

TWORZENIE MACIERZY DIAGNOSTYCZNEJ [A] ZŁOŻONEGO OBIEKTU TECHNICZNEGO

Streszczenie

W pracy zaprezentowano model procesu diagnozowania obiektów technicznych. Podstawą w opisie tego modelu jest system diagnostyczny elementami, którego są: wyróżnione wektory sygnałów diagnostycznych oraz ich wektory wzorcowych sygnałów. Wektory sygnałów diagnostycznych wyznaczają w czasie użytkowania (diagnozowania) obiektu jego przestrzeń cech bieżącego użytkowania obiektu. Natomiast wektorów wzorcowych sygnałów wyznaczają przestrzeń nominalnych cech użytkowania obiektu. Poznanie procesu wyznaczania tych przestrzeni jest podstawą diagnostyki obiektu technicznego. Ważnym aspektem w tej pracy jest przedstawienie problematyki wyznaczenia macierzy własności cech diagnostycznych obiektu [A].

WSTĘP

Obiekt techniczny w procesie eksploatacji może być użytkowany lub obsługiwany. Użytkowanie obiektu technicznego powoduje wykonywanie zadań zgodnie z jego przeznaczeniem. Wraz ze wzrostem czasu użytkowania obiektu [44, 45, 82], jego właściwości użytkowe maleją, zwiększa się prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń. Podstawą do podjęcia decyzji o dalszym toku postępowania z obiektem jest diagnostyka techniczna i realizacja czynności związanych z rozpoznaniem jego stanu.

W przypadku procesów przemysłowych i technologicznych konieczne jest formułowanie diagnoz na bieżąco. Ciągłe lub dyskretne diagnozowanie stanu obiektu nazywane jest dozorowaniem (L. Będkowski, 1981; T. Rozwadowski, 1983, J. Młokosiewicz 1987) lub diagnostyką on-line (J.M. Kościelny, 1991). W dalszej części pracy autor będzie używać terminu badanie stanu obiektu. Badanie (monitorowanie) stanu jest stałym (cyklicznie powtarzanym) formułowaniem diagnoz o stanie obiektu lub o zmianach stanu obiektu w sposób systemowy przez automatyczny (komputerowy) system diagnozujący. Jest to diagnozowanie prowadzone na bieżąco w czasie rzeczywistym [6].

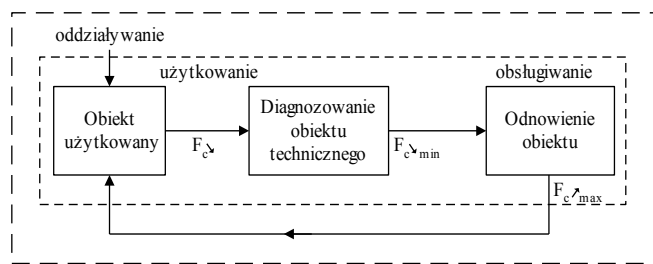
Obiekt techniczny w każdej chwili znajduje się w jednym z możliwych dla niego stanów fizycznych. Liczba tych stanów obiektu zależy od jego struktury, liczby rozróżnianych klas stanów oraz głębokości wnikania w jego strukturę. W przypadku idealnym, użytkownik może wyróżnić i zapamiętać wszystkie stany obiektu. Wyróżniona wówczas informacja o obiekcie rozumiana jest jako informacja maksymalna i zarazem możliwa do uzyskania. W rzeczywistości informacja uzyskiwana w procesie diagnozowania obiektu związana jest z możliwościami użytkownika. Niezmienna pozostaje natomiast informacyjność obiektu, a zmieniają się relacje rzeczywistego obserwatora do obiektu oraz warunki badania. Maksymalna, możliwa do uzyskania przez użytkownika ilość informacji, jest to wielkość będąca funkcją liczby wszystkich stanów fizycznych, które są możliwe do zaobserwowania w obiekcie. Informacja maksymalna w sensie ilościowym zależy od własności obiektu badania, możliwości i doświadczenia badającego, a także od poziomu szczegółowości informacji. Do informacji maksymalnej można się zbliżyć poprzez rozróżnienie jak największej liczby stanów [1, 6]. Dla celów diagnozowania wystarczy ograniczyć się do wyznaczonego zbioru stanów niezawodnościowych i do pozyskiwania informacji diagnostycznej będącej funkcją tych stanów. Stany niezawodnościowe w diagnostyce technicznej są nazwane bądź utożsamiane ze stanami

