

Riadenie mnohovrstvových hierarchických systémov v podmienkach neurčitosti

J. ULIČNÝ — A. VAVRÍK

Úvod

Charakteristickou zvláštnosťou rozvoja súčasnej teórie riadenia je postupný prechod k štúdiu čoraz zložitejších systémov. Spravidla viac alebo menej zložité systémy majú hierarchickú štruktúru skladajúcu sa buď z jednotlivých podsystémov, buď z prvkov nachádzajúcich sa na tej-ktorej vrstve hierarchického systému. Potom rozoznávame mnohoúrovňové alebo mnohovrstvové hierarchické systémy. Definícia oboch typov hierarchických štruktúr je v našej práci [5]. Podrobnejšou analýzou uvedených štruktúr sa zaoberajú práce [1—4].

Z hľadiska koncepčných otázok týkajúcich sa hierarchických systémov je nesporne dôležitá príčina vzniku hierarchickej štruktúry. V dôsledku analýzy tohto problému prichádzame k záveru, že vznik hierarchickej štruktúry systému podmieňujú tieto dve príčiny [2]:

- a) veľká rozmernosť riadeného systému,
- b) rozličná informovanosť rozličných prvkov systému o parametroch výrobného procesu alebo vplyvu okolitého prostredia na daný systém.

Z tohto hľadiska je dôležitý pojem „informácie“ ako alternatívy „neurčitosti“, ktorá sa vždy vyskytuje v procese rozhodovania. Spravidla vyššia úroveň hierarchického systému alebo prvky systému na vyššej hierarchickej vrstve nemajú takú podrobnú informáciu o výrobnom procese alebo o vplyve vonkajšieho prostredia na daný výrobný proces ako nižšie úrovne alebo prvky na nižšej hierarchickej vrstve.

V práci sa budeme zaoberať mnohovrstvovými hierarchickými štruktúrami, ktoré pôsobia v podmienkach neurčitosti.

Pôsobenie mnohovrstvového hierarchického systému v podmienkach neurčitosti

Aby sme mohli do dôsledku pochopiť význam pojmu „pôsobenie systému v podmienkach neurčitosti“, zmienime sa krátko aj o iných alternatívach

funkčnej činnosti zložitého systému z hľadiska jeho informovanosti o vplyve vonkajšieho prostredia naň alebo o zmenách jeho vnútorných charakteristík. Rozoznávame tieto možné alternatívy pôsobenia zložitého systému:

- pôsobenie zložitého systému v podmienkach úplnej informácie,
- pôsobenie zložitého systému v podmienkach rizika,
- pôsobenie zložitého systému v podmienkach neurčitosti.

O úlohách riadenia v podmienkach úplnej informácie hovoríme vtedy, keď vzhľadom na každý vstup systému je známe, že systém prichádza k niektorému jedinému konkrétnemu výsledku.

Riadenie systému v podmienkach rizika sa robí vtedy, keď každý vstup systému privádza systém k jednému z mnohých možných výsledkov, pričom pre každý z výsledkov sú známe pravdepodobnosti ich výskytu.

O úlohách riadenia v podmienkach neurčitosti budeme hovoriť vtedy, keď systém prijímajúci riešenie nemá úplnú informáciu o všetkých faktoroch riadiaceho a riadeného procesu, ktoré podstatne vplyvávajú na voľbu jeho riešení. Pritom sa predpokladá, že každý vstup systému privádza systém k mnohým možným výsledkom, ale pravdepodobnosti výskytu týchto výsledkov nie sú známe. Neurčité faktory, ktoré dávajú podnet tomuto typu riadenia, sú pre systém v priebehu rozhodovania neznáme. Systém pozná jedine oblasť zmien týchto faktorov.

Otázkam riadenia hierarchických systémov pôsobiacich v podmienkach úplnej informácie sa v ostatnom čase venovala veľká pozornosť. Naproti tomu problematika pôsobenia hierarchických systémov v podmienkach neurčitosti sa buď vôbec nerozpracovala, buď sa predpokladalo, že prvky systému na jednotlivých vrstvách hierarchickej štruktúry majú jednakú informáciu o zmenách parametrov procesu alebo o vplyve vonkajšieho prostredia na systém. Takáto situácia v mnohovrstvom riadení hierarchických systémov nezodpovedá skutočnosti [2—10]. Je zrejmé, že z hľadiska prijatia riešenia v systéme pôsobiacom v podmienkach úplnej informácie alebo rizika proces syntézy riadenia ani zďaleka nekladie takú náročnosť na rozhodovanie ako v prípade pôsobenia systému v podmienkach neurčitosti. V prvých dvoch prípadoch je pomerne dobre rozpracovaná teória optimálneho a stochastického riadenia hierarchických systémov. Samozrejme, aj tu sa nájdú problémy a nevyriešené otázky, ale tieto problémy z hľadiska fungovania hierarchického mnohovrstvového systému nemajú koncepčný charakter. Definujme si teraz presnejšie pôsobenie zložitého systému v podmienkach neurčitosti.

