických soustav bude vědecky i prakticky užitečná. Kybernetický přístup k soustavám v podstatě

znamená klasifikaci elementů z hlediska jejich funkcí v celém řídicím systému procesu.

Kybernetická interpretace, resp. formulace kybernetického řídicího systému zahrnuje tuto návaznou posloupnost hlavních vědeckých výzkumů (což plyne i z předchozí definice kybernetiky).<sup>2)</sup>

## I.

Zkoumání společenského řídicího systému *na úrovni „černé schránky“*, o níž známe jen obecně její cíl.

1. Určení informačních vstupů a výstupů a vnější paměti (množiny zpráv a působení určité formy na vstupech a výstupech) určité společenské řídicí soustavy.
2. Analýza kódů informačních toků soustavy.
3. Obecné vymezení funkce společenské řídicí soustavy.
4. Se znalostí vstupů a výstupů společenské soustavy formulovat její vlastnosti:
  - a) jako spojovacího kanálu,
  - b) jako systému hromadné obsluhy,
  - c) jako systému lineárního nebo dynamického programování,
  - d) jako systému teorie her atd.

## II.

*Úkoly detailní analýzy, algoritmování a optimalizace společenských kybernetických řídicích soustav*

1. Nalezení všech elementů soustav.
2. Formulace všech vztahů mezi elementy soustav.
3. Adekvátní algoritmickeý popis soustav.

Pro každou etapu uvedené posloupnosti úkolů disponuje kybernetika těmito hlavními speciálními exaktními postupy a matematickými prostředky:

kybernetickým experimentem, teorií informace, teorií funkcionálních systémů, statistickou analýzou, teorií grafů (sítí), teorií her, teorií hromadné obsluhy, lineárním a dynamickým programováním, teorií spolehlivosti, teorií automatů a j.

\*

<sup>2)</sup> Podrobně o této problematice viz M. Kučerovská, V. Vrecion, K problémům kybernetické analýzy a automatizace v procesech řízení socialistického státu, AUC Iuridica No. 3/1966.

Nejprve zdůrazníme, že užití operačního výzkumu k analýze a racionalizaci společenských řídicích orgánů a procesů neznamena redukcí metod vědy na metody matematické ani pouhé přidání matematických metod k dosavadním metodám výzkumu a praxe společenského oboru. Operační výzkum implikuje složité vytváření exaktních výzkumných a pracovních metod společenského oboru z analytických metod speciálního oboru a z metod (i nově vznikajících) matematických.

Řešení problémů společenských řídicích soustav metodami operačního výzkumu lze vždy rozdělit do dvou etap:

1. formulace obecné koncepce řešení, tj. předběžná analýza problému s určením vhodné matematické metody a precizování analytických prostředků a
2. řešení detailních analytických úkolů (věcné zkoumání jevů, vztahů a veličin) a matematická formulace.

Je patrné, že metody operačního výzkumu jsou v podstatě stejné jako metody aplikace kybernetiky. Přesto operační výzkum, jak jsme už řekli, nepatří do kybernetiky.

O aplikaci kybernetiky v oblasti společenských řídicích soustav budeme mluvit tehdy, když zkoumaný řídicí proces bude natolik složitý, že bude mít praktický význam uplatnění všech postupů kybernetického výzkumu (viz výše).

Bude-li společenská řídicí soustava natolik jednoduchá, že nebude mít praktický smysl její kybernetická interpretace nebo budeme-li řešit exaktní analýzu a matematickou formulaci jen dílčího procesu kybernetické společenské soustavy bez konečné kybernetické formulace, budeme mluvit o operačním výzkumu.

#### *Poznámka*

Přesto podle mého názoru by bylo dobře možné, zahrnout operační výzkum do aplikace kybernetiky a teorii operačního výzkumu do kybernetiky. Stačilo by k tomu pouze rozšířit obor kybernetikou zkoumaných systémů i na jakékoli elementární systémy, což by principy kybernetiky nenarušovalo.

Řešení tohoto problému však přesahuje rámec tohoto článku a není pro jeho cíle nutné. Přidržíme se uvedeného odlišení operačního výzkumu a kybernetiky hlavně proto, že to čtenáři podstatně lépe umožní orientovat se v současné literatuře kybernetiky a operačního výzkumu.

\*

#### *Formální popis společenských řídicích soustav*

Pro exaktní kybernetický i operační výzkum potřebujeme formální aparát, vhodný k popisu společenských soustav. Zformalizujeme proto některé základní myšlenky.

Element  $A_i, B_j \in M$  společenské řídicí soustavy  $R$  (odbor, úřední osoba v určité agendě, počítač apod.) formálně ztotožníme s množinou všech stavů  $A_i = a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, B_j = b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$  ve kterých se  $A_i \in M, B_j \in M$  vůbec může nacházet. Množiny stavů elementů lze vždy ve společenských soustavách přípustně považovat za konečné.

Aby soustava fungovala, musí být tyto množiny nejméně dvoučlenné.

V dalším  $lidi = A_i \in M (i = 1, 2, \dots, n)$ , technické elementy  $B_j \in M (j = 1, 2, \dots, m)$  nebudeme rozlišovat. Elementy společenské soustavy označíme jednotně  $A_i \in M (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ .

Stav elementu  $A_i \in M$  lze detailně charakterizovat zavedením pojmu vlastnost. Nechť každý element  $A$  může mít několik relevantních vlastností (je užitečným zjednodušením předpokládat konečný počet)  $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ . Každá z těchto vlastností  $D_n (i = 1, 2, 3, \dots, n)$  může nabývat několika hodnot  $D_i (z_j) (j = 1, 2, 3, \dots, m')$ . Jestliže hodnoty  $D_i (z_j) (i = 1, 2, 3, \dots, n', j = 1, 2, 3, \dots, m')$  můžeme vyjádřit kvantitativně, nazýváme  $D_i$  parametrickou vlastností.

Element  $A_i \in M$  nazveme parametrickým, jestliže všechny jeho vlastnosti  $D_i (i = 1, 2, 3, \dots, n')$  relevantní pro fungování  $R$  jsou parametrické. Analogicky soustavu  $R$  nazveme parametrickou, jsou-li všechny její elementy parametrické.

Podle mého názoru všechny vlastnosti společenských elementů lze přípustným způsobem formulovat jako parametrické.

Jako důkaz existence přírodních zákonů, společenských norem, právních norem, funkčních vztahů ve společenském orgánu apod. existují funkční závislosti mezi stavy na sebe působících elementů (*element je relativní vždy k zvolené soustavě  $R$* ).

Potom řídicí systém  $R = (M \equiv A_1, A_2, \dots, A_n; f_1, f_2, \dots, f_k)$  je souhrnem:

$n$  elementů, jejichž stavů je konečná množina  $A_i$ ,

$k$  funkcí, kdy  $f_i \in [V \times A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n \rightarrow A_i]$

$(i = 1, 2, \dots, n)$  je zákon přechodu elementu  $A_i$ .