eksploatacyjnymi, technicznymi, diagnostycznymi, niezawodnościowymi itp. W niniejszej pracy przyjęto założenie, że stany niezawodnościowe w obiekcie nazwane są **stanami obiektu** lub krótko **stanami** [1, 6, 13].

Podstawą w modelowaniu przedsięwzięć obsługowych złożonego obiektu technicznego jest między innymi znajomość macierzy diagnostycznej [A] złożonego obiektu technicznego. Jest to taka macierz, której elementami są wielkości opisujące (wyrażające) zdolności elementów składowych obiektu jak i całego obiektu do realizacji przez nie założonych ich funkcji wymaganych [6]. Opisanie przedsięwzięć związanych z procesem diagnozowania obiektu technicznego, które są podstawą do opracowania jego diagnostycznego modelu matematycznego jest celem tego artykułu [8-9].

1. PROBLEMATYKA DIAGNOZOWANIA OBIEKTU TECHNICZNEGO W PROCESIE JEGO EKSPLOATACJI

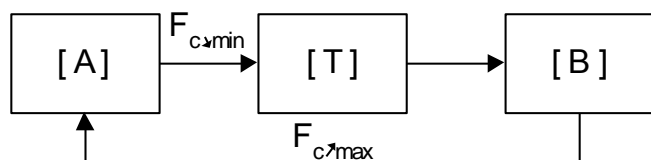
W czasie użytkowania w procesie eksploatacji obiekt techniczny zaprezentowany na rys. 1 doznaje wielorakich oddziaływań. Zachodzą w nim również zmiany starzeniowe oraz zużywają się także elementy wewnętrzne – funkcjonalne (konstrukcyjne). Rzeczywisty stan obiektu różni się od stanu nominalnego, na który był on projektowany. Efektem tego niekorzystnego procesu są malejące jego własności cech eksploatacyjnych. Obiekty techniczne wówczas przechodzą do stanu niezdatności lub niepełnej zdatności i przestają realizować zakładane ich funkcje użytkowe. Rozrzut oraz zmiany wartości cech jakościowej funkcji użytkowania obiektu w przestrzeni ma charakter malejący, stąd jakość obiektu podlega zmianom, zwykle obniżeniu. W tym celu, aby przeciwdziałać losowym zmianom jakości użytkowania obiektu, organizuje się obsługiwane techniczne. Właściwie organizowany system obsługiwania (Rys. 1) wymaga ciągłego rozpoznawania procesu niekorzystnych zmian zachodzących w obiekcie, aby na tej podstawie i we właściwym czasie przeprowadzać jego obsługiwane.



gdzie: F_c^{\downarrow} , F_c^{\min} , $F_c^{\uparrow_{max}}$ – oznaczają odpowiednio: malejącą, minimalną i maksymalną wartość funkcji jakości cech eksploatacyjnych obiektu technicznego

Rys. 1. Schemat procesu eksploatacji obiektu technicznego [6]

Problematyka procesu eksploatacji złożonego obiektu technicznego przedstawiona na (Rys. 1) na potrzeby jego modelowania matematycznego została przekształcona do postaci przedstawionej na rys. 2. W każdym procesie obsługi dąży się, aby poziom cech użytkowych (eksploatacyjnych) osiągnął poziom taki jakiego posiada obiekt nowy, który jest dopiero wdrażany do eksploatacji. Złożoność procesu obsługi wynika stąd, że człowiek (specjalista) w sposób losowy wykonawca obiektu techniczny. Organizacja procesu odnowy obiektu wykonywana jest bazie posiadanej wiedzy i doświadczenia specjalisty stosującego określone reguły obsługowe opisujące zbiory czynności obsługowych (technologicznych), które są wykonywane na zbiorze cementów struktury obsługowej obiektu wraz z wykorzystaniem zbioru środków i materiałów techniczno-technologicznych. Problematyka organizacji systemu obsługi obiektu technicznego w postaci schematu przedstawiono na (rys. 1) [8-9].