Definícia 1: Ak systém pri prijímaní svojho riešenia na nejaký časový interval vopred pozná iba oblasť zmien neurčitého faktora, pričom nepozná jeho konkrétnu hodnotu, budeme hovoriť, že daný systém pôsobí v podmienkach neurčitosti.

V prácach [2—4] je podrobná analýza neurčitých faktorov z hľadiska ich pôvodu a vplyvu na systém.

Neurčité faktory reprezentujúce zmenu vnútorných parametrov (charakteristík) systému majú v podstate odlišný charakter ako neurčité faktory reprezentujúce vplyv vonkajšieho prostredia na systém.

V prvom prípade neurčitých faktorov ide predovšetkým o neznalosť vlastného modelu riadenia.

V druhom prípade, keď neurčitý faktor reprezentuje vonkajšie prostredie, zdá sa byť prístup k riešeniu úlohy systému oveľa komplikovanejší ako v prvom

prípade. Treba však zdôrazniť, že pod vplyvom vonkajšieho prostredia na skúmaný systém rozoznávame v analýze zložitých systémov obyčajne vplyv iných systémov na náš systém [2]. Nepredpokladáme totiž, že by náš systém pôsobil izolovane. V prácach [2—10] sme uvažovali, že vonkajšie prostredie, v ktorom systém pôsobí, má charakter nestacionárneho prostredia, ktorého vlastnosti sa z času na čas menia. Zmena charakteristík prostredia sa potom odzrkadľuje v zmene oblasti neurčitého faktora i v zmene jeho štatistických charakteristík. Predpokladali sme, že hierarchický systém pôsobí s určitou periodickosťou, pričom zmena períód predpokladala zmenu charakteristík vonkajšieho prostredia.

Pôsobenie systému v podmienkach neurčitosti sa spravidla skúma v jednotlivých etapách každej periódy jeho činnosti. Rozoznávame tri základné etapy pôsobenia systému [2]:

- etapa formovania údajov,
- etapa plánovania,
- etapa realizácie plánov.

Jedna z najdôležitejších etáp fungovania systému je etapa plánovania. V tejto etape, na základe údajov z predchádzajúcej etapy sa formuje riešenie systému, ktoré sa potom realizuje v etape realizácie plánov.

Pri formovaní riešenia v etape plánovania vychádzame vždy z princípu optimálnosti, ktorý sme zvolili pre ten-ktorý systém. Niekedy pri viacvrstvových hierarchických systémoch princíp optimálnosti zadáva nižšej úrovni vyššia úroveň, napr. centrum riadenia. Princíp optimálnosti je pre riadený systém základnou axiómou riadenia, na základe ktorej určujeme vlastnosti zákona riadenia systému a ktorá nám súčasne odpovedá na otázku, v akom zmysle je optimálne riešenie systému lepšie ako ostatné prípustné riešenia. Princíp optimálnosti nám pomáha správne formalizovať úlohu zložitého systému.

