

## CU PRIVIRE LA DIAGNOSTICAREA TEHNICĂ A STAȚIILOR DE REGLARE ȘI MĂSURARE DIN SISTEMELE DE DISTRIBUȚIE GAZE

V. Tonu, O. Chilari

Universitatea Tehnică a Moldovei

Starea funcțională curentă, în care se pot afla elementele oricărui sistem tehnic, constituie obiectivul de bază al diagnosticării tehnice.

Diagnosticarea tehnică este un domeniu al științei, care studiază teoria și metodele de organizare a proceselor de diagnoză, precum și principiile construirii mijloacelor ei de realizare.

Teoriile diagnosticării și a fiabilității trebuie examinate ca probleme de interfață, deoarece cercetările în domeniul diagnosticării tehnice trebuie corelate cu exigențele teoriei fiabilității.

Sunt inaccesibile oricare excepții în acest sens față de elementele și dispozitivele sistemelor de transport și distribuție gaze naturale combustibile, dat fiind specificul acestora în ceea ce privește securitatea și siguranța funcționării lor. În acest context este important și necesar să se determine nu numai laturile calitative și cantitative ale acestor exigențe, dar să se stabilească și modul în care se va asigura realizarea lor.

Nivelul fiabilității elementelor componente ale sistemelor de distribuție gaze, conform teoriei fiabilității poate fi apreciat prin valoarea ratei de defectare (intensitatea de defectare), indice influențat în direct de calitatea procesului de construcție - montaj și performanța procesului de exploatare.

Performanța exploatarea tehnice este determinată de calitatea și periodicitatea efectuării lucrărilor planificate de profilaxie (LPP).

Implementarea metodelor de diagnosticare tehnică științific fundamentate, asistate de sisteme și mijloace intelectuale, deschide perspective majore în ceea ce privește sporirea performanței deservirii tehnice, reducerea ratei de defectare a elementelor, extinderea intervalului dintre reparații, optimizarea necesarului de resurse umane antrenate în procesul de deservire și reparație.

Tehnologia LPP prevede menținerea funcționalității elementelor sistemelor de distribuție prin efectuarea periodică a lucrărilor de profilaxie și reparație curentă.

**În cadrul lucrărilor menționate se efectuează dezamblarea parțială sau integrală a utilajului de gaze, în procesul căreia se pot cauza defecte sau deranjamente suplimentare.**

Din aceste considerente devine evidentă oportunitatea diagnosticării tehnice, care prevede restabilirea funcționalității elementelor sistemului reieșind din **starea lor reală**.

Estimarea funcționalității elementelor sistemului după un astfel de criteriu va contribui semnificativ la utilizarea mai efectivă a resurselor lor, deoarece starea tehnică curentă, în care se află elementul respectiv al sistemului, se stabilește funcție de toleranța reală a parametrului de diagnosticare față de valoarea lui admisibilă fără dezamblarea elementului. O astfel de procedură exclude introducerea unor defecțiuni suplimentare la efectuarea operațiilor de dezamblare- asamblare a elementului.

Eficiența investițiilor și performanța diagnosticării tehnice depind în mare măsură de structura logică a algoritmului de diagnosticare, numărul punctelor de control a parametrilor de diagnosticare, precum și de informaționalitatea furnizată din ele. Schemă logică de obținere a informației despre starea tehnică a elementelor SRM este prezentată în figura 1.

Obiectul lucrării este stația de reglare și măsurare (SRM) a sistemului de distribuție gaze combustibile naturale, constituită dintr-un ansamblu de dispozitive de închidere, reglare și siguranță, destinate să reducă și să mențină presiunea fluxului de gaze în limitele stabilite în proiect, indiferent de variația presiunii la intrare în SRM.

Luând în considerație destinația și funcțiile de bază ale SRM, precum și exigențele categorice impuse față de regimul presiunii gazelor din instalațiile consumatorilor, devine evident că drept parametru de diagnosticare trebuie adoptată **presiunea gazelor la ieșire din SRM**.

Obiectivul examinat în lucrare are ca idee principală elaborarea modelului logistic al SRM, iar în baza analizei lui - tabelul funcțiilor defecțiunilor.