Funkci  $f_i$  definujeme na množině  $V$  ( $V$  = vliv vnějšího prostředí na soustavu) a na množině  $A$  a jejími hodnotami jsou elementy množiny  $A_i$ .

Množiny mohou být zadány

a) deskriptivně, tj. výčtem vlastností prvků nebo

b) konstruktivně, tj. výčtem všech prvků.

Protože  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  jsou neprázdné množiny je  $A = [A_1 \times A_2 \times A_3 \times \dots \times A_n]$  kartézský součin, což je souhrn všech možných vektorů  $a = [a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$ , kde  $a_i \in A_i$  pro  $(i = 1, 2, 3, \dots, n)$ . Přitom stav  $a_i$  může být určen vlastností elementu.

Definiční obor funkcí společenských soustav  $R$  bude patrně vždy kartézský součin.

Vektory  $[a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$  jsou tedy stavy soustavy  $R$ , funkce  $f_i$  jsou zákony přechodu stavů objektů  $A_i$ .

Stručně lze psát  $R = (A, f)$ . Funkce  $f_i$  jsou v soustavách  $R$  buď determinované a pak  $[A \times V \rightarrow A_i]$  nebo pravděpodobnostní a pak  $[V \times A \rightarrow P(A_i)]$ .

Nezávisle na soustavách  $R$  vždy působí  $T$ , tj. čas.

Rozlišuje se: *diskretní čas* = systém  $(T, f); f(t_n) = t_n + 1$

*spojitý čas*  $\langle T, \gamma \rangle$ , kde  $T$  je konečný nebo nekonečný interval na ose reálných čísel  $T = \langle t_0, +\infty \rangle$  nebo  $\langle -\infty, +\infty \rangle$  a funkce  $\gamma \in \langle T \times G \rightarrow T \rangle$  je definována jako  $\gamma \langle t, g \rangle = \gamma_g(t) = t + g$ , kdy  $G = \langle 0, +\infty \rangle$ .

Uvažujeme-li ve fungování společenských řídicích soustav čas  $T$ , potom lze zapsat  $R = (A, f)$  jako  $R' = (T, A, \gamma, f)$ , kdy  $f \in (A \times V \times G \rightarrow A)$ .

Rozepsáno:  $a(t_n + 1) = f_i(a(t_n)) = f_i(v(t_n), a_1(t_n), \dots, a_n(t_n)); v \in V$ .

Pomocí uvedených zákonů přechodu lze definovat vztah informování i samu informaci takto:

Mějme systém  $R$  složený z podsystémů  $(X, Y, f, g;)$  zákony přechodu  $f, g$  jsou takové, že  $f \in [X \times V \rightarrow X]$ ,  $g \in [X \times V \times Y \rightarrow Y]$ .

Pak objekt  $X$  ovládá objekt  $Y$ .

Jestliže tyto zákony přechodu objektu  $Y$  jsou fyzicky determinované objektem  $X$ , jde o vztah ovládání, jestliže zákony přechodu objektů  $X$  jsou ovlivňovány, resp. jsou fyzicky nedeterminovaně určeny stavy objektu  $Y$  prostřednictvím nějakého objektu  $N$  skládajícího se z prvků abecedy  $B$ , pak jde o vztah informování.

Forma informace jsou stavy objektu  $X$  a stavy objektu  $N$ , stavy  $N$  jsou jednoznačně určeny stavy  $X$ . Naopak stavy  $Y$  nejsou jednoznačně určeny stavy  $X$ , resp.  $N$ , nýbrž stavy  $X, N$  vybízejí systém  $Y$  k realizaci zákonů přechodu v  $Y$  jistých typů. Obsah informace je tedy „vybídka“ k realizaci zákonů přechodu přijímajícího objektu. Objekt  $N$  lze nazývat deskriptivním objektem.

Zformulujeme nyní elementární řídicí soustavy:

*Soustava se vztahem informování:  $(Y, N, B)$ :*

kdy  $Y$  je informovaný objekt,  $N$  deskriptivní objekt a  $B$  abeceda, z níž může být objekt  $N$  sestaven, pak  $R_1 = (Y, N, B, f, n, k)$ , kde  $f \in [V \times X \rightarrow X]$ ,  $X$  = objekt, o němž dostává  $Y$  informaci,  $n \in [X \times N \rightarrow N]$ ,  $k \in [X \times N \rightarrow B]$ .