Predpokladali sme, že náš systém nepôsobí izolovane. Za predpokladu, že na spracúvaní určitého druhu suroviny sa zúčastňuje viac zložitých systémov, oprávnenne môžeme predpokladať, že riadením alebo koordináciou tých systémov je poverený systém na vyššej hierarchickej úrovni. Nazvime ho pre naše účely nadriadeným orgánom (NO). S pojmom neurčitého faktora alebo množiny, do ktorej tento bude prináležať v etape realizácie plánov, úzko sa viaže informovanosť nášho systému o vplyve okolia naň i informovanosť NO o charaktere vplyvu vonkajšieho okolia na celý systém. Všeobecne sa predpokladá, že NO bude poznať iba množinu neurčitého faktora, a to tak v etape plánovania ako aj v etape realizácie plánov. Naproti tomu predpokladáme, že aj keď náš systém v etape plánovania pozná tiež iba množinu neurčitého faktora budúcej periódy funkčnej činnosti systému, ale navyše, v etape realizácie plánov bude poznať aj konkrétne hodnoty neurčitého faktora. Z predchádzajúceho vidieť, že tu ide o kvalitatívny rozdiel v informovanosti NO a nášho systému o vplyve vonkajšieho okolia na celý systém. Množinu neurčitých faktorov môže napr. reprezentovať pásmo, v ktorom sa bude meniť kvalita dodávaných výrobkov. Toto pásmo môže dokonca nášmu systému oznámiť NO, t. j. oznamuje mu, s akou „šírkou“ kvality bude v etape realizácie dostávať vstupnú surovinu. O skutočnú číselnú hodnotu kvality suroviny v etape realizácie plánov nášho systému sa NO už spravidla nezaujíma. Jeho bude zaujímať skôr kvalita výstupu nášho systému.

Jednou z rozhodujúcich podmienok NO na funkčnú činnosť nášho systému, vzhľadom na vplyv okolia na náš systém, je podmienka nedopustiť riziko nesplnenia plánu pre ľubovoľnú zmenu okolitého prostredia, t. j. pre ľubovoľnú hodnotu neurčitého faktora z predpokladanej (alebo zadanej) množiny neurčitých faktorov.

Nech pre periód y $\tau (\tau \in \pi, \pi = \{\tau : \tau = 1, 2, \dots\})$ v etape plánovania (EP) zadáva NO nášmu systému výrobný plán vyjadrený formálne takto

$$y = P(u^*, x, z), \quad x \in X_\tau, \quad z \in Z_\tau, \quad (1)$$

pričom nech pre funkciu P v etape realizácie plánov (ERP) bude platiť podmienka

$$P(u^*, x, z) \geq P_\sigma(\tau), \quad \forall z \in Z_\tau. \quad (2)$$

Množina Z_τ je množina neurčitého faktora z , ktorá náš systém bude už poznať na ER (na rozdiel od konkrétnej hodnoty faktora z , ktorú bude poznať až v ERP). Množina X_τ sú možnosti nášho systému pri voľbe riešenia x pre ERP. Hodnota $P_\sigma(\tau)$ je dolná úroveň plánu (alebo zadný plán) pre nasledujúcu periódu τ . Parameter u^* vo funkcii $P(u^*, x, z)$ je bezprostredným pôsobením NO na skúmaný systém.

Úlohou nášho systému je potom nájsť na EP také riešenie $\hat{x}_\tau^0(z)$, $\hat{x}_\tau^0(z) \in X_\tau$, ktoré bude optimalizovať účelovú funkciu systému

$$g(u^*, x, z) = G[u, x, P(u, x, z)] \quad (3)$$

pri splnení podmienky NO, t. j. nerovnosti (2) pre ľubovoľnú hodnotu neurčitého faktora z , ktorý sa môže objaviť v množine Z_τ na budúcej ERP.

Z formulácie úlohy vyplýva, že na EP určuje systém riešenie — stratégiu $\hat{x}_\tau^0(z)$, t. j. funkciu závislú od budúcich hodnôt neurčitého faktora z , ktorá bude optimalizovať na ERP funkciu (3) pri podmienke (2). Podľa definície 1 ide tu skutočne o pôsobenie systému v podmienkach neurčitosti.

Formálny zápis sformulovanej úlohy bude

$$\max_{x \in X_\sigma(\tau)} g(u^*, x, z) \rightarrow \hat{x}_\tau^0(z), \quad (4)$$

kde

$$X_\sigma(\tau) = \{x : x \in X_\sigma, P(u^*, x, z) \geq P_\sigma(\tau)\}, \quad \forall z \in Z_\tau. \quad (5)$$

Keďže náš systém prijíma svoje riešenie v podmienkach neurčitosti, snaží sa zabezpečiť si pre nasledujúcu ERP maximálnu hodnotu účelovej funkcie i pre prípad najnepriaznivejšieho vplyvu okolitého prostredia. Označme si predbežne takúto hodnotu účelovej funkcie nášho systému ako \hat{g}_τ . Potom systém pri prijímaní svojho riešenia pre nasledujúcu periódu σ na EP musí zabezpečiť, aby sa na ERP súčasne splnili tieto podmienky:

$$\left. \begin{aligned} P(u^*, x, z) &\geq P_\sigma(\tau) \\ g(u^*, x, z) &\geq \hat{g}_\tau \end{aligned} \right\} \quad \forall z \in Z_\tau. \quad (6)$$

Sformulujme si teraz princíp optimálnosti, ktorý sme nazvali v práci [2] princípom zaručeného výsledku systému pôsobiaceho v podmienkach neurčitosti.

