

Úlohou tejto štúdie je priblížiť sociologickej obci možnosti a medze kybernetického prístupu k modelovaniu sociálnych systémov. Vzhľadom k tomu, že ide o tému v našej odbornej sociologickej tlači nie príliš bežnú, volil autor pre štruktúru a sled výkladu formu, ktorá umožní čitateľovi vytvoriť si obraz o princípoch, genéze a hlavných problémoch spojených s praktickým využívaním tohoto, nesporne progresívneho, smeru v súčasnej teórii modelovania. Širšie metodologické súvislosti kybernetického modelovania sociálnych systémov (diskutované na pozadí československých aplikačných skúseností) sa uvádzajú v [Fajfr — Ročenka; Alan — Možnosti].

1. Uvedenie do problematiky

Kybernetikou sa dnes zväčša rozumie veda o všeobecných vlastnostiach a zákonitostiach riadenia systémov. Predmetom kybernetiky sú teda informačné a riadiace procesy v objektoch nazeraných ako kybernetické systémy. Sociologickou kybernetikou budeme označovať vedu o vlastnostiach a zákonitostiach riadenia sociálnych objektov definovaných ako kybernetické systémy.

Nech $P = p_1, p_2, p_3 \dots, p_n$ sú prvky sociálneho systému

a $R = r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ informačné a riadiace vzťahy medzi nimi.

Množina $\{PR\}$ je potom kybernetický systém definovaný na sociálnom objekte. Kybernetický model S_2 sociálneho systému S_1 je také zobrazovanie $S_1 = \{P_1 R_1\}$ prostredníctvom $S_2 = \{P_2 R_2\}$, ktoré umožňuje prostredníctvom S_2 generovať správanie S_1 , pričom tak S_1 ako aj S_2 sú kybernetické systémy [Klíř 1965].

Štruktúrou kybernetického systému sa rozumie organizácia jeho častí, t. j. usporiadanosť väzieb medzi prvkami systému. Relatívne autonómny súbor prvkov a ich väzieb tvorí subštruktúru. Základnou štrukturálnou jednotkou je prvok systému. Základným atribútom prvku systému je schopnosť transformovať vstupy na výstupy. Spôsob transformácie vstupov na výstupy charakterizuje správanie prvku (systému). Určitej štruktúre zodpovedá určité správanie, určitému správaniu trieda štruktúr. Správanie implikuje cieľ. Cieľ je stav, ku ktorému systém speje v dôsledku jemu vlastných zákonitostí správania, ako aj vedomých zásahov do jeho štruktúry a podmienok fungovania vôbec. Hovoríme o regulovanom, alebo riadenom správaní systému. V rámci hranice systému je predpokladom regulovaného (riadeného) správania systému jestvovania objektu a subjektu riadenia (riadená a riadiaca časť systému), ako aj spätnej väzby medzi nimi.

Elementárny typ kybernetického systému je znázornený na schéme 1.

(1) Autor ďakuje V. Fajfroví, A. Grimovi z ÚVT SPK v Prahe, M. Potůčkoví, M. Zemanovi zo Sportpropagu v Prahe a M. Majtánovi,

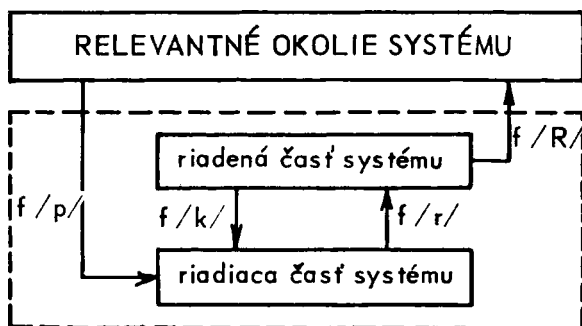
J. Alanovi a Z. Petrovskej z ČSVÚPSV v Bratislave za informácie a pomoc.

Významnou charakteristikou systému je výber pravidla reakcie $f(R)$ riadenej časti systému. Tento výber je determinovaný riadiacim pôsobením $f(r)$ korekcie, ktorého prebiehajú pod vplyvom relevantného okolia systému $f(p)$ a reakcií riadenej časti systému na tieto pôsobenia $f(k)$.

Úlohou riadiacich procesov v systéme je zabezpečovať, prípadne vylepšovať existenčné funkcie systému vo vzťahu k vymedzeným cieľom systému a meniacim sa podmienkam prostredia.

Výstupy riadiacej zložky (vstupy riadenej zložky) systému chápeme ako riadiace pôsobenia, vstupy riadiacej zložky systému ako stimuly týchto riadiacich pôsobení.

Schéma 1: Model kybernetického systému



Riadiace pôsobenia sa prejavujú zmenami štruktúry a správania riadenej zložky systému. Prostredníctvom týchto zmien je možné hodnotiť vývoj a kvalitu riadenia v systéme. Toľko k základným pojmom. Zostáva ešte zdôrazniť, že adekvátne deskripcia analýza a syntéza kybernetických systémov predpokladá jestvovanie nástrojov (metód a techník modelovania), umožňujúcich túto analýzu a syntézu uskutočňovať v podmienkach počítačového experimentu. Niektorým z nich je venovaný nasledujúci text.