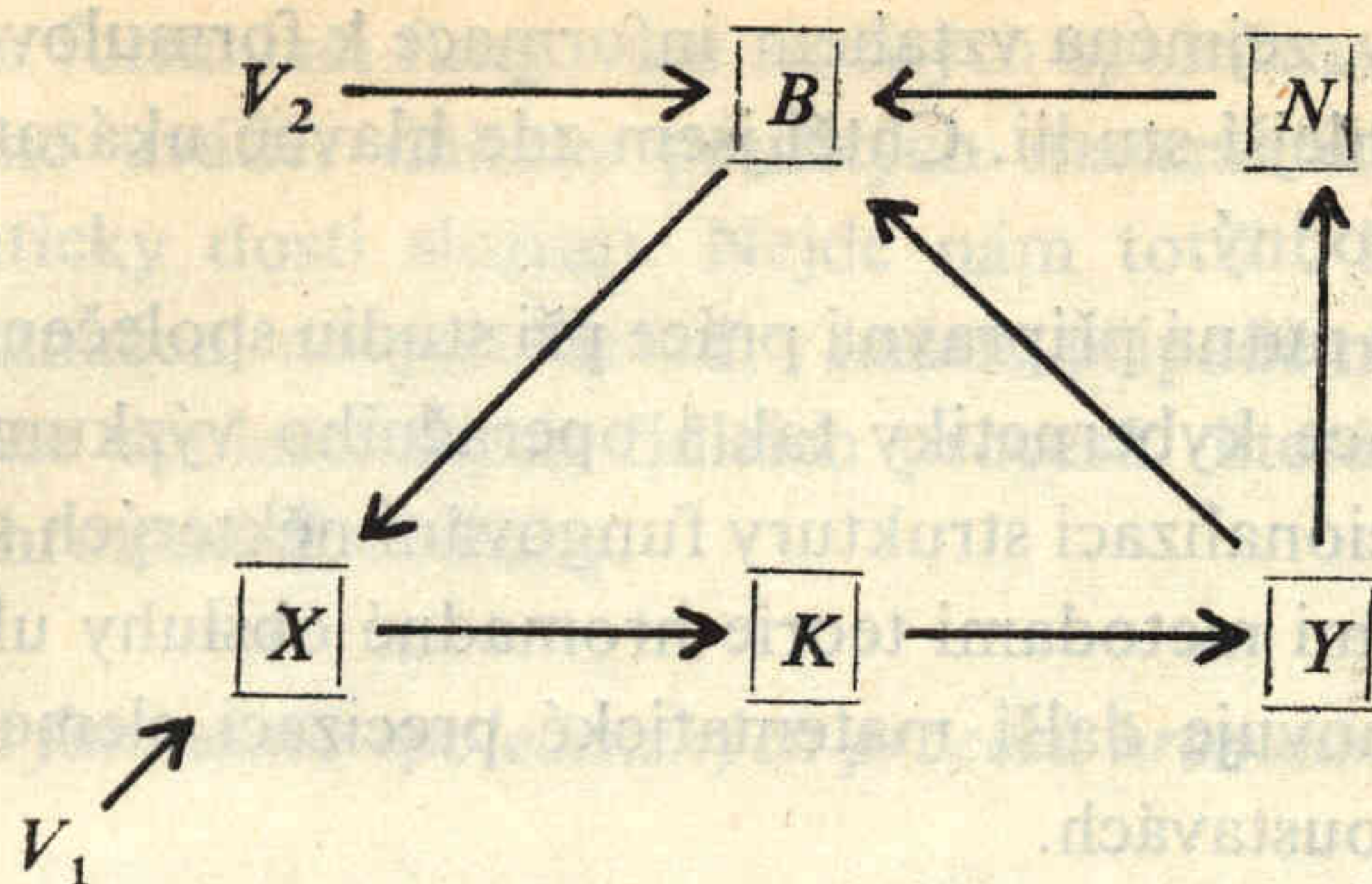
*Soustava ovládací:  $G(Q, X, K)$*

kde  $Q$  je objekt vstupní,  $K$  výstupní a  $X$  řídicí; pak  $R_2 = (Q, X, K, f, n, k)$  kde,  $f \in [V_1 \rightarrow Q]$ ,  $n \in [V_2 \rightarrow X]$ ,  $k \in [Q \times X \times K \rightarrow K]$ .

Tyto elementární soustavy lze agregovat v libovolně složité soustavy.

Soustava, kde jeden objekt  $X$  řídí objekt  $Y$ ,  $(X \rightleftharpoons Y)$  nazývá se obvykle řídicí soustavou 1. řádu. Formulace řídicí soustavy 1. řádu může být zásadně dvojí:

1.  $R_1 \equiv [X, K, Y, N, B, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon]$ ,  $\alpha \in [V \times X \rightarrow X]$ ,  $\beta \in [X \times K \rightarrow Y]$ ,  $\gamma \in [Y \rightarrow N]$ ,  $\delta \in [Y \times N \rightarrow B]$ ,  $\varepsilon \in [V_2 \times B \rightarrow X]$



Vnější vlivy  $V_i$  by mohly být formulovány u všech elementů řídicí soustavy.

Tato řídicí soustava  $R_1$  1. řádu zobrazuje vztah ovládání  $\boxed{X} \rightarrow \boxed{Y}$  a vztah informování (zpětnou vazbu)  $\boxed{Y} \rightarrow \boxed{X}$

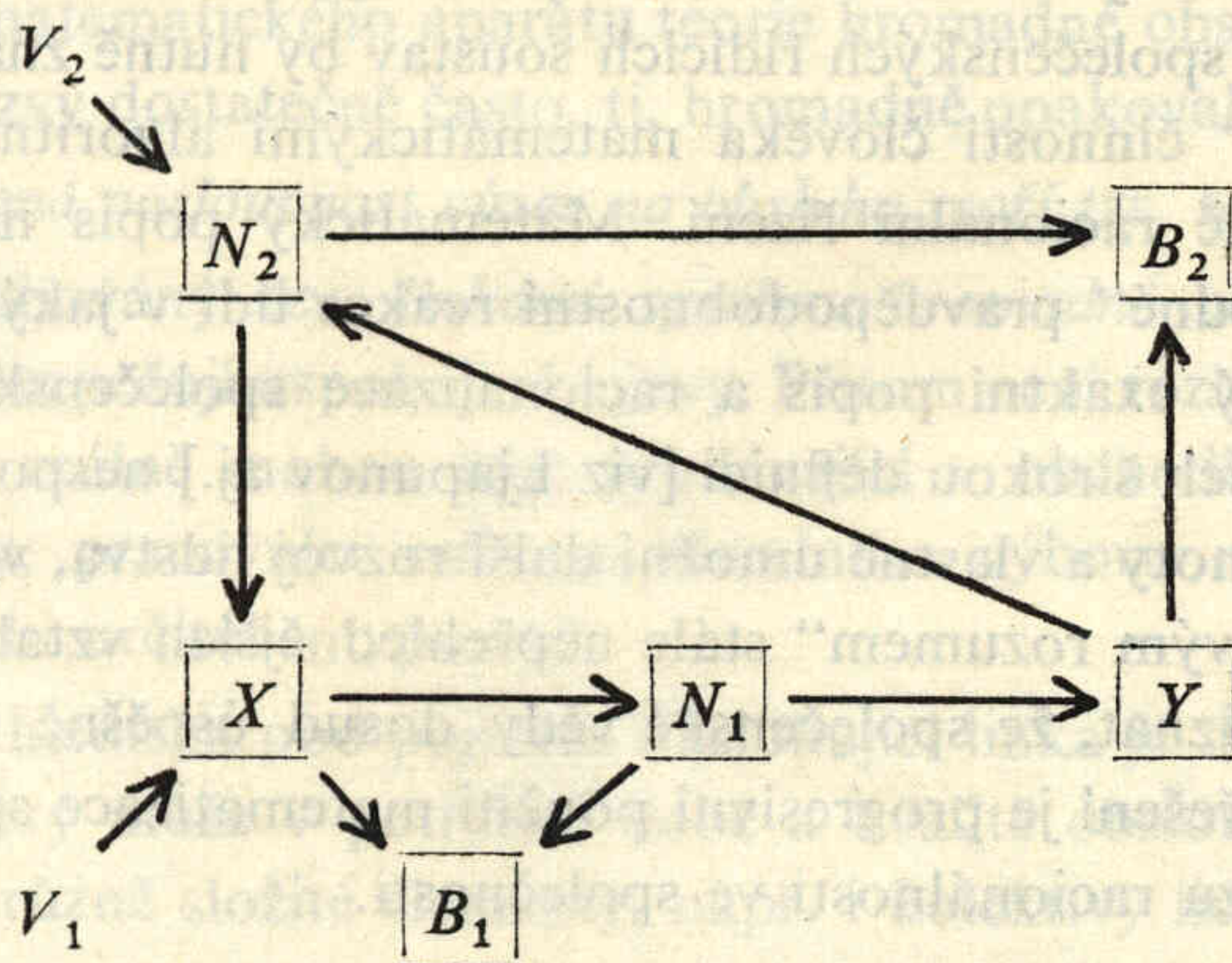
2.  $R_2 \equiv [X, N_1, B_1, Y, N_2, B_2, \alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \varphi, \psi, v]$

$\alpha \in [V_1 \times X \rightarrow X]; \beta \in [X \rightarrow N_1], \delta \in [N_1 \times X \rightarrow B_1],$

$\varepsilon \in [N_1 \times Y \rightarrow Y], \varphi \in [Y \rightarrow N_2], \psi \in [N_2 \times Y \rightarrow B_2],$

$v \in [V_2 \times B_2 \times V_1 \rightarrow X]$

I zde platí, že vnější vlivy by mohly být zaznamenány u všech elementů soustavy.