Definícia 2. Nech z objektívnych dôvodov musia byť splnené podmienky (6) v nasledujúcej perióde τ funkčnej činnosti systému. Nech na EP budúcej periódy τ systém pozná iba množinu Z , ale nepozná konkrétne hodnoty faktora $z (z \in Z_\tau)$. Potom optimálnym riešením systému pri danom stupni informovanosti na EP bude riešenie úlohy

$$(\hat{x}_\tau, \hat{z}_\tau) = \arg \left\{ \begin{array}{l} x \in X_\sigma(\tau) \quad z \in Z_\tau \quad g(u_\tau^*, x, z) = \hat{g}_\tau \\ \max \quad \min \end{array} \right\}. \quad (7)$$

Možno dokázať [2], že pre hodnoty $\hat{x}_\tau, \hat{z}_\tau$ a pre $z \in Z_\tau$ sú splnené nerovnosti (6), čiže inými slovami hodnoty $P_\sigma(\tau)$ a \hat{g}_τ sú riešeniami $(\hat{x}_\tau, \hat{z}_\tau)$ zaručené. Veličinu \hat{g}_τ nazývame potom zaručeným výsledkom riešenia systému vzhľadom na danú informovanosť na EP o neurčitom faktore $z (z \in Z_\tau)$.

Pri riadení nášho systému sme vychádzali z hypotézy, že systém bude poznať na ERP okrem množiny Z_τ aj konkrétne hodnoty faktora $z (z \in U_\tau)$. Potom by bolo účelné zamyslieť sa nad tým, ako túto budúcu informáciu o neurčitom faktore môže systém využiť už na EP tak, aby v ERP hodnoty účelovej funkcie boli väčšie, ako je hodnota zaručeného výsledku. Idea takéhoto spôsobu riešenia úlohy systému bola sformulovaná a formalizovaná v práci [2]. Vedie ku konštrukcii stratégie $\hat{x}_\tau^0(z)$ na EP systému pre budúcu periódu τ .

Sformulujme si nasledujúci princíp optimálnosti riadenia systému v podmienkach neurčitosti.

Definícia 3. (Princíp optimálne vyhovujúceho riadenia [2]).

Nech mnohovýrovňový hierarchický systém uskutočňuje na EP syntézu stratégie $\hat{x}_\tau^0(z)$ ($z \in Z_\tau$) a nech táto stratégia vyhovuje podmienkam (6). Nech ďalej stratégia $\hat{x}_\tau^0(z)$ v prípade zlepšenia situácie v okolitom prostredí systému v budúcej ERP zvyšuje efektívnosť pôsobenia systému. Potom aplikáciu stratégie v budúcej perióde riadenia τ budeme nazývať optimálne vyhovujúcim riadením systému pôsobiaceho v podmienkach neurčitosti.

Matematickú formuláciu tohto princípu udávajú výrazy (4) a (6). V práci [2] sa dokázalo, že funkcia $\hat{x}_\tau^0(z)$ optimalizuje účelovú funkciu $g_\tau(u_\tau^*, x, z)$ a navyše vyhovuje aj podmienkam (6) (odtiaľ názov: optimálne vyhovujúce riadenie). Je zrejme, že podmienky (6) silne ovplyvňujú riešenie systému tým viac, že riešenie systému $\hat{x}_\tau^0(z)$ sa konštruje v EP, t. j. v podmienkach, keď nemáme úplnú informáciu o budúcich hodnotách faktora z . Stratégia $\hat{x}_\tau^0(z)$ nám takto v budúcej perióde τ mimo optimálnych hodnôt účelovej funkcie g_τ (za daných okolností) zaručuje, že plán systému $P_\sigma(\tau)$ bude splnený za každých podmienok (t. j. týkajúcich sa množiny Z_τ) a systém dosiahne vyššiu efektívnosť (v najhoršom prípade rovnakú) meranú hodnotou účelovej funkcie ako v prípade použitia princípu zaručeného výsledku riadenia, čiže bude platiť nerovnosť [2]:

$$\hat{g}_\tau(u_\tau^*, \hat{x}_\tau, z_\tau) \leq \hat{g}_\tau^0(u_\tau^*, \hat{x}_\tau^0(z), z), \quad \forall z \in Z_\tau. \quad (8)$$

Funkciu \hat{g}_τ^0 sme nazvali očakávanou hodnotou optimálne vyhovujúceho výsledku riadenia systému pôsobiaceho v podmienkach neurčitosti.