Starea de funcționalitate a echipamentelor SRM poate fi prezentată printr-un proces aleatoriu  $X(t)$ , constituit din intervalul de timp  $T_1$ , în care elementele componente ale SRM funcționează normal, iar în caz de pierdere a funcționalității urmează timpul  $Y_1$  pentru căutarea și remedierea defecțiunii.

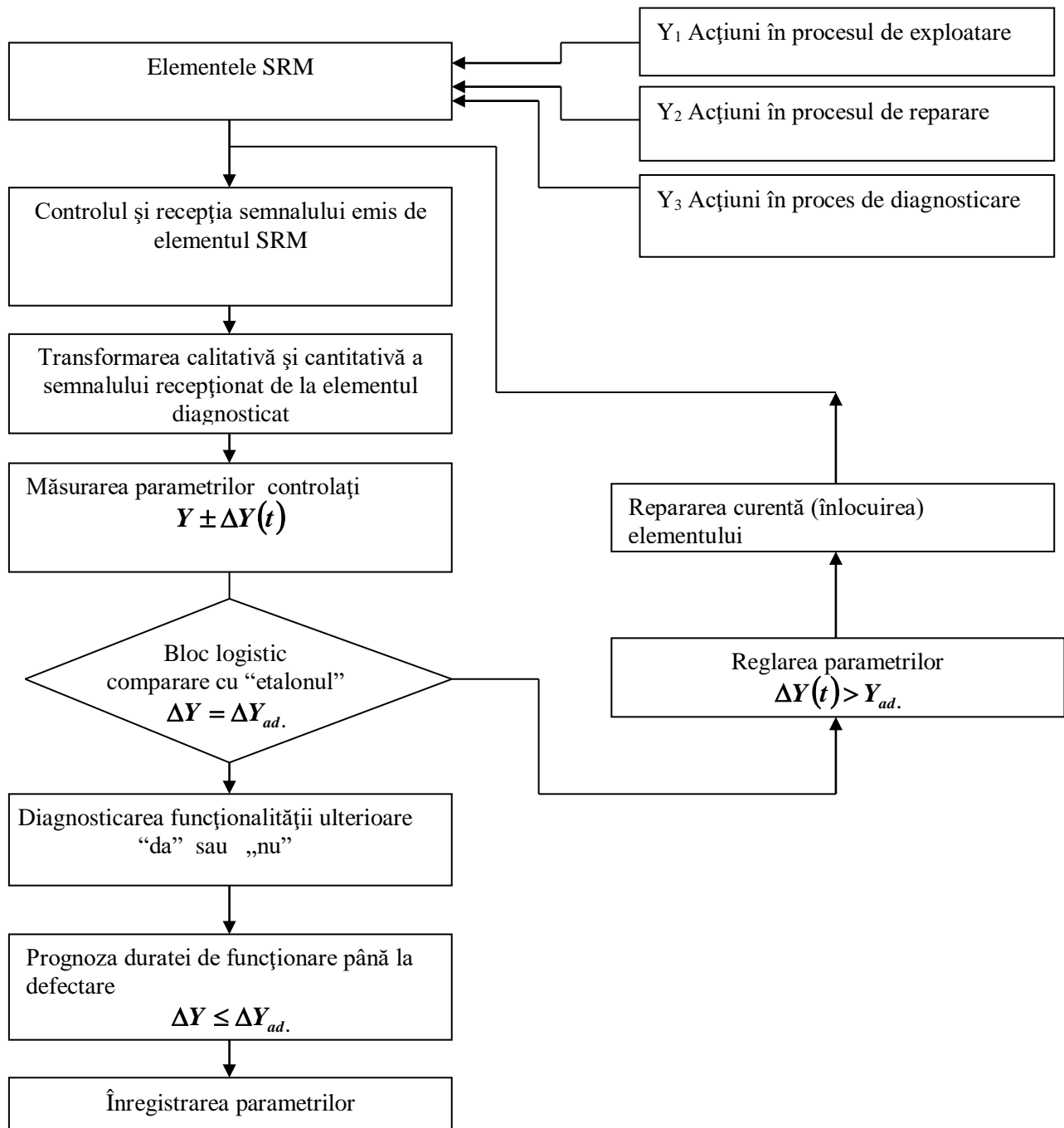


Figura 1. Schema logică de obținere a informației privind starea tehnică a elementelor SRM

La expirarea acestei perioade de timp urmează perioada  $T_2$ , în care elementul funcționează normal și după care poate surveni o nouă situație de pierdere a funcționalității. Ca rezultat va interveni perioadele de timp  $Y_2$  urmată de  $T_3$ .