Řídicí soustava  $R_2$  1. řádu zobrazuje vztah informování  $\boxed{X} \rightarrow \boxed{Y}$  (čili neterminované řízení) se zpětným vztahem informování  $\boxed{Y} \rightarrow \boxed{X}$ .

Principálně je možné z těchto elementů formálně vyjádřit jakkoli složité soustavy.

Řídicí soustavu  $n$  — tého řádu je pak soustava, která řídí alespoň jednu řídicí soustavu  $(n - 1)$  řádu. Přesněji: řídicí soustava  $n$  — tého řádu je taková soustava, která obsahuje právě 1 řídicí soustavu  $n$  — tého řádu a žádnou soustavu vyššího řádu.

Existují způsoby jak podobné formalizace řídicích soustav rozvíjet dále. Chci se

však těmito problémy, zejména vztahem informace k formulovaným řídicím soustavám, zabývat v obsáhlejší studii. Chtěl jsem zde hlavně ukázat, že koncentrovanější zápis je možný a výhodný.

Tato formalizace je nutná přípravná práce při studiu společenských řídicích soustav jak z hlediska aplikace kybernetiky tak i operačního výzkumu. V dalším výkladu o formulaci, resp. racionalizaci struktury fungování některých společenských řídicích soustav matematickými metodami teorie hromadné obsluhy ukážeme, že předchozí formalizace plně vyhovuje další matematické precizaci elementů a funkcí ve společenských řídicích soustavách.

Je evidentní, že adekvátní matematicko-analytické formulace společenských řídicích soustav jsou brzděny nedostatečnými znalostmi elementů společenských soustav a jejich funkcí. Tyto nedostatky popisných verbálních společenských věd se projevují zejména v tom, že:

1. slučujeme stavy elementů  $A_i \in M$ , ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ), které nejsme schopni rozlišovat, v jeden stav,
2. přidáváme k reálné množině  $A_i$  falešné stavy elementu, tj. stavy, kterých reálně element vůbec nenabývá,
3. mnohé zákony přechodu stavů elementů společenských soustav (funkce) nejsou ani verbálně popsány.

Chtěli bychom zde ještě zdůraznit, že považujeme za nedorozumění názor, že matematický popis společenských řídicích soustav by nutně znamenal nějaké jednostranné „porobení“ činností člověka matematickými algoritmy, v zájmu různých nároků na relativně racionální řízení. Matematický popis naopak může a musí respektovat „svobodné“ pravděpodobnostní reakce lidí v jakýchkoli společenských soustavách. Takový exaktní popis a racionalizace společenských řídicích procesů (odkazujeme na jejich širokou definici [viz Ljapunov aj.] nesporně uspoří materiální a intelektuální hodnoty a vlastně umožní další rozvoj lidstva, vyvíjejícího se do stále složitějších a „zdravým rozumem“ stále nepřehlednějších vztahů.

Nutno ovšem přiznat, že společenské vědy dosud úspěšně nevyřešily kardinální problém, na jehož řešení je progresivní použití matematizace společenských procesů závislé, totiž analýzu racionálnosti ve společnosti.

#### *Uplatnění matematické teorie hromadné obsluhy při analýze a racionalizaci některých společenských řídicích soustav*

Matematická teorie hromadné obsluhy patří do matematického aparátu operačního výzkumu i do aparátu komplexu kybernetických výzkumů. Tím, že budeme aplikovat některé matematické formulace hromadné obsluhy na adekvátní procesy společenských řídicích soustav (zdravotnictví, obchod, služby) nebo na vyřizování některých agend národními výbory, ministerstvy apod., provádíme v podstatě operační výzkum společenských procesů. Tím však zároveň připravujeme podklady pro perspektivní

exaktní kybernetickou formulaci fungování složitých společenských řídicích soustav.

V dalším nebudeme uvádět důkazy použitých matematických formulací (tyto důkazy jsou matematicky dosti složité). Nejde nám totiž o řešení matematických problémů, nýbrž o naznačení nových metod, v našem případě matematických metod, analýzy a racionalizace společenských řídicích procesů, které můžeme formulovat jako (řídicí) procesy hromadné obsluhy.

### *Matematická formulace společenských procesů hromadné obsluhy*

Matematická teorie hromadné obsluhy exaktně charakterizuje a kvantitativně oceňuje libovolné procesy, kde dochází k mnohokrát se opakující obsluze výzev na obsluhu jistých typů.

1. Výzvou na obsluhu jistého typu rozumíme výzvu libovolného elementu, aby byl jistým způsobem obsloužen. Výzvu na obsluhu jistých typů realizuje např. zákazník v obchodním podniku, v podniku poskytujícím opravárenské služby, ve zdravotnickém zařízení, v telefonní centrále apod. Výzvou na obsluhu můžeme rozumět např. i žádosti o realizaci určitého úředního úkonu (žádosti o povolení stavby, žádosti o byt, žádosti o znalecký posudek, nápad trestního případu soudu apod.).

Vyhovujícím způsobem, to jest dostatečně přesně, lze jako obsluhu jistého typu zformulovat snad všechny úkony v ekonomickém, správním i politickém řízení. Aby měla aplikace matematického aparátu teorie hromadné obsluhy smysl, je toliko třeba, aby se tyto výzvy dostatečně často, tj. hromadně opakovaly.

2. *Náhodně uspořádaná posloupnost výzev na obsluhu tvoří tzv. tok výzev.*

3. Výzvy jsou obsluhovány tzv. *linkami systému hromadné obsluhy*, tj. elementy systému, které zabezpečují uspokojení výzvy. Přitom není rozhodující typ obsluhy. Linkami obsluhy reálně mohou být: prodávající v obchodě, ambulance a jiné lékařské jednotky, pracovníci odboru národního výboru nebo jiného orgánu vyřizujícího agendu určitého typu atd.

Z matematického hlediska pod pojmem obsluhující linka je třeba chápat jakýkoli element systému, který může v potřebné době a kvalitě obsloužit výzvu. Linkami obsluhy mohou být různě složité elementy, např. i kolektivy lidí.

4. Vhodně spojené linky obsluhy vytvářejí *obsluhující soustavu*, která je schopna hromadně obsluhovat určité typy výzev. Jednotlivé linky obsluhy mohou mít různé charakteristiky i různou kvalitu obsluhy.

5. V případě, kdy kapacita obsluhující soustavy není schopna uspokojit přicházející výzvu na obsluhu dříve, než přijde další výzva na obsluhu, vzniká *fronta výzev*. V této frontě jsou výzvy, které čekají na obsluhu. Fronta vzniká buď v důsledku malého počtu obsluhujících linek nebo v důsledku nevhodné organizace soustavy.