gdzie: [A] – macierz diagnostyczna – macierz własności cech użytkowych obiektu przed jego odnowieniem w zaprojektowanym inteligentnym systemie obsługi, [B] – macierz własności cech eksploatacyjnych obiektu (macierz obsługowa obiektu) po jego odnowieniu w inteligentnym systemie obsługi, [T] – macierz przekształceń jest to macierz opisująca proces techniczno-technologiczny odtwarzania własności cech eksploatacyjnych obiektu w inteligentnym systemie obsługi.

Rys. 2. Schemat modelu procesu eksploatacji obiektu technicznego

Analitycznym wyrażeniem opisującym problem odtwarzania cech eksploatacyjnych obiektu w procesie obsługi przedstawionym na rys. 1 jest następująca zależność:

$$[A] \rightarrow^1 [T] \rightarrow^2 [B] \quad (1)$$

gdzie: [A] – macierz diagnostyczna - macierz własności cech użytkowych obiektu przed jego odnowieniem w zaprojektowanym inteligentnym systemie obsługi, [B] – macierz własności cech eksploatacyjnych obiektu (macierz obsługowa obiektu) po jego odnowieniu w inteligentnym systemie obsługi w szczególności przypadku jest to też macierz wzorcowa własności cech eks-

ploatacyjnych obiektu [T] – macierz przekształceń jest to macierz procesu techniczno-technologicznego odtwarzania własności cech eksploatacyjnych obiektu w inteligentnym systemie obsługi, \rightarrow^1 – relacja wyrażająca: reguły, wzory i zależności opisujące proces przetwarzania diagnostycznej bazy wiedzy do postaci bazy wiedzy obsługowej, \rightarrow^2 – relacja wyrażająca reguły obsługowe wykonywane w procesie techniczno-technologicznym odtwarzającym własności cech eksploatacyjnych obiektu w inteligentnym systemie obsługi.

Występujące w zależności (1) macierze opisujące proces odtwarzania cech eksploatacyjnych obiektu w systemie odnowienia, są to następujące macierze: [A], [B] i [T], które mają ten sam wymiar oraz są tego samego stopnia. Uzupełnienie opisu macierzy w danym jej wymiarze jest konieczne i wymaga wykorzystania symboli oznaczających symbol dopełnienia (uzupełnienia) wymiaru macierzy.

2. PROBLEMATYKA DIAGNOZOWANIA ZŁOŻONEGO OBIEKTU TECHNICZNEGO

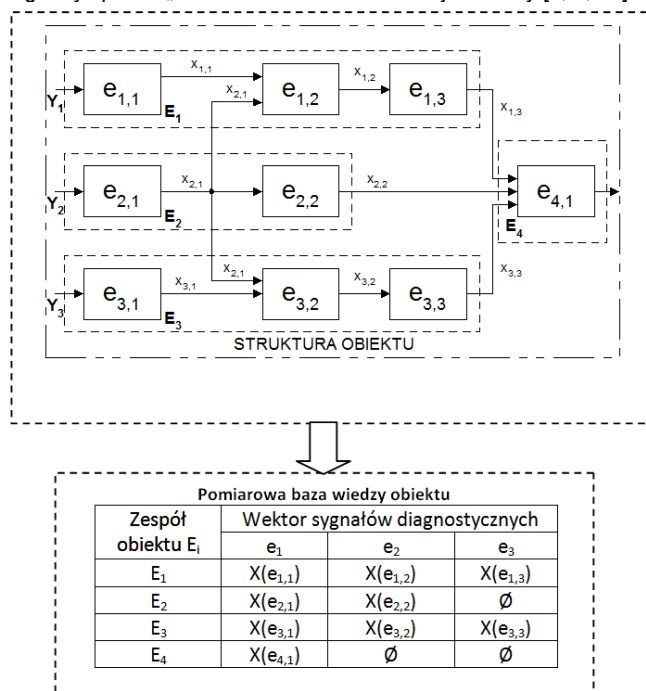
Przy monitorowaniu stanu obiektu mają miejsce częste zmiany zbioru dostępnych zmiennych procesowych (sygnałów pomiarowych) X, a tym samym zbiorów dostępnych sygnałów diagnostycznych S. Czasowo nieprzydatne stają się również sygnały diagnostyczne kontrolujące wcześniej rozpoznane uszkodzenia. Nie mogą być one wykorzystane do chwili ponownego przywrócenia stanu zdatności. Zbiór sygnałów diagnostycznych (testów) dostępnych w danej chwili monitorowania jest podzbiorem zbioru sygnałów generowanych przez wszystkie algorytmy detekcyjne. Zmiany funkcjonującej struktury obiektu (np. czasowe wyłączenia niektórych aparatów technologicznych) powodują również zmiany zbioru uszkodzeń F, które powinny być rozpoznawane.