2. Vývoj problematiky

Popis teoretických východísk systémového prístupu vôbec a kybernetického modelovania sociálnych systémov zvlášť presahuje rámec tejto štúdie [k tomu pozri napr.: [Žukov 1976; Habr 1972]]. Prvé pokusy o socio-ekonomické aplikácie kybernetického modelovania sa datujú do 50-tich rokov, t. j. do obdobia presadzovania Wienerovej koncepcie systémov a do obdobia prvých úspechov v oblasti vývoja a využívania výpočtovej techniky.

Jedna z prvých koncepcií kybernetického modelovania sociálnych, či socio-ekonomických systémov bola rozpracovaná na technologickom inštitúte v Massachusetts a je známa pod menom *Systémová dynamika* (Forrester J. W.). Považovať dnešnú konjunktúru *Systémovej dynamiky* iba za dôsledok vedeckej prestíže jej hlavných protagonistov (Forrester J. W., Meadows D. L.), atraktivity aplikačných objektov (podnik, mesto, svet), či autority zadávateľa (Rimský klub), by zrejme nebolo správne, rovnako ako by nebolo správne zamlčovať metodologické nedostatky tejto koncepcie.

Vďaka pomerne jednoduchému matematickému aparátu a jeho výrokovej sile mimo obor empirických údajov o modelovanom systéme nachádza *Systémová dynamika* stále širšie praktické uplatnenie. Nejde však o uplatnenie bezproblémové. Na hranice použiteľnosti *Systémovej dynamiky* a možnosti simulácie systémového pohybu vôbec poukazovali a poukazujú vedci tak zo socialistických, ako aj kapitalistických krajín. Konštruktívne a podnetné sú napríklad kritiky zo strany Sussexskeho teamu [Clark 1975], sovietskych vedcov [Ivanenko 1975; Golovanin 1976 : 187—225]. Niektoré z nich budú diskutované v nasledujúcej subkapitole.

Kritické štúdium teoretických východísk forresterovských modelov a snaha vyhnúť sa ich aplikačným nedostatkom pri súčasnom využití ich invenčného potenciálu viedla postupom času k rozštiepeniu metodologickej školy *Systémovej dynamiky* do troch vetví. Prvá z nich reprezentuje evolúciu Forrestera, t. j. pozvoľné zdokonaľovanie metódy pri nemeniacich sa jej princípoch. Základné slovo v tejto oblasti povedal opäť Forrester a jeho spolupracovníci [Forrester 1975; Forrester 1976 : 51—58]. Druhá vetva predstavuje snahu hľadať riešenie niektorých metodologických problémov Systémovej dynamiky v jej symbióze s inými metódami modelovania [Gordon 1976; Stover 1974]. Tretia je charakterizovaná snahou po prekonaní závažnejších obmedzení Forresterovho prístupu. Sem je možné zaradiť tiež práce z oblasti tzv. „Komplexného prognostického modelovania“ [Fáiffr 1976; Faifr 1977; Alan 1977; 1978].

Systémová dynamika je však iba jeden z možných prístupov ku kybernetickému modelovaniu sociálnych, či socio-ekonomických systémov. Z ostatných treba spomenúť najmä teóriu *hierarchických systémov* M. Mesaroviča [Mesarovič 1970; 1973; 1974] a teóriu regulácie [Lange 1968; Cortés 1975].

Skôr než pristúpime k diskusii nad aplikabilitou a perspektivami kybernetického modelovania sociálnych systémov, treba aspoň stručne charakterizovať jeho princípy. Na demonštráciu metódy bola zámerne zvolená pôvodná Forresterova koncepcia. Umožní nám to vecnejší a zrozumiteľnejší výklad metodologických a aplikačných problémov.

Objektom skúmania *Systémovej dynamiky* sú systémy so spätnou väzbou (niekedy tiež uzavreté systémy). Princíp uzavretosti implikuje fakt, že akýkoľvek spôsob správania, akákoľvek situácia, ktorá môže byť predmetom skúmania, vznikajú vo vnútri hraníc systému.

Základnou štrukturálnou jednotkou dynamického systému je slučka spätnej väzby. Rozlišujú sa pozitívne a negatívne slučky spätnej väzby. Funkcia negatívnych slučiek spätnej väzby je regulačná. Funkcia pozitívnych slučiek spätnej väzby je akceleračná.

Pre popis slučiek spätnej väzby sú nevyhnutné dva základné typy premenných. Sú to premenné stavov (úrovní) a premenné tokov (činností).

Premenné stavov (úrovní) reprezentujú akumuláciu výsledkov činností (tokov) v systéme a počítajú sa podľa vzťahu:

$$H \cdot L = H \cdot K + \sum_{i=1}^n P_i K L - \sum_{j=1}^n U_j \cdot K L, \quad (1)$$

kde:

H — úroveň (stav),

P — tok zvyšujúci úroveň (prírastok úrovne),

U — tok znižujúci úroveň (úbytok úrovne),

K — časový bod, z ktorého sa uskutočňuje výpočet,

L — časový bod, ku ktorému sa uskutočňuje výpočet,

KL — časový interval medzi K a L.