Soustavy hromadné obsluhy se rozdělují podle:

1. charakteru toku výzev,

2. charakteru linek obsluhy,
3. existence nebo neexistence fronty.

*ad 1.* Lze předpokládat, že proces vstupu výzev do obsluhující soustavy je náhodný proces. Vstup výzev do soustavy lze popsat funkcí  $y(t)$  určující počet vstupujících výzev v časovém intervalu  $(0, t)$ .

Funkce  $y(t)$  je náhodná funkce a nabývá jen celé kladné hodnoty s růstem  $t$  monotonně stoupající. Praktický odhad této funkce zejména ve společenských obsluhujících soustavách může být často obtížný.

Existují určité jednoduché formy vstupů výzev do soustavy, které můžeme použít i při popisu vstupu výzev do společenských obsluhujících soustav.

a) Existují stacionární proudy výzev, při nichž pravděpodobnost vstupu určitého počtu výzev za časový interval  $(t_k, t_{k+1})$  nezávisí na okamžiku  $t_k$ , od něž sledujeme proces, ale jen na délce časového intervalu.

b) Existují ordinální proudy výzev, což jsou takové stacionární proudy výzev, pro které platí, že v libovolném časovém okamžiku může do soustavy vstoupit jen jedna výzva.

Soustavy hromadné obsluhy jsou tedy rozlišovány podle funkce  $y(t)$ .

Pro začátek výzkumů aplikace teorie hromadné obsluhy se omezíme na takové případy obsluhy ve společenských obsluhujících soustavách, kde tok výzev může být přípustně charakterizován jako ordinální.

Takové toky výzev lze plně charakterizovat jen jednou veličinou  $\lambda$ .  $\lambda$  určuje průměrný počet výzev, které vstoupí do soustavy za jednotku času. Pro naše potřeby může být jednotkou času např. 1 hod., 1 den.

Známe-li  $\lambda$ , lze určovat pravděpodobnost, že za určitý časový interval bude třeba obsloužit  $k$  výzev vztahem

$$V_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

*ad 2.* Jestliže linky obsluhy nebo jejich skupiny v soustavě mají předem stanoveno pořadí, podle něhož některé linky nebo jejich skupiny přednostně obsluhují, označujeme soustavy za uspořádané.

Jsou-li linky jakkoli jinak uspořádány, jde o neuspořádané soustavy.

Lze si představit ve společenských obsluhujících (řídících) soustavách obojí soustavy. Neuspořádané soustavy:

skupina prodávajících, obsluhujících „rovnoprávně“,

podobná skupina linek zdravotnických zařízení,

odbor ONV, kde žádosti o povolení stavby realizuje se stejnými pravomocemi i povinnostmi několik pracovníků atd.

*Uspořádané soustavy:* skupina zdravotnických zařízení rozdělená na několik podskupin — podskupina 1 obsluhuje výzvy nejprve — podskupina 2 obsluhuje výzvy jen tehdy, nestačí-li je obsluhovat skupina 1 atd.; odbor národního výboru,

kde agendu určitého typu (např. žádosti o byt) odbavují (nerozhoduje jestli pozitivně nebo negativně) — dvě skupiny lidí: 1. skupina přednostně, 2. skupina jen tehdy, nestačí-li 1. skupina.

*ad 3.* Rozlišujeme soustavy, kde fronta výzev na obsluhu je nepřipustná. Neobsloužené výzvy na obsluhu u těchto soustav zanikají. Nazýváme je *soustavy se ztrátami*.

Soustavy, kde fronta je přípustná se nazývají *soustavy bez ztrát*.

Další dělení je podle toho, zda *délka fronty* je nějak *omezena*.

Společenské soustavy bez ztrát je např. soud „obsluhující“ nápad případů, organizace „obsluhující“ žádosti o povolení stavby atd.

Společenské soustavy, s omezenou délkou fronty jsou např. obchodní prodejna, běžné zdravotnické zařízení, většina úředních agend atd.

Společenská soustava se ztrátami je např.: „obsluha“ akutních zdravotnických případů, „obsluha akutních“ kriminalistických případů, řešení určitých dopravních nehod atd.

Kvalita uskutečněné obsluhy jednotlivými linkami obsluhy může být charakterizována mírou účinnosti provedené obsluhy nebo srovnání s obsluhou normované obsluhující linky.

U obsluhující linky je zejména důležitý časový interval, vyjadřující dobu nutnou pro obsloužení jedné výzvy. Časový interval je evidentně náhodnou veličinou, kterou lze popsat různými (většinou dosti složitými) matematickými funkcemi.

Náhodnost této veličiny je důsledkem různých činitelů:

- výzvy na obsluhu nejsou vždy identické a vyžadují různou dobu obsluhy. Tento fakt je evidentní u všech příkladů uvedených společenských soustav;
- stav a okamžité možnosti obsluhující linky v časovém rozvoji kolísají v jistých rozmezích. Rovněž toto plně platí pro společenské soustavy.

Průběh náhodné veličiny trvání obsluhy znázorňuje funkce  $F(t)$ , která určuje, že čas spotřebovaný k obsluze bude menší, než předem určený čas  $t$ , a která dostatečným způsobem znázorňuje pravděpodobnostní rozložení této veličiny. Tvar funkce  $F(t)$  je nutno zjišťovat detailní analýzou činnosti obsluhujících linek.

Zde dobu trvání obsluhy budeme označovat  $\frac{1}{v}$ .

Takto jsme formulovali některé společenské řídicí procesy, jako systémy hromadné obsluhy. Matematická teorie hromadné obsluhy nám umožní přesně najít základní funkční závislosti fungování elementů soustavy. Její aparát umožní přesně charakterizovat tok výzev na obsluhu, dovolí exaktně formulovat požadavky na organizaci a rozsah obsluhující společenské soustavy (počet elementů), aby výzvy byly jistým kvalitním způsobem obslouženy.

Nároky na obsluhu u společenských soustav můžeme většinou přesně formulovat předem s různými kritérii. Pro další úvahy předpokládáme, že u úloh, kde to bude potřeba, můžeme statistickými metodami (sociologickými metodami) dostatečně přesně charakterizovat nebo zadat:

1. u toků výzev na obsluhu vymezených typů veličinu  $\lambda$  ( $\lambda$  = veličina udávající průměrné číslo výzev, došlých do systému za zvolenou časovou jednotku). Veličina předpokládá ordinální tok, na který lze mnohé toky ve společenských soustavách přípustně přivést.
2. průměrnou dobu obsluhy výzvy určitou linkou  $= \frac{1}{v}$ .
3. vhodnou časovou jednotku (např. 1 hod, 1 min., 1 den).
4. počet obsluhujících linek  $n$  a jejich základní organizaci.