Podstawą do opracowania programu kontroli stanu i lokalizacji uszkodzeń w obiekcie, stanowi jego model. Najbardziej w praktyce rozpowszechnioną i dogodną formą przedstawiania obiektu jest jego model funkcjonalny (Rys. 2). W toku opracowania modelu funkcjonalnego obiektu uwzględnia się: schemat funkcjonalny obiektu, przeznaczenie i zasadę pracy obiektu, głębokość wnikania w strukturę obiektu w procesie lokalizacji uszkodzeń itp. Przyjęty do badań obiekt techniczny {E} jest obiektem klasy analogowej. Opracowując model obiektu dokonano podziału jego struktury wewnętrznej na cztery poziomy diagnostyczne:

- poziom pierwszy: obiekt {E},
- poziom drugi: zespoły (w obiekcie {E}),
- poziom trzeci: podzespoły (w każdym zespole {E_i}),
- poziom czwarty: moduły-elementy podstawowe (w każdym podzespole każdego zespołu obiektu {E}).

Pierwszy poziom struktury obiektu stanowi sam obiekt {E}, nazywany elementem pierwszego rzędu. Jest on zbiorem elementów drugiego rzędu-zespołów funkcjonalnych {E_i}. Natomiast zespoły obiektu stanowią drugi poziom struktury obiektu, a każdy z nich jest zbiorem elementów trzeciego rzędu. Elementy trzeciego rzędu (podzespół) stanowią trzeci poziom struktury obiektu. Najniższy poziom tj. czwarty poziom struktury stanowią elementy czwartego rzędu moduły lub elementy podstawowe. Każdy podzespół składa się z elementów podstawowych, które są najmniejszym i niepodzielnym elementem funkcjonalnym w obiekcie. Przyjęto, że elementem podstawowym w obiekcie jest ten element, na wyjściu którego, występują sygnały wyjściowe (diagnostyczne). Jeżeli obiekt {E} podzielony został na i = 1,2,...,I poziomów strukturalnych, a w każdym z nich jest j = 1,2,...,J, elementów podstawowych, to każdy

z poziomów strukturalnych obiektu stanowi zbiór elementów podstawowych $\{e_{i,j}\}$. Taki sposób podziału struktury obiektu zapewni dogodny sposób „adresowania” elementów tej struktury [4, 5, 10].