Astfel, pentru un proces aleatoriu  $X(t)$  pot avea loc următoarele situații:

1 elementul funcționează normal dacă

$$\sum_{i=0}^m (T_i + Y_i) \leq X(t) \leq \sum_{i=1}^m (T_i + Y_i + T_{i+1});$$

2 elementul este defectat dacă  $X(t) = 0$ .

Eficiența exploatarei SRM poate fi sporită prin minimizarea timpului  $t^{ct.}$  de căutare a deranjamentelor (defecțiunilor)  $Y_i \rightarrow \min$ , în ipoteza  $t_i^{ct.} = t_{\min}$  și  $t_i^{ct.} \in Y_i$ .

Reducerea timpului  $t^{ct.}$  de căutare a deranjamentelor și defecțiunilor elementelor SRM poate fi asigurată în condițiile existenței unui sistem logic de control, care ar include totalitatea punctelor informațional – diagnostice de control ale

elementelor, ce poartă informația despre starea lor tehnică reală.

Elaborarea metodologiei de selectare a punctelor informațional-diagnostice pentru SRM se propune de a fi concepută de la alcătuirea modelului funcțional a acesteia. Un astfel de model presupune prezentarea SRM sub forma unui sistem de dispozitive aflate într-o interconexiune funcțională distinctă  $S_1 \perp S_2 \perp \dots \perp S_n \in S$  și care în ansamblu alcătuiesc **arborele structural al SRM** (figura 2).

Fiecare element (dispozitiv) reprezintă o parte componentă a întregului sistem (SRM), care poate exista în una din două stări incompatibile – **funcțională** sau **nefuncțională**.

În rezultatul unei astfel de divizări se

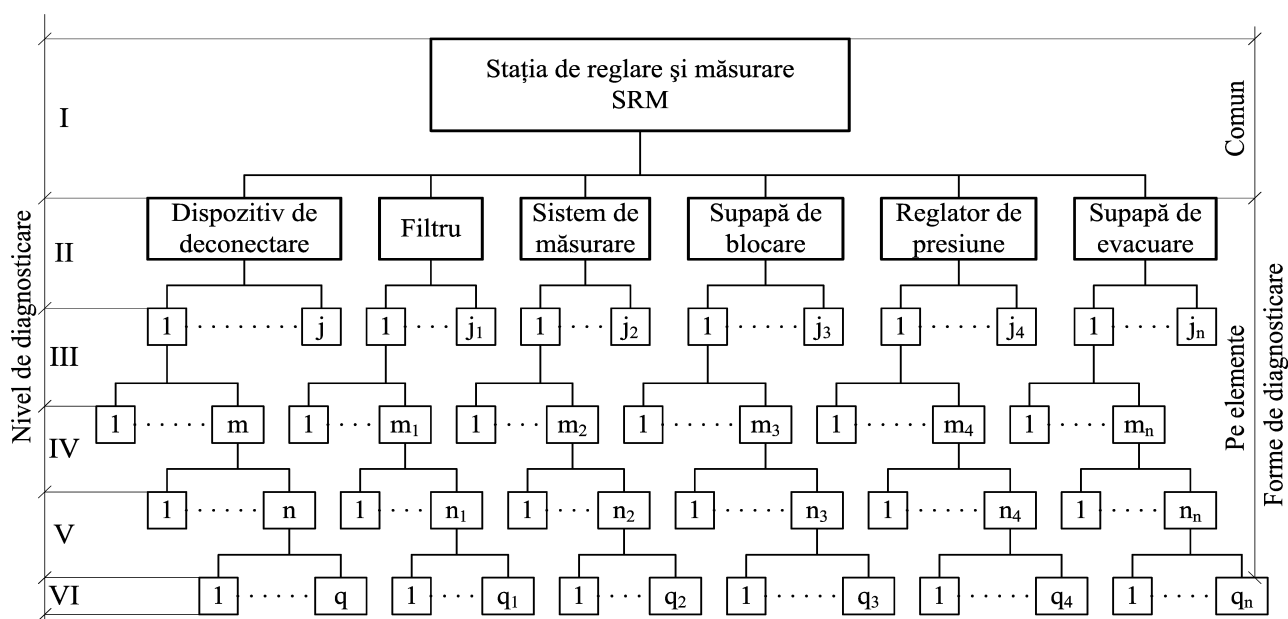
obține o totalitate de subsisteme de diagnosticare, care pot fi realizate la diverse nivele logistice.