Pak můžeme uplatnit tyto matematické postupy teorie hromadné obsluhy:

#### A. Společenské soustavy hromadné obsluhy se ztrátami

Nejdůležitějším kriteriem u těchto soustav bude pravděpodobnost odmítnutí výzvy na obsluhu, průměrný počet linek provádějících obsluhu a stupeň využití linek. Podle těchto kritérií budeme soustavy optimalizovat.

K optimalizaci soustav lze užít zejm. vzorce určující:

1. Pravděpodobnost, že všechny linky v soustavě jsou právě volné

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^m}$$

Mohou se vyskytnout tyto typy problémů:

- a) budeme u společenské soustavy hromadné obsluhy (zdravotnického zařízení pro akutní případy, instituce ministerstva vnitra řešící neodkladné případy, speciální autohavarijní služba atd.) znát:  $\lambda$  = průměrný počet případů potřebujících obsluhu za určitou časovou jednotku,  $\frac{1}{v}$  = průměrnou dobu obsluhy jednoho případu jednou linkou,  $n$  = počet linek v soustavě. Budeme pak chtít znát pravděpodobnost, že v určitých okamžicích nebude soustava vůbec fungovat.

*Příklad:* chceme znát v určité zdravotnické, vyšetřovací aj. pohotovostní organizaci pravděpodobnost, že pohotovostní zdravotnická (vyšetřovací) organizace nebude v určitém okamžiku fungovat.

- b) určíme  $p_0$  jako přípustnou pravděpodobnost, že soustava nebude fungovat. Budeme znát  $\lambda$ ,  $\frac{1}{v}$  a chceme určit optimální počet linek.

*Příklad:* kolik musíme mít pohotovostních ambulancí, lékařských jednotek, příslušníků vyšetřovací skupiny MV, při přípustné nevytíženosti soustavy, charakterizované  $p_0$ .

- c) určíme  $p_0$ , známe  $\lambda$ ,  $n$  a chceme znát optimální  $\frac{1}{v}$ .

Znamená to, že chceme určit při přípustném  $p_o$ , se znalostí průměrného výskytu případů za časovou jednotku a počtu obsluhujících linek, jak by měla trvat průměrná doba obsluhy jednoho případu jednou linkou.

*Příklad:* jak má průměrně trvat zásah pohotovostní zdravotnické skupiny resp. lékaře, jak má v průměru trvat zásah speciální vyšetřovací skupiny resp. vyšetřovatele atd., při přípustné nevytíženosti soustavy  $p_o$  a známých  $\lambda$  a  $n$ .

2. Pravděpodobnost, že je v soustavě obsazeno právě  $k$  linek obsluhy

$$p_k = \frac{p_o}{k!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^k \quad (k = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Mohou existovat tyto hlavní úlohy:

a) známe  $\lambda, \frac{1}{v}, n$  a chceme charakterizovat vytíženost soustavy znalostí průběhu pravděpodobnosti, že v soustavě v každém okamžiku právě  $k$  stanic ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) obsluhuje výzvy.

*Příklad:* chceme znát  $p_k$  k charakterizování vytíženosti zdravotnických soustav, vyšetřovacích skupin, skupin nebo členů správního orgánu, které jsme charakterizovali jako soustavy se ztrátami.

b) získáme statistickým šetřením  $p_k$  a chceme získat některou z hodnot  $\frac{1}{v}, \lambda, p_o$ , kterou neznáme.

*Příklad:* statisticky zjistíme  $p_k$  u zdravotnických, vyšetřovacích, správních a podobných orgánů a chceme znát chybějící údaj,

tj. buď  $\frac{1}{v}, \lambda$ , nebo  $p_o$ .

3. Pravděpodobnost odmítnutí obsluhy požadavku, který právě vstupuje do soustavy

$$p_n = \frac{\left( \frac{\lambda}{v} \right)^n \frac{1}{n!}}{\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^m}$$

Bude možno řešit úlohy:

a) společenská (zdravotnická, správní, vyšetřovací) soustava je charakterizována  $\lambda, \frac{1}{v}$  a  $n$ . Chceme znát pravděpodobnost (riziko), že určitou výzvu na obsluhu nebude moci soustava obsloužit.

*Příklad:* při znalosti  $\lambda, \frac{1}{v}, n$  chceme u pohotovostních zdravotnických skupin nebo vyšetřovacích skupin znát pravděpodobnost (riziko), že v důsledku zaneprázdnění jinými obsluhami nebudou v jednotlivém případě schopny zasáhnout (pravdě-

podobnost, že akutní pacient zemře nebo nastanou komplikace, protože nebyl ošetřen, pravděpodobnost, že nebude možno realizovat vyšetřování a pod.).

- b) Stanovíme společensky přípustnou pravděpodobnost (riziko), že soustava nebude schopna jednotlivou výzvu na obsluhu obsloužit a vypočítáme resp. stanovíme:  $\frac{1}{v}$ , tj. optimální průměrnou dobu obsluhy jednoho případu, nebo  $n$  = optimální počet potřebných obsluhujících linek, nebo určujeme přípustné  $\lambda$  pro takovou sestavu.

**Příklad:** stanovíme přípustnou hodnotu rizika, že zdravotnická, správní, vyšetřovací skupina nebude moci zasáhnout u jednotlivého případu, protože obsluhuje jiné výzvy a určujeme: optimální potřebný počet obsluhujících členů takových soustav, optimální potřebnou průměrnou dobu obsluhy jednoho případu, optimální průměrný počet výzev na obsluhu za časovou jednotku.

#### 4. Průměrný počet obsluhujících linek

$$M = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(k-1)!} \cdot \left(\frac{\lambda}{v}\right)^k \cdot p_o = \sum_{k=1}^n \frac{k}{k!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^k \cdot p_o = \sum_{k=1}^n k \cdot p_k$$

pro úlohy:

- a) známe  $\lambda, \frac{1}{v}, n, p_o$  nebo  $p_k$  a chceme znát průměrný počet v každém okamžiku obsazených linek obsluhy, abychom charakterizovali vytíženost soustavy.

**Příklad:** chceme znát průměrný počet v každém okamžiku obsluhujících jednotek zdravotnické, správní, vyšetřovací skupiny hromadné obsluhy při známém  $\lambda, \frac{1}{v}, n, p_o$  nebo  $p_k$ .

- b) určíme společensky přípustnou (potřebnou) hodnotu  $M$  a počítáme některou ze zbývajících proměnných výrazů:  $p_k, \lambda, \frac{1}{v}, p_o, n$ .

**Příklad:** stanovíme potřebnou hodnotu  $M$  zdravotnického, vyšetřovacího atd. orgánu a počítáme optimální buď  $\frac{1}{v}, \lambda, n, p_k, p_o$ .

**Shrnutí:** Matematické řešení uvedených úloh nebude zpravidla obtížené. Dostaneme však někdy i rovnice vyšších řádů (teoreticky  $(1 - n)$ -tých). Protože analytické řešení rovnic řádu  $> 3$  je velmi pracné, bude vhodné užívat iterativní procedury. (prováděné event. samočinnými počítači).