Pre premenné tokov (činností) sa vo forresterovských modeloch používa rovnica:

$$P \cdot KL = B \cdot K \times N \cdot K \times MT \cdot K, \quad (2)$$

kde:

P — prírastok úrovne (tok zvyšujúci úroveň),

B — zdroj prírastku,

N — normálová hodnota toku,

MT — úhrnný multiplikátor.

Analogický vzťah platí pre tok znižujúci úroveň (úbytok úrovne). Úhrnný multiplikátor v rovnici 2 vyjadruje celkový vplyv uvažovaných faktorov na skúmaný tok. Definovaný je rovnicou:

$$MT \cdot K = m_1 \cdot K \times m_2 \cdot K \times m_3 \cdot K \times \dots \times m_n \cdot K, \quad (3)$$

kde:

$m_1, m_2, \dots, m_n$ — parciálne multiplikátory.

Parciálny multiplikátor vyjadruje mieru vplyvu určitého faktora na hodnoty toku. Jeho hodnota sa odvodzuje z tabelovaných multiplikačných funkcií, vyjadrujúcich vzťah faktora a príslušného multiplikátora. Ak je napríklad skúmanou takovou premennou pôrodnosť a jedným z multiplikátorov násobiteľ pôrodnosti v súvislosti so životnou úrovňou populácie, potom príslušná multiplikačná funkcia umožňuje akejkolvek reálnej hodnote ukazovateľa životnej úrovne priradiť hodnotu spomenutého parciálneho multiplikátora.

Princíp riešenia modelu simuláciou za použitia numerického výpočtu krok za krokom spočíva v nasledovnom:

Predpokladajme, že výpočet bol ukončený v čase T_1 a je možné začať s výpočtom stavu systému v čase $T_1 + DT$. Symbolom DT pritom určujeme interval času zahrnutý do jedného výpočtového kroku a symbolmi T_1, T_2, T_3 jednotky času použité pri definovaní systému (dni, mesiace, roky a p.). Symbolmi J, K, L označujeme časové body, ku ktorým sa vzťahuje výpočet. Na začiatku výpočtu v čase K (resp. $T_1 + DT$) sú známe hodnoty o úrovniach (stavoch) v čase J (resp. T_1) a tokoch (prírastkoch a úbytkoch týchto úrovní) v intervale JK . Tieto údaje postačujú na výpočet úrovní v čase K . Podľa rovnice 1 totiž platí:

$$H \cdot K = H \cdot J + P \cdot JK - U \cdot JK \quad (4)$$

Po spočítaní úrovní v čase K možno pristúpiť k výpočtu tokov pre interval KL , nakoľko tieto sú — podľa Forrestera — funkciou úrovní (stavov) v čase K a konštant:

$$\text{tok (činnosť)} = f(\text{úrovne v čase } K \text{ a konštanty}) \quad (5)$$

Zo známych hodnôt tokov v časovom intervale KL možno opäť vypočítavať hodnoty úrovní v čase L atď.

Samotný aparát umožňujúci transformáciu vecných informácií o skúmaných objektoch do jazyka *Systémovej dynamiky* je teda nenáročný aj pre nematematicky orientovaných spoločenských vedcov a praktikov riadenia. To je nesporná prednosť metódy. Prejdime však k diskusií jej nedostatkov a možností ich riešenia.

3. Aplikačné skúsenosti

Ako už bolo zdôraznené v úvodnej kapitole tejto štúdie, Forresterova koncepcia *Systémovej dynamiky* reprezentuje jeden z možných prístupov. Jeho obmedzenia vyniknú pri komparácii s inými prístupmi aplikovanými na podobných alebo rovnakých objektoch. Pokusom o takúto komparáciu je napríklad práca, ktorej autormi sú J. Clark a S. Cole [Clark 1975]. Je zrejmé, že ani alternatívne prístupy nie sú bez nedostatkov a diskusná je v nejednom ohľade aj samotná systémová analýza [pozri napr.: Berlinski 1976]. S ohľadom na to plní kritické poukazovanie na neriešené, alebo nedostatočne riešené problémové okruhy v rámci diskutovanej témy úlohu inšpiratívnu (možnosti riešenia) i varovnú (priestor aplikability).

3.1. Problém použitých sociálnych teórií

Problém použitých sociálnych teórií je prvým a najvážnejším problémom známych aplikácií *Systémovej dynamiky* v prácach západných futurológov. Klasickým príkladom je nediferencovaný model sveta vybudovaný na neomalthuziánskej schéme. Použitie neadekvátnej sociálnej teórie logicky vyúsťuje do konfliktných a katastrofických prognóz. Navyiac sú za tejto situácie často prezentované modelové obmedzenia ako obmedzenia modelovaných systémov a požiadavky na rozvoj metodológie ako požiadavky na zmenu samej reality. Širšie súvislosti takéhoto prístupu sú zjavné a nie je potrebné zvlášť ich zdôrazňovať. (Podrobnejšie je táto problematika rozpracovaná v [Alan 1978].)