V práci [2] sú rozpracované metódy syntézy stratégie \hat{x}_τ^* ($z \in Z_\tau$), ktorá aproximuje stratégiu $\hat{x}_\tau^0(z)$ na množine $X_\tau \times Z_\tau$. Obzvlášť výhodná je adaptívna metóda syntézy stratégie, ktorá odstraňuje niektoré úzke miesta riešenia úlohy [4] pri podmienkach (6).

V ďalšej časti práce načrtneme niektoré smery využitia objasnenej metodológie pri riadení zložitých mnohovrstvových systémov v hierarchickej praxi.

Využitie mnohovrstvového riadiaceho systému v hierarchickej praxi

V súčasnosti prebiehajú v oblasti potravinárskeho systému experimentálne overované systémy ASR s dlhodobým a krátkodobým výrobným cyklom. Tieto systémy majú hlavné podsystémy: podsystém „materiálno-technické zásobovanie“, podsystém „výroba“ a podsystém „odbyt“. Podsystém výroba bude riadiť jednotlivé výrobné alebo veľké linky, kde bude riadiť plánovanú výrobu, a v oblasti výroby zahŕňa najmä:

— tvorbu a udržiavanie noriem spotrieb surovín a komponentov a noriem,

— rozpis plánu na výrobu a jednotlivé časové úseky,

— výsledky hospodárenia výrobných stredísk (získovanie a hodnotenie dosiahnutej výťažnosti surovín konfrontovanej s normami).

Na základe rozpisu plánu NO (nadriadeného orgánu), ktorý sa nachádza na vyššej hierarchickej riadiacej úrovni, riadiaci systém výrobného procesu zabezpečuje optimalizáciu výroby s adaptáciou na vonkajšie prostredie. Podmienky rozpisu plánu NO sú v predchádzajúcich úvahách zhrnuté do veličiny u (výťažnosť surovín, množstvo výrobkov a iné) v (1).

Pre oblasť potravinárskej výroby je vo výraze (1) veľmi dôležitá množina neurčitého faktora Z a množina premenných X , pomocou ktorej možno výrobný proces ovládať.

Pod množinou Z v potravinárstve v prevažnej miere vystupuje kvalita základnej spracovateľskej suroviny, napr. v pekárstve je to múka a v nej obsah lepku a popola, v cukrovarníctve koncentrácia sacharózy v repe, pri zemiakoch obsah škrobu, cukru a iné. Do množiny zahrnujeme všetky ďalšie nestacionárne vplyvy, ktoré pôsobia riešivo na výrobný proces. Sú to najmä prerušovanie výroby z príčiny porúch, nestabilita tokov vo výrobe, v niektorých prípadoch i teplota okolia, rýchle znehodnocovanie surovín ako biologického materiálu.

Pod množinu X zahrnujeme veličiny, ktoré ovládajú výrobný proces.

Rozpis direktívneho plánu z vyššej hierarchickej riadiacej úrovne vychádza z obmedzených poznatkov o neurčitom faktore (surovinách), čím vytvára priestor pre kvalitatívne lepšie splnenie plánovaných úloh, prípadne dosiahnutie iba dolnej úrovne plánu $P_o(\tau)$, napr. výroba pekárskych výrobkov, pomocou viacvrstvového riadiaceho systému [5]. Takýto systém pracuje s určitými časovými etapami, napr. plánovania a realizácie výroby. V perióde zostavovania plánu sa vychádza z noriem a noriem výroby a hrubých poznatkov o surovinách. V etape plánovania sa potom pripravujú také riadiace veličiny, ktoré maximalizujú účelovú funkciu (3).

Keďže riadiaci systém pracujúci v podmienkach neurčitosti má predpoklady aj pri najnepriaznivejších hodnotách neurčitého faktora maximalizovať účelovú funkciu na najvyššiu dosiahnuteľnú úroveň, má predpoklady, aby sa dosiahol zaručený plánovaný výsledok systému.