**Např. chceme-li z výrazu**

$$p_n = \frac{\frac{1}{n} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^n}{\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^m}$$

určit optimální  $\frac{1}{v}$  (= průměrnou dobu obsluhy jedné výzvy) při předem zadaném riziku odmítnutí výzvy  $p_n$  a při  $n > 3$ , určíme sami  $\frac{1}{v}$ , vypočítáme  $p_n'$ , porovnáme s požadovaným  $p_n$  a podle difference  $p_n' - p_n$  volíme krok, o který změním hodnotu  $\frac{1}{v}$ . Taková interativní procedura dovoluje evidentně libovolnou přesnost.

### B. Společenské soustavy hromadné obsluhy s čekáním

Zopakujeme, že jsou to soustavy tvořené linkami obsluhy, z nichž každá může současně obsluhovat jen jednu výzvu. Je-li libovolná linka obsluhy volná, uspokojuje výzvu, která je na řadě, resp. která přichází do soustavy. Jestliže při příchodu výzvy jsou všechny linky obsazeny, čeká výzva na frontě.

Zpravidla, jestli počet výzev na obsluhu v soustavě dosáhne  $v = m + n$ , kde  $m$  = počet požadavků čekajících ve frontě,  $n$  = počet současně obsluhovaných výzev, soustava další výzvy odmítá (pracuje ze ztrátami).

*Kritéria efektivity u těchto společenských soustav jsou:*

pravděpodobnost, že vstupující výzva bude odmítnuta, doba čekání výzvy na obsluhu ve frontě a průměrný počet volných linek. Platí stejně jako výše:  $n$  = počet linek,  $\lambda$  = průměrný počet výzev za časovou jednotku,  $\frac{1}{v}$  = průměrná doba obsluhy jednoho požadavku.

Uvedeme jen některé vzorce (které jsou podstatně složitější než u soustav se ztrátami), které bude možno užívat obdobně jako je uvedeno výše:

1. Pravděpodobnost, že je v soustavě obsazeno právě  $k$  linek

$$p_k = \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^k \quad \text{pro } 1 \leq k \leq n$$

2. Pravděpodobnost, že je v soustavě obsluhováno právě  $k'$  výzev = pravděpodobnost vzniku fronty, kde čeká  $k - n$  výzev

$$p_{k'} = \frac{p_0}{n! n(k - n)} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^{k'} \quad n \leq k' \leq 1$$

3. Pravděpodobnost, že všechny linky soustavy jsou volné

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^{m-1} \frac{1}{k!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^k + \frac{1}{n! \left( 1 - \frac{\lambda}{n} \right)} \cdot \frac{1}{\left( \frac{\lambda}{v} \right)^n \left[ 1 - \left( \frac{\lambda}{n \cdot v} \right)^{m+1} \right]}}$$

4. Pravděpodobnost, že přicházející výzva bude odmítnuta

$$p_e = \frac{p_0}{n! \cdot n^{(e-n)}} \cdot \left[ \frac{\lambda}{v} \right]^e$$

5. Průměrný počet výzev, které čekají ve frontě

$$M_1 = \frac{p_n}{\left(1 - \frac{\lambda}{nv}\right)^2} \left[ \frac{\lambda}{n \cdot v} - (m+1) \left( \frac{\lambda}{n \cdot v} \right)^{m+1} + m \left( \frac{\lambda}{n \cdot v} \right)^{m+2} \right]$$

$m$  = největší přípustná délka fronty

6. Průměrný počet požadavků, které jsou v obsluhující soustavě

$$M_2 = M_1 + \frac{1 - \left( \frac{\lambda}{nv} \right)^{m+1}}{1 - \frac{\lambda}{nv}} n \cdot p_n + p_0 \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{(n-1)!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^k$$

7. Průměrný počet volných obsluhujících linek

$$M_3 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \left( \frac{\lambda}{v} \right)^k \cdot p_0$$

Uvedenými postupy lze optimalizovat společenské soustavy hromadné obsluhy tj. obchodní, zdravotnické, jisté správní orgány, systémy služeb atd., kde tok výzev můžeme považovat za ordinální a kde se hromadí výzvy čekající ve frontě. Fronta může být nekonečná nebo může být omezena určitou maximální hodnotou  $m$  (statisticky zjištěnou nebo zadanou), kterou nemá reálný význam překračovat. Čtenář si jistě najde četné příklady takových společenských soustav.

### C. Uspořádané společenské soustavy hromadné obsluhy (aplikace tzv. Palmovy úlohy)

Uspořádané soustavy jsou soustavy se ztrátami nebo bez ztrát, pro které platí, že se skládají ze skupin linek (případně jednočlenných), řazených za sebou podle stupně účasti na obsluze. Linky v jednotlivých skupinách jsou rovnoprávné, ale vzájemný vztah jednotlivých skupin linek je předem pevně stanoven. Výzva přicházející na vstup soustavy nejprve „hledá“ volnou linku v první skupině linek. Jsou-li všechny linky první skupiny obsazené, postupuje k druhé skupině atd. Teprve jsou-li všechny skupiny obsazeny, zůstává neobsloužena, tj. ztrácí se nebo se vrací do fronty.

Jako uspořádané společenské soustavy hromadné obsluhy můžeme charakterizovat např. vojenské soustavy se zálohami několika sledů, zdravotnické soustavy, kde  $n$ -tá soustava linek obsluhuje výzvy jen tehdy, nestačí-li  $(n-1)$  soustava, správní orgán, kde určitou agendu odbavuje  $n$ -tá skupina (pracovník) jen tehdy, nestačí-li ji odbavit  $(n-1)$  skupina apod.

Základní vzorce (jsou to vzorce Palmovy úlohy), které budeme moci užívat jsou:

1. Pravděpodobnost, že bude obsazeno  $k$  skupin obsluhujících stanic

$$E_k = \frac{\frac{1}{S_k!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^{S_k}}{\sum_{m=0}^{S_k} \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^m} \quad k = (1, 2, 3, \dots)$$

$S_k = n_1 + n_2 + \dots + n_k =$  součet obsluhujících linek prvních  $k$  skupin.

2. Pravděpodobnost, že výzva vstupující do  $n$ -té skupiny, ji najde obsazenou

$$M = \frac{\lambda}{nv + \lambda E_{n-1}}$$

3. Pravděpodobnost vstupu právě  $k$  požadavků za čas  $t$ .

$$V_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}$$

Uvedené úlohy hromadné obsluhy všech typů byly zde formulovány ze zjednodušujících podmínek průběhu  $\lambda$ ,  $\frac{1}{v}$ ,  $n$ . Přesto mohou být dostatečně adekvátní mnoha společenským soustavám hromadné obsluhy.