3.2. Problém hraníc a okolia systému

Problém hraníc a okolia systému je ďalším sporným bodom Forresterovej koncepcie. Princíp uzavretosti totiž predpokladá, že správanie skúmaného systému sa neviaže navonok, ale že vzniká a jestvuje v rámci jeho hraníc. Tvrdí sa, že systém v rámci zvolenej hranice musí byť schopný vytvárať akúkoľvek situáciu, akýkoľvek problém, ktorý bude potrebné analyzovať. Nehľadiac na to, že rešpektovanie tohto princípu podstatne redukuje počet vhodných objektov pre aplikáciu metódy, ide zrejme o dosť významný metodologický omyl. Každý systém je schopný relatívne autonómnej existencie iba za predpokladu, že je organickou súčasťou celku vyššieho rádu, za predpokladu, že má odkiaľ čerpať energiu, informácie, prostriedky a že má tiež kam distribuovať ich prebytky. U spoločenských systémov je táto skutočnosť zvlášť zrejmalá.

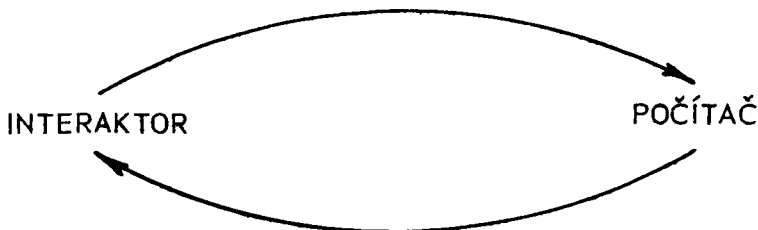
Stretávame sa tu totiž často s tzv. „prierezovými“ systémami [Alan 1978], t. j. so systémami bez prirodzenej hranice, ktorá by ich z okolitého prostredia vyčleňovala ako autonómne celky typu podnik, mesto, svet. Príkladmi prierezových systémov sú napríklad práca, životná úroveň, spôsob života, sociálne komunikácie ap.

Otázka teda nezní, či a nakoľko je priepustná hranica systému, ale kde sú jeho hraničné prvky. Námetov na riešenie sa v literatúre objavilo viac. Zeman [Zeman 1974] navrhuje pre ohraničenie systému kritérium decízie. Podľa neho infraštruktúru systému tvoria iba tie prvky, ktoré spadajú do kompetenčnej právomoci riadiaceho centra modelovaného systému. Jestvujú samozrejme aj prístupy, ktoré na úkor pragmatického, decízneho kritéria preferujú vecné, funkčné kritérium. Základný problém však zostáva — akým spôsobom anticipovať a modelovo zobrazíť vplyvy meniaceho sa relevantného okolia na pohyb štruktúry?

3.3. Problém štruktúry a dynamiky systému

Problém validného zobrazenia štruktúry a dynamiky systému je jadrom a skúšobným kameňom každej koncepcie v teórii i praxi modelovania. Jeho podrobnejší popis by si vyžadoval somostatnú štúdiu. Sústreďme sa preto iba na

Schéma 2: Základné fyzikálne zložky hierarchického modelu

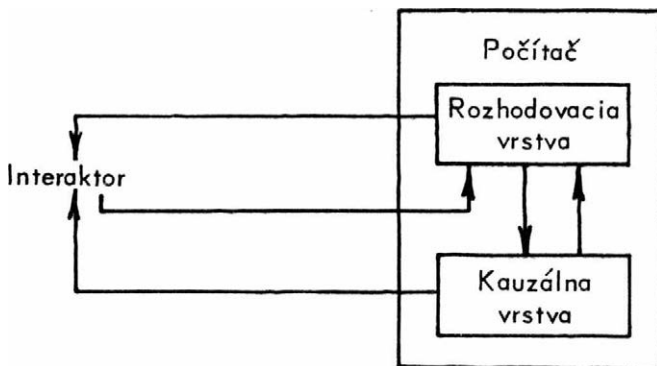


hlavné nedostatky Forresterovej koncepcie, ktorú budeme konfrontovať s výsledkami známych aplikačných skúseností československých a zahraničných autorov. Sú to:

- problém hierarchičnosti,
- problém riadenia a rozhodovania,
- problém správania.

Problém hierarchičnosti spoločenskej reality je v modeloch *Systémovej dynamiky*, bez ohľadu na typ školy či metodologickú orientáciu, v podstate ignorovaný, a to napriek tomu, že teoretické základy modelovania hierarchických

Schéma 3: Základné vrstvy počítačového programu



systémov boli rozpracované už takmer pred desaťročím [Mesarovič 1970] a sú dokonca k dispozícii aj praktické aplikačné skúsenosti [Mesarovič 1973, 1974]. Ako ilustráciu uvádzame ďalej niekoľko základných poznatkov umožňujúcich pochopiť jej vecné jadro.