Pri realizácii výroby meracie systémy umožňujú získať kvalitatívne ukazo-

vatele, napr. surovín a medziproduktov a poskytnúť viacvrstvovému riadiacemu systému aj konkrétne hodnoty faktora Z na využitie v ER (napr. pečenie).

Záver

Problémom riadenia zložitých systémov s hierarchickou štruktúrou sa venuje čoraz väčšia pozornosť. Dôkazom toho sú rozličné vedecké podujatia, konferencie, semináre, sympóziá, ktoré venujú týmto problémom nemálo času. Najviac pozornosti sa doteraz venovalo pôsobeniu hierarchických systémov v podmienkach úplnej informácie o vplyve vonkajšieho prostredia na systém. Otázkam pôsobenia hierarchických systémov v podmienkach neurčitosti sa venovala menšia pozornosť.

V práci sme sa zaoberali metodologickými otázkami riadenia mnohovýrovňového hierarchického systému v podmienkach neurčitosti a formalizáciou základných ideí a princípov riadenia k takýmto typom systémov. Načrtli sme niektoré smery využitia navrhovanej metodológie riadenia v technologickej praxi.

Súhrn

V práci sa zaoberáme metodologickými otázkami riadenia mnohovýrovňového hierarchického systému pôsobiaceho v podmienkach neurčitosti a formalizáciou základných ideí a princípov riadenia k takýmto typom systémov. Načrtli sme niektoré smery využitia navrhovanej metodológie riadenia v technologickej praxi.

Literatúra

1. MESAROVIČ, M. a kol.: Teorija hierarchičeskich mnogourovňovyh sistem. Moskva, Mir 1973.
2. ULICHÝ, J.: Riadenie hierarchických výrobných systémov v podmienkach neurčitosti. DrSc. dizertácia. Bratislava 1976, 218 s.
3. ULICHÝ, J.: Význam simulácie a modelovania činnosti hierarchického systému v riadení zložitých systémov. Informačné systémy, 1978, s. 559—572.
4. ULICHÝ, J.: Basic tasks in the decentralized control of complex systems. In: Proceedings of the Third Formetor Symposium on Mathematical Methods for the Analysis of Large Scale Systems, s. 241—254. Liblice, May 11.—19. 1978.
5. ULICHÝ, J. — VAVRÍK, A.: Problémy riadenia v mnohovýrovňovom hierarchickom systéme. Bull. VÚP, 18, 1979, č. 1, s. 3—13.
6. ULICHÝ, J. — VAVRÍK, A.: Nekonenčný prístup k riešeniu problémov mnohovýrovňových hierarchických systémov. Bull. VÚP, 18, 1979, č. 2, s. 1—8.
7. ULICHÝ, J. — VAVRÍK, A.: Problémy riadenia hierarchických systémov v technologických procesoch. V: ASR v chemickom priemysle. 3. celoštátna konferencia, Tatranská Lomnica 1979, s. 120—131.
8. ULICHÝ, J. — VAVRÍK, A.: Optimalizácia a riadenie technologických procesov v podmienkach neurčitosti. V: Seminár pracovníkov z odboru meracej a regulačnej techniky v potravinárskom priemysle. Bratislava, DT ČSVTS 1979, s. 13—21.
9. ULICHÝ, J. — VAVRÍK, A.: Kontinuálne meranie a konštrukcie zákona rozloženia neurčitého faktora. V: Seminár pracovníkov z odboru meracej a regulačnej techniky v potravinárskom priemysle. Bratislava, DT ČSVTS, 1979, s. 22—31.

10. ULIČNÝ, J. — VAVRÍK, A.: Princíp dekompozície v zložitom mnohovýstrovom hierarchickom systéme. V: SIM '79, Teoretické a metodické otázky systémového inžénýrství. Ostrava, DT 1979, s. 121—128.

Уличный, Й. — Ваврик, А.

Управление многослойных иерархических систем в условиях неопределенности

Выводы

В работе авторы занимаются методологическими вопросами управления многослойной иерархической системы действующей в условиях неопределенности, как и формализацией основных идей и принципов управления к этим типом систем. Авторы наметили некоторые направления применения предлагаемой методологии управления на практике.

Uličný, J. — Vavřík, A.

The control of the multilayer hierarchic systems in indeterminacy conditions

Summary

The article deals with methodological problems of the multilayer hierarchic system control operating under indeterminacy conditions and with the formalization of basic ideas and principles of the control in relation to these system types. Some utilization directions of the control' proposed methodology in technological practice are outlined.