Teorie hromadné obsluhy disponuje také metodami, kdy průběhy veličin  $\lambda$ ,  $\frac{1}{v}$ ,  $n$  mohou být složitější (např.  $\lambda$  nemusí mít ordinální průběh,  $n$  může být v průběhu obsluhování proměnlivé). Tyto metody jsou matematicky podstatně složitější než výše uvedené postupy. Budou však rovněž adekvátní některým společenským soustavám, takže bude vhodné je k jejich exaktnímu popisu a optimalizaci používat.

V komplexních kybernetických interpretacích složitých společenských řídicích soustav bude evidentně platit, že u soustav hromadné obsluhy bude možné proces obsluhy realizovaný jednotlivou linkou *dál algoritmicky popsat i racionalizovat*.

Optimalizace struktury společenských orgánů metodami matematické teorie hromadné obsluhy lze dobře kombinovat s časovou, nákladovou optimalizací jednotlivých agend metodami matematické teorie grafů: CPM, PERT, Fordových algoritmů apod. Teorie hromadné obsluhy evidentně dovoluje dynamicky analyzovat a optimalizovat dílčí činnosti graficky zobrazeného modelu agend společenského orgánu<sup>3</sup>.

V případě, že společenský orgán realizuje několik agend charakteru hromadné obsluhy, bude třeba režim činnosti i strukturu orgánu přednostně optimalizovat podle důležitějších agend. V takových případech lze rovněž exaktně preferovat výzvy na důležitější obsluhu.

<sup>3</sup>) Problémy aplikace matematické teorie grafů v kombinaci s teorií informace jsem se zabýval v článku „Návrh metody exaktní analýzy a racionalizace fungování správněpolitických orgánů“, který byl publikován v čísle 6/1966, Právniku, NČSAV.

### Příklad praktického výpočtu podle uvedených metod

Pro nedostatek místa provedeme řešení jen jednoho příkladu zdravotnické soustavy se ztrátami.

**Zadání:** zdravotnický ústav, který provádí v  $n$  pohotovostních operačních sálech akutní chirurgické zákroky, chce znát procento akutních pacientů, u nichž pro nedostatek kapacity nebude moci včas zasáhnout (za běžné situace).

**Získání potřebných údajů:** je třeba delším statistickým šetřením zjistit průměrný počet  $\lambda$  akutních pacientů přicházejících za časovou jednotku do ústavu (zjednodušeně zde předpokládáme ordinální průběh  $\lambda$ ). Podobně je třeba změřit průměrnou dobu trvání jednoho zásahu  $\frac{1}{v}$ . Nechť  $\lambda = 48$  případů za den  $= 2/\text{hod.}$ ,  $\frac{1}{v} = 5$  hod.,  $n = 2$

**Výpočet:**

$$p_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{v}\right)^n \cdot \frac{1}{n!}}{\sum_{m=0}^n \frac{1}{m!} \left(\frac{\lambda}{v}\right)^m} = \frac{\left(\frac{2}{1}\right)^2 \cdot \frac{1}{2}}{1 + 1 \left(\frac{2}{1}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{2}{1}\right)^2} = \frac{50}{61}; \quad \frac{50}{61} \cdot 100 \doteq 82$$

**Výsledek:** uvedené zdravotnické zařízení pracuje s 82 % rizikem, že akutní pacient nebude včas ošetřen.

**Poznámka:** na základě uvedených hodnot  $\lambda, \frac{1}{v}, n$  je možno určit pomocí vzorců všechny charakteristiky uvedené výše, což zde neprovádíme.

Praktická aplikace je tedy evidentně jen v prostém dosazení vhodných hodnot  $\lambda, \frac{1}{v}, n$  atd. do vzorců. Podstata aplikace je však v dostatečně přesném vymezení, co rozumíme obsluhou a v adekvátním statistickosociologickém určení  $\lambda, \frac{1}{v}, n$  atd. v dostatečně hromadných společenských obsluhách.

Domnívám se, že uvedené metody mohou být využívány už v chystaných vědeckých průzkumech struktury a činnosti některých orgánů správy v ČSSR.

### Literatura

- A. A. Ljapunov, S. V. Jablonskij, Teoretičeskije problemy kibernetiki, Problemy kibernetiki 9, Moskva 1963  
V. J. Prochorov, A. I. Rozenberg: Čto takoe teoria masovogo obsluživanja, Moskva 1962  
V. Vlach, Kybernetika ve vojenství, Praha 1964

# Анализ и рационализация административно-политических органов управления при помощи некоторых методов кибернетики и исследования операций

## РЕЗЮМЕ

В первой части статьи разработано общее математическое описание структуры и функционирования общественных функциональных формаций. Определяются и формулируются понятия: система управления, управление общественной системой, организация, структура общественной системы управления, функция общественной системы, элемент системы, информирование, управление и др.

Одновременно устанавливается отношение применения кибернетики и исследования операций в области общественных наук и практики.

Во второй части общая формулировка конкретизируется примерами из области математической теории массового обслуживания для рационализации структуры функционирования некоторых санитарных, административных, военных и др. формаций.

К общественным системам, которые точно определяются как системы, и где доходит до массового обслуживания „вызовов“ на обслуживание точного типа, применяются:

- 1) математические модели систем массового обслуживания с убытками,
- 2) математические модели систем массового обслуживания с ожиданием обслуживания или
- 3) математические методы упорядоченных систем массового обслуживания (применение задания Пальме).

Перевод с чешского Рф.

VLADIMÍR VRECIÓN

## Analyse und Rationalisierung verwaltungspolitischer Leitungsorgane mittels gewisser Methoden der Kybernetik und Operationsforschung

## ZUSAMMENFASSUNG

In dem ersten Teil des Aufsatzes wird eine allgemeine mathematische Beschreibung der Struktur und der Funktion der gesellschaftlichen Funktionsgebilde gegeben. Es werden folgende Begriffe definiert und formalisiert: das lenkende System, das gelenkte Gesellschaftssystem, das Organisieren, die Struktur des lenkenden Gesellschaftssystems, die Funktion des Gesellschaftssystems, das Element des Systems, das Informieren, das Beherrschen u. a. Gleichzeitig wird die Beziehung zwischen der Anwendung der Kybernetik und der Operationsforschung auf dem Gebiet der Gesellschaftswissenschaften und der Praxis bestimmt.

In dem zweiten Teil wird die allgemeine Formalisierung durch Anwendungsbeispiele der mathematischen Theorie der Massenbedienung zur Rationalisierung der Struktur und Funktion einiger Gebilde aus dem Gebiet des Gesundheitswesens, der Verwaltung, des Militärwesens u. a. konkretisiert.

Der Autor wendet auf die Gesellschaftssysteme, die er genau als Systeme definiert, wo es zur Massenbedienung auf „Anforderungen“ nach Bedienung von bestimmten Typus kommt, folgende Methoden an:

1. mathematische Modelle von Systemen der Massenbedienung mit Verlusten,
2. mathematische Modelle von Systemen der Massenbedienung mit Warten auf Bedienung und
3. mathematische Modelle geordneter Systeme von Massenbedienung (eine Anwendung der Palms'chen Aufgabe).