Základnými fyzikálnymi zložkami modelu (v nami používanom význame tohoto pojmu) sú interaktor a počítač [pozri schéma 2].

Počítačový program pozostáva z rozhodovacej a kauzálnej vrstvy (schéma 3). Kauzálna vrstva alebo kauzálny sektor modelu reprezentuje vzťahy typu príčina — účinok.

Rozhodovacia vrstva (rozhodovací sektor modelu) reprezentuje mechanizmus rozhodovacích procesov v modelovanom systéme. Rozhodovacia vrstvu možno hierarchicky členiť na viacero úrovní, minimálne však na úroveň cieľov (potrieb a možností a na úroveň obmedzení a predpokladov, ktoré v procese tvorby rozhodnutí treba rešpektovať. Toľko Mesarovič.

V modeloch *Systémovej dynamiky* je rozhodnutie exogénnym členom takových rovníc. Skutočnosť, že rozhodovanie sa premieta do modelových procesov exogénne, má viacero vecných i metodologických dôsledkov. Absencia informácií o stimuloch toho ktorého riadiaceho zásahu a o zákonitostiach riadenia modelovaného systému vôbec patria medzi najväčšie z nich. Navyše, vzhľadom k nehierarchizovanej štruktúre a mechanistickému ponímaniu forresterovských modelov, nie je možné diferencovať subjektívneho a objektívneho nositeľa rozhodnutí. Nie je predsa jedno, či modelujeme procesy súvisiace s rozhodovaním sa individua, alebo procesy regulované inštitucionalizovaným riadiacim centrom. Teória hierarchických systémov tým, že umožňuje konštruktérovi modelu operovať diferencovaným spôsobom na každej z úrovní modelu, tento problém rieši. Kauzálna vrstva Mesarovičovho modelu sveta napr. pozostáva z týchto základných úrovní (podrobnejšie pozri [Mesarovič 1974]):

1. *Úroveň životného prostredia* zahŕňa geografické mechanizmy, vrátane fyzického prostredia človeka (klíma, zem, voda, vzduch, suroviny atď.) a ekologické mechanizmy v živom prostredí človeka, v rastlinnej a živočíšnej ríši, od ktorej závisí existencia človeka a ktorej elementom, i keď vládnuším, je človek.

2. *Úroveň technológie* predstavujú všetky ľudské aktivity od poľnohospodárskych činností až po medziplanetárnu komunikáciu, ktoré z biologického, chemického a fyzikálneho hľadiska znamenajú premiestňovanie (presun) energie.

3. *Úroveň demograficko-ekonomická*. Tu sa sleduje evolúcia populácie a vyprodukovaných i spotrebovaných statkov, t. j. procesy demografické a ekonomické, o ktorých si ľudia „vedú evidenciu“.

4. *Kolektívna (spoločenská) úroveň* predstavuje systém inštitúcií a sociálnych procesov človeka ako kolektívnej bytosti.

5. *Úroveň individuálna* odráža vnútorný svet človeka.

Na absenciu adekvátneho zobrazovania rozhodovacích a riadiacich mechanizmov vo forresterovských modeloch poukazujú viacerí autori. Zaujímavé sú najmä práce V. A. Golovanina, V. A. Jegorova a V. B. Mitrovanova [Golovanin 1976], ktorí napríklad Forresterovho modelu sveta dokazujú, že aj pri nezmenených vstupných predpokladoch (empirické údaje, tabelárne funkcie, údaje) možno zabudovaním špecifikovaných riadiacich funkcií získať naprosto odlišné výsledky.

Riadenie a rozhodovanie sú procesy, implikujú teda dynamiku systému, t. j. časovú dimenziu jeho jestvovania. V tejto súvislosti treba sa ešte zmieniť o problémoch súvisiacich s identifikáciou zákonitostí správania v modeloch *Systémovej dynamiky*, t. j. o spôsobe, akým sú v systéme transformované vstupy na výstupy, resp. podnety na odozvy. (2) Z modelového hľadiska ide o identifikáciu tzv. funkcií senzitivity (vzťah faktora a závisle premennej tokovej rovnice), relačných funkcií (súhrnný vplyv uvažovaných faktorov tokovej rovnice na závisle premennú) a časových oneskorení (interval času medzi

(2) Ide samozrejme o zákonitosti, ktoré neaplikujú na všeobecnú platnosť, ale sú špecifické pre povahu a štruktúru modelovaného

objektu a navyše výrazne determinované užitým metodologickým aparátom.

zmenou hodnoty faktora a prejavéním sa tejto zmeny na hodnote závisle premennej).