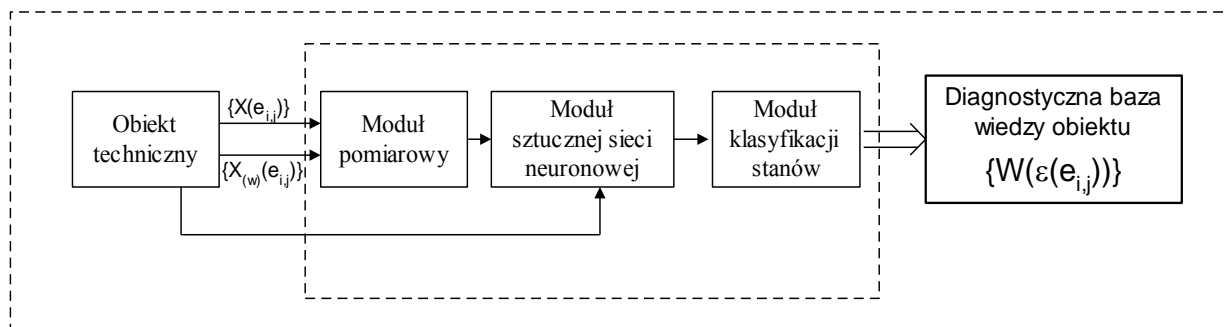


gdzie: E_i – i-ty zespół funkcjonalny w obiekcie, e_i – j-ty podzespół funkcjonalny w zespole, $Y_{1,2,3}$ – sygnały wejściowe w obiekcie, $X(e_{i,j})$ – sygnał diagnostyczny j-tego elementu w i-tym zespole.

Rys. 3. Schemat przetwarzania informacji podczas analizy funkcjonalno-diagnostycznej obiektu [6]

Podstawą wszelkich działań z obiektem technicznym (diagnozowanie oraz obsługiwanie) [jest wyznaczona informacja diagnostyczna, której schemat przekształcania zaprezentowano na rys. 4 [2-10].

Podsystem diagnostyczny w inteligentnym systemie obsługiwanym to zespół urządzeń pomiarowych i diagnostycznych, które zapewniają wyznaczenie bazy wiedzy diagnostycznej obiektu $\{W(\varepsilon(e_{i,j}))\}$ (Rys. 4). W podsystemie diagnostycznym przedstawionym na rys. 4 wyróżniono tor: pomiarowy i diagnostyczny. Tor pomiarowy to zespół urządzeń pomiarowych, które przetwarzają wiedzę diagnostyczną o sygnałach diagnostycznych (pomiarowych) do takiej jej postaci, która może być zapisana w pamięci komputera w postaci bazy wiedzy pomiarowej obiektu $\{X(e_{i,j})\}$. W skład urzą-



gdzie: $X(e_{i,j})$ – sygnał diagnostyczny j-tego elementu w i-tym zespole, $X_{(w)}(e_{i,j})$ – wzorcowy sygnał diagnostyczny j-tego elementu w i-tym zespole obiektu, $W(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość logiczna stanu j-tego elementu w i-tym zespole obiektu.

Rys. 4. Schemat inteligentnego systemu diagnozowania obiektu technicznego DIAG 2

dzeń toru pomiarowego wchodzi następujące jego elementy funkcjonalne:

- **złącze (węzeł) diagnostyczny** to zespół połączenia w obiekcie wszystkich wyróżnionych w nim sygnałów diagnostycznych,
- **moduł pomiarowy** to zespół urządzeń pomiarowych dostosowujących wartości cech sygnałów diagnostycznych do poziomu wejść karty pomiarowej A/C,
- **karta pomiarowa A/C** to specjalistyczne oprogramowane urządzenie pomiarowe, które przetwarza (mierzy) wartości cech sygnałów diagnostycznych. Zmierzone wartości sygnałów w postaci cyfrowej są zapisane w pamięci komputera w postaci bazy wiedzy pomiarowej obiektu $\{X(e_{i,j})\}$.

Tor diagnostyczny w podsystemie diagnostycznym to zespół specjalistycznych urządzeń technicznych, które porównują wartości cech sygnałów diagnostycznych z ich odpowiednimi wartościami cech sygnałów wzorcowych. Na tej zasadzie wyznaczonych metryk rozbieżności sygnałów diagnostycznych w stosunku do ich sygnałów wzorcowych wypracowane są odpowiednie decyzje diagnostyczne. Wyniki diagnozowania obiektu są zapisane w pamięci komputera w postaci bazy wiedzy diagnostycznej $\{W(\varepsilon(e_{i,j}))\}$.