Putem remarca, că cu cât este mai superior nivelul de diagnosticare, atins în procesul controlului stării tehnice a elementelor SRM, cu atât se obține o informație mai amplă despre starea reală a elementelor sistemului.

În baza modelului funcțional, ca formă inițială de prezentare a obiectului diagnosticat, se alcătuiește modelul logistic, luând în considerație următoarele ipoteze:

pentru fiecare element se admit două posibile stări: **funcțională** sau **nefuncțională**;

fiecare nivel de diagnosticare conține un număr finit de elemente.



**Figura 2.** Aspectul general al arborelui structural al SRM cu nivele de diagnosticare.

Grație raționamentului, că toate elementele participante la nivelul respectiv de diagnosticare au câte o singură ieșire, fiecare fiind caracterizată printr-un singur parametru fizic informațional, vom considera că schemele funcționale și modelele logistice pentru treptele respective de diagnosticare coincid.

Pentru determinarea numărului minimal de puncte informaționale de control, necesare pentru controlul stării tehnice la nivelulul „i” de diagnosticare ( $i = 1, \bar{n}$ ), vom admite ipoteză – ieșirea din funcțiune a sistemului va presupune existența într-un interval de timp numai a unui singur deranjament, care este localizat în interiorul elementului funcțional. Astfel mulțimea posibilelor

stări a schemei funcționale de diagnosticare va căpăta următorul aspect:  $S = \{S_i\}, i = 1, \bar{n}$

$S_1(Q_1)$  – defectat este elementul  $Q_1$

$S_1(Q_n)$  – defectat este elementul  $Q_n$

Să admitem că deranjamentul oricărui element funcțional (pierderea elasticității membranei, erozia scaunului regulatorului, etc.) vor conduce la ieșirea din limitele admisibile a parametrului controlat ( $P_f$ ) după care este efectuat controlul stării tehnice a elementului respectiv.

Vom considera justificat și evenimentul, că ieșirea din limitele admisibile a parametrului de la intrare conduce la ieșirea din limitele admisibile și a parametrilor de la ieșire.

Grație acestor presupuneri sunt posibile următoarele mulțimi de verificări:

$$\Pi = \{\Pi_j\}, \quad j = 1, \bar{n}$$

$\Pi(Q_1)$  – verificarea funcționalității elementului  $Q_1$  după valoarea parametrului de la ieșire.

$\Pi_n(Q_n)$  – verificarea funcționalității elementului  $Q_n$  după valoarea parametrului de la ieșire.

Mulțimea rezultatelor controlului vor avea două soluții, în particular  $A = \{0, 1\}$ , în care: 0 - parametrul de ieșire a elementului nu se află în limitele admisibile; 1 - parametrul de

ieșire a elementului se află în limitele admisibile

În multe domenii ale tehnicii **algoritmul minimal** de diagnosticare se alcătuiește în baza tabelor funcțiilor defectiunilor. Pentru alcătuirea acestor tabele se analizează modelul logistic al obiectului supus diagnosticării tehnice, precum și a grafului legăturilor „cauză – consecință” (figura 3). Adaptând această procedură pentru SRM, ca obiect cu regim de funcționare continuă, pentru al doilea nivel de diagnosticare starea funcționalității este prezentată în tabelul 1.