Ako už bolo povedané, funkcia senzitivity je vo forresterovských modeloch zadávaná tabeláciou vzťahu parciálneho multiplikátora a príslušného argumentu, relačná funkcia je vyjadrovaná súčinom parciálnych multiplikátorov a časové oneskorenie sa buď neuvažuje, alebo je invariantnou charakteristikou systému. Tabelárne funkcie sú pritom konštruované na základe retrospektívnej analýzy a expertíz, multiplikačný princíp je explicitným predpokladom rovnako ako invariantnosť časových oneskorení. Ide samozrejme o princípy overené niekoľkoročným výskumom, empirickou skúsenosťou a možnosťami samotnej metódy. Napriek tomu je možné vzniesť niekoľko námietok:

1. Časové oneskorenie je imanentným atribútom každého faktora v tokovej rovnici. Zmena argumentu v tabelácii parciálneho multiplikátora sa teda prejaví na zmenách závisle premennej (cez príslušný multiplikátor) až po uplynutí určitého času. Spochybňuje to nielen spôsob identifikácie časových oneskorení vo forresterovských modeloch, ale aj výrokovú silu tabelárnych funkcií.

2. Potvrdilo sa, že predpoklad jedinej, v celom retrospektívnom i perspektívnom intervale nemennej relačnej funkcie je vecne i metodologicky neúnosný. Katastrofické prognózy, ku ktorým dospeli napríklad autori globálnych modelov [Meadows 1972; 1973], teda môžu byť (okrem iného) odozvou systému na predpoklad zadanej relačnej funkcie, čo autori týchto modelov koniec koncov sami pripúšťajú.

Svoj podiel na celkových výsledkoch má samozrejme aj deterministická podoba modelu, absencia predpokladov možných štrukturálnych zmien a podobne.

Toľko k nedostatkom. Aké sú možnosti ich riešenia?

S parciálnymi námetmi prišli napr. T. J. Manetsch [Manetsch 1976 : 547—553] v otázke variability časových oneskorení a N. B. Forrester [Forrester 1973] v otázke relačnej funkcie.

Ďalej uvádzame stručnú charakteristiku prístupu rozpracovaného v rámci československej koncepcie *Komplexného prognostického modelovania* [Faifr 1976; Faifr 1977; Alan 1977]. Stručne je možné ho charakterizovať nasledovne:

Vstupná podoba modelovej štruktúry je hypotetická, pričom rovnica modelujúca predpokladané vzťahy medzi premennými má tvar (podrobnejšie pozri [Faifr 1976]):

$$J_t = h \left\{ b + \sum_{i=1}^n f_i \left[X_{t-z_i} \right] \right\}, \quad (6)$$

kde:

- J — závisle premenná (prvok údajovej základne — výstup),
- h — relačná funkcia,
- b — konštanta,
- f — funkcia senzitivity,
- X — nezávisle premenná (prvok údajovej základne — vstup),
- t — čas,
- z — časové oneskorenie,
- i — 1, 2, ..., n

Algoritmus matematického riešenia simultánnej sústavy modelových rovníc a príslušný program spracoval V. Faifr v spolupráci s A. Grimom ako súčasť automatizovaného systému plánových výpočtov na SPK v Prahe. Prvým apli-

kačným objektom tejto verzie metódy bola oblasť práce, ktorej prognóza bola spracovaná v rámci čiastkovej úlohy programu výskumu krajín RVHP v Laboratóriu pre tvorbu prognóz na Čs. výskumnom ústave práce a sociálnych vecí [Alan 1977].

Predvýber faktorov v rovniciach typu 6 bol realizovaný na základe tesnosti ich vzťahu k závisle premennej, záverečná kvantifikácia hypotetických vzťahov sa uskutočnila výberovým lineárnym programovaním [účelová funkcia — minimum chyby vyrovnanie retrospektívneho časového radu], počas ktorého sa vykonala nielen špecifikácia funkcií senzitivity,⁽³⁾ ale aj smeru vplyvu faktora na závisle premennú⁽⁴⁾ a časového oneskorenia.⁽⁵⁾

Je zrejmé, že ani komplexné prognostické modely v nami používanom význame tohoto pojmu nie sú bez chýb a obmedzení. Ich rozboru sme venovali samostatnú štúdiu [Alan; Gál 1978]. Upozorniť treba najmä na problém invariantnosti časového oneskorenia, adekvátnej identifikácie relačnej funkcie, prílišnej náročnosti modelu na vstupné empirické údaje, petrifikácie retrospektívny modelovaného systému ap.

4. Záver

Finalizovanému modelu je možné klásť tieto otázky:

1. Ako bude systém reagovať na zmeny exogénnych predpokladov jeho jestvovania? (Otázku kladieme alternatívnym zadávaním exogénnych premenných.)
2. Ako bude systém reagovať na zmeny pravidiel riadenia? (Otázku kladieme zadávaním alternatívnych hodnôt decíznych premenných.)
3. Ako bude systém reagovať na zmeny parametrov fungovania pri danej štruktúre? (Otázku kladieme zadávaním alternatívnych hodnôt, relačných funkcií, funkcií senzitivity a pod.)
4. Ako bude systém reagovať na zmeny štruktúry? (Otázku kladieme substitúciou, príp. elimináciou premenných, príp. celých segmentov premenných.)