W skład urządzeń toru diagnostycznego wchodzi następujące jego elementy funkcjonalne komputerowego programu diagnozowania DIAG 2:

- **moduł diagnostyczny** to specjalistyczny program komputerowy DIAG 2, który zapewnia realizację przyjętej metody diagnozowania polegającej na porównywaniu wartości cech j-tych sygnałów diagnostycznych z ich odpowiednimi wartościami cech sygnałów wzorcowych,
- **moduł klasyfikowania (wnioskowania)** jest elementem funkcjonalnym w specjalistycznym programie komputerowym DIAG 2 który zapewnia podejmowanie decyzji diagnostycznej na podstawie wyznaczonych wcześniej metryk rozbieżności wartości cech j-tych sygnałów diagnostycznych w stosunku do ich odpowiednich wartości j-tych sygnałów wzorcowych. Wyniki diagnozowania są zapisane w pamięci komputera w postaci bazy wiedzy diagnostycznej $\{W(\varepsilon(e_{i,j}))\}$, gdzie wartościom stanów są przypisane wartości z logiki trójwartościowej $\{2, 1, 0\}$.

Podstawą diagnozowania obiektu w podsystemie diagnostycznym jest opisanie istoty oraz wykonywanie opracowania diagnostycznego obiektu, ze stosowaną w nim trójwartościową oceną stanów [1-13].

3. WYZNACZANIE MACIERZY DIAGNOSTYCZNEJ OBIEKTU [A]

Przyjęty w pracy podział struktury wewnętrznej obiektu $\{e_{i,j}\}$ określa jednoznacznie głębokość wnikania w tę strukturę. Przyjęty podział uważa się za wystarczający jeżeli w strukturze obiektu wyróżniony moduł-element podstawowy. Jednym z celów analizy funkcjonalno-diagnostycznej jest wyznaczenie zbioru sygnałów diagnostycznych będących podstawą rozpoznania stanu obiektu.

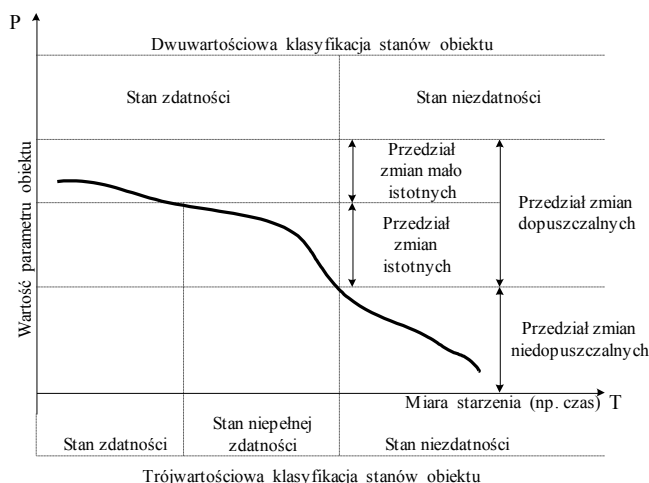
Wyznaczony w czasie opracowania diagnostycznego obiektu zbiór jego elementów funkcjonalnych $\{e_{i,j}\}$ jest podstawą do zestawienia w postaci tablicowej zbioru sygnałów diagnostycznych (Rys. 3). Stan obiektu jest wyznaczany na podstawie badania zbioru sygnałów wyjściowych (diagnostycznych) $\{X(e_{i,j})\}$ (tablica 2.1) [4, 5, 6, 11, 12, 13] (Rys. 3).

Zadaniem wykorzystywanej w podsystemie diagnostycznym jest realizacja zadania porównywania obrazu sygnału diagnostycznego z obrazem jego sygnału wzorcowego (nominalnego). W tym celu wygodnie jest przedstawić obrazy porównywanych sygnałów diagnostycznych w postaci wektorowej (Rys. 3). Postać analityczną równania, opisującego proces diagnozowania obiektów technicznych (Rys. 3) wykonywany metodą porównywania sygnałów z ich wzorcem, przedstawiono w postaci zależności:

$$\forall_{e_{i,j} \in \{E_i\}} \exists_{X(e_{i,j}) \in X} (X(e_{i,j}) \mapsto X_{(w)}(e_{i,j})) \Rightarrow W(\varepsilon(e_{i,j})) \quad (2)$$