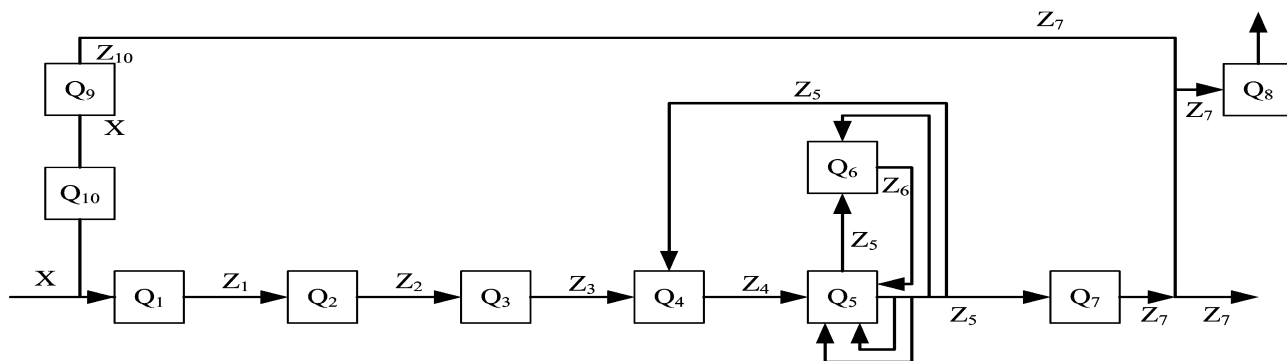


Figura 3. Schema logică a SRM.

Tabelul 1

Marcarea elementului funcțional	Verificarea stării elementului funcțional							
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$
$S_1(Q_1)$ (01111111)	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_2(Q_2)$ (10111111)	1	0	0	0	0	0	0	0
$S_3(Q_3)$ (11011111)	1	1	0	0	0	0	0	0
$S_4(Q_4)$ (11101111)	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_5(Q_5)$ (11110111)	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_6(Q_6)$ (11111011)	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_7(Q_8)$ (11111101)	1	1	1	1	1	1	0	0
$S_8(Q_9)$ (11111110)	1	1	1	1	1	1	1	0

În rezultatul comparării în pereche a stărilor din tabelul 1 obținem matricea booleană prezentată în tabelul 2, din care putem stabili expresia, care

permite de a găsi numărul minim de verificări, suficient pentru determinarea stării tehnice a obiectului diagnosticat.

Tabelul 2

Marcarea stărilor comparabile	Verificarea stării elementelor funcționale							
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_7$	$\Pi_8$
$S_1 S_2$	1	0	0	0	0	0	0	0
$S_1 S_3$	1	1	0	0	0	0	0	0
$S_1 S_4$	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_1 S_5$	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_1 S_6$	1	1	1	0	0	0	0	0
$S_1 S_7$	1	1	1	1	1	1	0	0
$S_1 S_8$	1	1	1	1	1	1	1	0
$S_2 S_3$	0	1	0	0	0	0	0	0
$S_2 S_4$	0	1	1	0	0	0	0	0
$S_2 S_5$	0	1	1	0	0	0	0	0

## Continuarea tabelului 2

S <sub>2</sub> S <sub>6</sub>	0	1	1	0	0	0	0	0
S <sub>2</sub> S <sub>7</sub>	0	1	1	1	1	1	0	0
S <sub>2</sub> S <sub>8</sub>	0	1	1	1	1	1	1	0
S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0
S <sub>3</sub> S <sub>5</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0
S <sub>3</sub> S <sub>6</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0
S <sub>3</sub> S <sub>7</sub>	0	0	1	1	1	1	0	0
S <sub>3</sub> S <sub>8</sub>	0	0	1	1	1	1	1	0
S <sub>4</sub> S <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
S <sub>4</sub> S <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
S <sub>4</sub> S <sub>7</sub>	0	0	0	1	1	1	0	0
S <sub>4</sub> S <sub>8</sub>	0	0	0	1	1	1	1	0
S <sub>5</sub> S <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
S <sub>5</sub> S <sub>7</sub>	0	0	0	1	1	1	0	0
S <sub>5</sub> S <sub>8</sub>	0	0	0	1	1	1	1	0
S <sub>6</sub> S <sub>7</sub>	0	0	0	1	1	1	0	0
S <sub>6</sub> S <sub>8</sub>	0	0	0	1	1	1	1	0
S <sub>7</sub> S <sub>8</sub>	0	0	0	0	0	0	1	0