S ohľadom na doterajšie skúsenosti možno ďalej konštatovať, že ide o modely, ktoré nie sú vhodným nástrojom na modelovanie systémov

- s krátkodobou históriou (požiadavka algoritmu),
- s nevalídnu údajovou základňou (požiadavka kvantifikácie),
- s neadekvátnou podkladovou teóriou.

Napriek uvedeným obmedzeniam zostáva pre využívanie kybernetických modelov sociálnych systémov dostatočný priestor. Treba si totiž uvedomiť, že „... užitočnosť a validitu matematických simulačných modelov hodnotíme na základe ich porovnania s mentálnymi predstavami alebo inými abstraktnými modelmi, ktoré by sa použili namiesto nich“ [Forrester 1968].

Pokiaľ ide o najbližšiu perspektívu kybernetického modelovania sociálnych systémov, dá sa očakávať, že záujem metodológov sa sústreďí na možnosti predikcie štrukturálnych zmien a zmien zákonitostí správania skúmaných systémov.

(3) V citovanej aplikácii z množiny viac ako 140 funkcií.

(4) Pozitívny, alebo negatívny vplyv, pokiaľ tento nebol už vo vstupnej hypotéze jedno-

zračne daný.

(5) Z konečnej množiny 1 až n rokov. V citovanej aplikácii to bolo 1 až 6 rokov.

Literatúra

- Alan, J. a kol.: *Metodológia komplexného prognostického dlhodobého modelovania oblasti práce*. Bratislava, ČSVÚPSV 1977 (záverečná práca).
- Alan, J. — Gál, F.: *Komplexné prognostické modelovanie spôsobu života*. Referát na seminári K otázkam komplexného prognózovania a programovania rozvoja socialistického spôsobu života. Bratislava, VÚŽÚ 1978.
- Alan, J. — Gál, F.: *Možnosti a meze prognostického modelování sociálních systémů*. Praha, Sociologický časopis (v tlači).
- Berlinski, D.: *On System Analysis: An Essay Concerning the Limitations of Some Mathematical Methods in the Social, Political and Biological Sciences*. Cambridge, MIT-Press 1976.
- Birman, I. J. a kol.: *Metodologie optimálního plánování*. Praha, Svoboda 1974.
- Clark, J. — Cole, S. a kol.: *Global Simulation Models: A Comparative Study*. New York, Wiley 1975.
- Cortés, F. — Przeworski, A. — Sprague, J.: *Systems Analysis for Social Scientists*. New York, Wiley 1975.
- Fair, V.: *Kvalitativní analýza hypotetických vztahů v komplexních modelech*. Praha, ÚVT SPK 1977 (nepublikovaný materiál).
- Fair, V. — Gál, F. — Grim, A. — Potůček, M. — Zeman, M.: *Komplexní modelování*. Praha, IČKVR 1978.
- Fair, V. — Grim, A. — Zeman, M.: *Zpráva o vývoji a aplikaci komplexního prognostického modelování*. Praha, ÚVT SPK 1976 (štúdia).
- Fedorenko, A. P. a kol.: *Komplexní národohospodářské plánování*. Praha, Svoboda 1976.
- Forrester, J. W.: *Business Structure, Economic Cycles and National Policy*. Florida, National Association of Business Economists, 17-th Annual Meeting Boca Raton, October 1975.
- Forrester, J. W.: *Principles of Systems*. Cambridge, Massachusetts, Wrigt-Allen Press 1968.
- Forrester, N. B.: *The Life Cycle of Economic Development*. Cambridge, Massachusetts, Wrigt-Allen Press 1973.
- Forrester, J. W. — Mass, N. J. — Ryan, Ch. J.: *The System Dynamics National Model — Understanding Socio-Economic Behavior and Policy Alternatives*. Technological Forecasting and Social Change 1976, No. 9.
- Gál, F. — Gál, E.: *Komplexné modelovanie socio-ekonomických systémov*. Bratislava 1978 (štúdia).
- Golovanin, V. A. — Jegorov, V. A. a kol.: *Issledovaniye vliyanija upravleniya na globalnuju model Forrestera*. In: Problemy kibernetiki, Moskva, Nauka 1976.
- Gordon, T. J. — Stover, J.: *Using Perceptions and Data About the Future to Improve the Simulation of Complex Systems*. Technological Forecasting and Social Change 1976, No. 9.
- Gutšejn, A. N.: *Kibernetika v ekonomičeskom regulirovanii proizvodstva*. Moskva, Ekonomika 1972.
- Habr, J. — Vepřek, J.: *Systémová analýza a syntéza*. Praha, SNTL 1972.
- Ivanenko, A. G.: *Dolgosročnoje prognozirovaniye i upravleniye složnymi sistemami*. Kijev, Technika 1975.
- Klíř, J. — Valach, M.: *Kybernetické modelování*. Praha, SNTL 1965.
- Lange, O.: *Úvod do ekonomické kybernetiky*. Praha, Academia 1968.
- Manetsch, T. J.: *Time-Varying Distributed Delays and Their Use in Aggregative Models of Large Systems*. Systems, Man and Cybernetics 1976, Vol. 6, No 8.
- Meadows, D. H. — Meadows, D. L. a kol.: *The Limits to Growth*. New York, Universe Books 1972.
- Meadows, D. L. a kol.: *Dynamics of Growth in a Finite World*. Cambridge, Massachusetts, Wrigt-Allen Press 1973.
- Mesarović, M. — Macko, D. — Takahara, A.: *Theory of Hierarchical Multilevel Systems*. New York, Academic Press 1970.
- Mesarović, M. — Pestel, E.: *Mankind at the Turning Point*. New York, Dutton 1974.
- Planometrie a optimální fungování socialistické ekonomiky. Praha, Svoboda 1974.
- Romančík, L. a kol.: *Základy ekonomické kybernetiky*. Bratislava, Alfa 1972.
- Sešity. Praha, ÚFS ČSAV 1975, č. 39.
- Souček, Z.: *Modelování a projektování ekonomických systémů*. Praha, SNTL 1976.
- Stover, J. C.: *Energy Policy Modeling with Probabilistic System Dynamics: A Japanese Case Study*. Houston, Texas, Summer Computer Simulation Conference 1974.