Pentru nivelul doi de diagnosticare (figura 2) această expresie are forma:  $F = \Pi_1 * (\Pi_1 \vee \Pi_2) * (\Pi_1 \vee \Pi_2 \vee \Pi_3) \times (\Pi_1 \vee \Pi_2 \vee \Pi_3) * (\Pi_1 \vee \Pi_2 \vee \Pi_3) \times (\Pi_1 \vee \Pi_2 \vee \Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6) \times (\Pi_1 \vee \Pi_2 \vee \Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6 \vee \Pi_7) \times \Pi_2 * (\Pi_2 \vee \Pi_3) * (\Pi_2 \vee \Pi_3) * (\Pi_2 \vee \Pi_3) \times (\Pi_2 \vee \Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6) * (\Pi_2 \vee \Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6 \vee \Pi_7) * \Pi_3 * \Pi_3 * \Pi_3 * (\Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6) \times (\Pi_3 \vee \Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6 \vee \Pi_7) * (\Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6) \times (\Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6 \vee \Pi_7) * (\Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6) \times (\Pi_4 \vee \Pi_5 \vee \Pi_6 \vee \Pi_7) * \Pi_7$ .

După aspectul funcției obținute se stabilește cea minimală mulțime de verificări, care asigură distincția pe perechi a tuturor stărilor. Această funcție în esență este un test de diagnosticare.

Este important de remarcat, că pentru obținerea unei informații mai ample despre starea tehnică a obiectului diagnosticat, ar fi logic de colectat informația ieșită de la toate blocurile modelului logistic. Însă, acest lucru conform [1] este de prisos, fiind suficientă stabilirea funcționalității obiectului în ansamblu, pe baza informației colectate de la ieșirea doar a unor blocuri ale modelului logistic.

Soluționarea problemei privind complexitatea controlului și informaționalitatea parametrilor de diagnosticare trebuie concepută ținându-se cont în primul rând de importanța aspectului tehnic, social, etc. al obiectului supus diagnosticării. În această ordine, în rațiunea specialistului, pentru obiectele aferente sistemelor de transport și distribuție gaze combustibile naturale, față de care sunt impuse exigențe deosebite în ceea ce privește siguranța și securitatea în exploatare, complexitatea, calitatea și

informaționalitatea controlului parametrilor de diagnosticare trebuie să fie cea mai înaltă.

Din aceste considerente, ideea elaborării și implementării unui sistem complex de diagnosticare tehnică a obiectelor aferente sistemelor de transport și distribuție a gazelor combustibile naturale, descrisă în [3], își păstrează și în continuare actualitatea științifică.

## Bibliografie

1. **Parhomenco P.P.** *Osnovy tehniceskoi diagnostiki. Kniga pervaiia. Modeli obiektoiv i algoritmy diagnoza // Izdatelistvo „Energia”, 456 s., 1976 g.*
2. **Birger I.A.** *Tehniceskaiia diagnostika. – M.: „Mašinostroenie”, 240 s., 1978 g.*
3. **Stratan F.I., Țuleanu C.I.** *Puti soveršenstvovania tehniceskoi diagnostiki raspredelitelyh sistem gazo- i teplosnabgenia. Express Informația MoldNIINTI. Chișinău. 17 s., 1988 g.*
4. **Vârlan P., Țuleanu C., Tonu V., Pleșca M.** *Sugestii privind diagnosticul tehnic al rețelelor de gaze. Culegeri de lucrări. Conferința tehnico-științifică „Instalații pentru construcții și economia de energie”. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”. Iași, România, pag. 27-32, 2001.*

Recomandat spre publicare: 13.10.2005