- Walter, J. — Lauber, J.: *Simulační modely ekonomických procesů*. Praha, Alfa, SNTL 1975.
- Zeman, M.: *Některé otázky komplexního prognostického modelu*. Bratislava, ČSVÚPSV 1974 (štúdia).
- Zkušenosti s kybernetickým modelováním*. Praha, ČSVTS 1976 (sborník).
- Zukov, N. I.: *Filosofskije osnovy kibernetiki*. Minsk, B. G. U. 1976.

Резюме

Гал, Ф.: Кибернетическое моделирование социальных систем

Автор вводит понятие «социологическая кибернетика», которую понимает как науку о свойствах и закономерностях управления социальными объектами представляемыми как кибернетические системы. Возможности кибернетического моделирования социальных систем рассматриваются посредством т. п. «школы Системной динамики». В первоначальном виде она представлена в работах Й. В. Форрестера и его учеников. Применимость этой концепции при моделировании социальных систем снижается рядом пока не решенных проблем. К ним относятся напр. проблемы иерархического характера модельной структуры, управления и решения, окрестности и пределов системы и т. п.

Решение указанных проблем стремятся найти в эволюции первоначальной концепции Системной динамики, в симбиозе Системной динамики с другими методами и в преодолении первоначальной концепции Форрестера. Перспективным является главным образом третье из указанных направлений. Сюда относится тоже т. п. «Комплексное прогностическое моделирование», разработанное в ЧССР. Исходная модельная структура является в данном случае гипотетической. Количественный анализ гипотетических отношений использует выборочное линейное программирование, а именно не только для отбора факторов, но и для определения направления их воздействия, типа зависимости фактора и зависимой переменной и запаздывания по времени.

Несмотря на указанные ограничения и недостатки кибернетических моделей социальных систем, отмечается, что конечной модели можно задавать вопросы о влияниях решающей окрестности на систему, о последствиях изменений правил решения, об изменениях закономерностей поведения и т. п. Ввиду этого указывается на применимость этого типа моделей прежде всего в социальном прогнозировании и управлении.

Приводятся тоже пределы применимости кибернетических моделей. Они относятся к социальным системам с кратковременной историей, недействующей базой информации а также к системам обоснованным неадекватной теорией.

Summary

Gál F.: Cybernetic Modelling of Social Systems

The autor introduces the concept of „Sociological Cybernetics“ and interprets it as a science dealing with the properties and regularities of the management of social objects defined as cybernetic systems. The prospects of the social systems cybernetic modelling are discussed with the help of the language used by the s. c. „School of System Dynamics“. In its original guise the school is represented by the works of J. W. Forrester and his disciples. The applicability of this conception for modelling social systems leaves, however, much to be desired due to a number of hitherto unsolved problems. E. g. such are the problems concerning the hierarchy of a model structure, management, decision making, surroundings and boundaries of a system etc.

The answer to the quoted problems is likely to be received from the development of the original conception of the System Dynamics, from a symbiosis of the System Dynamics with other methods and from a surmounting of the original Forrester's conception. Certain perspectives are above all attributed to the last-mentioned effort. Under this heading comes also the s. c. „Complex Prognostic Modelling“ worked out in Czechoslovakia. The starting-point model structure is in this case hypothetical. The quantitative analysis of hypothetical relations makes use of choice

linear programming, not only for the purpose of a selection of factors but also in order to identify the direction of their function, of the type of factor's and variables' dependency and of the time delay.

In spite of the discussed limits and shortcomings of the cybernetic models of social systems it is possible to conclude that questions on the influences of a relevant surrounding on the system, on the consequences of the changes in the rules of decision making, on the changes of action regularities etc. may be put to a finalized model. Therefore this type of model can be effectively applied above all in the sphere of social prognostication and management.

The paper shows also bounds for the usage of cybernetic models. They concern social systems with a short-term history, an invalid data basis and an inadequate background theory.