gdzie: $X_{(w)}(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wzorcowy sygnał diagnostyczny dla j-tego elementu w i-tym zespole, $X(e_{i,j})$ – sygnał diagnostyczny na wyjściu j-tego elementu w i-tym zespole obiektu, $W(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość wyniku porównania wzorca sygnału z sygnałem j-tego elementu znajdującym się w i-tym zespole obiektu, \forall – kwantyfikator ogólny, \exists – kwantyfikator szczegółowy, \mapsto – relacja porównywania, \Rightarrow – relacja wynikania.

Z zależności (2) wynika istota stosowanej metody diagnozowania obiektu technicznego (Rys. 5). Na podstawie tej zależności można powiedzieć, że na wyjściu każdego j-tego elementu znajdującego się w i-tym zespole obiektu $e_{i,j}$ istnieje sygnał diagnostyczny $X(e_{i,j})$, który jest porównywany z właściwym mu sygnałem wzorcowym. Efektem tego działania diagnostycznego jest wynik sprawdzenia $D_i(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość wynikowa porównania sygnału j-tego elementu w i-tym zespole obiektu. Jeżeli w dalszym etapie diagnozowania każdemu uzyskanemu wynikowi sprawdzenia diagnostycznego przypisze się określoną wartość logiczną stanu wówczas dane sprawdzenie diagnostyczne obiektu można przedstawić w postaci tablicy diagnoz (tablicy stanów).



Rys. 5. Ilustracja klasyfikacji stanów obiektu

Uzyskane wyniki z diagnozowania badanego obiektu według schematu przedstawionego na rys. 5, które są obliczone w wyniku realizacji zależności (2), które zestawiono w postaci tablicy stanów (Tab. 1).

Tab. 1. Tablica stanów elementów obiektu

Wektor stanów elementów podstawowych w strukturze obiektu $\{e_{i,j}\}$				
$\varepsilon(e_{1,1})$	...	$\varepsilon(e_{i,j})$	...	$\varepsilon(e_{1,j})$
$W(\varepsilon(e_{1,1}))$	...	$W(\varepsilon(e_{1,j}))$	...	$W(\varepsilon(e_{1,j}))$
⋮	...	⋮	...	⋮
$W(\varepsilon(e_{i,1}))$	...	$W(\varepsilon(e_{i,j}))$	...	\emptyset
⋮	...	⋮	...	⋮
$W(\varepsilon(e_{1,1}))$	...	$W(\varepsilon(e_{1,j}))$	...	$W(\varepsilon(e_{1,j}))$

gdzie:

$W(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość stanu j-tego elementu w i-tym zespole (ze zbioru przyjętej trójwartościowej logiki oceny stanów $\{-2, 1, 0\}$), \emptyset – element dopełniający wymiar tablicy.

Wykorzystując zależność (2), w której występującym wartościom $W(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość wynikowa porównania sygnału dla j-tego elementu w i-tym zespole obiektu można przyporządkować wielkości zmienne (s) zgodnie z zależnością:

$$W(\varepsilon(e_{i,j})) \rightarrow a_{i,j}(s) \quad (3)$$

Wykonanie zależności (3) na wszystkich elementach występujących w tablicy. 3.1 umożliwi zestawienie macierzy diagnostycznej [A] w postaci zależności:

$$[A] = \begin{bmatrix} a_{1,1}(s) & \dots & a_{1,j}(s) & \dots & a_{1,j}(s) \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{i,1}(s) & \dots & a_{i,j}(s) & \dots & a_{i,j}(s) \\ \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{1,1}(s) & \dots & a_{1,j}(s) & \dots & a_{1,j}(s) \end{bmatrix} \quad (4)$$

gdzie:

[A] – macierz diagnostyczna obiektu, $a_{i,j}$ – wartość logiczna stanu j-tego elementu w i-tym zespole (ze zbioru przyjętej trójwar-

tościowej logiki oceny stanów-{2, 1, 0 lub \otimes – symbol dopełnienia wymiaru tablicy}, (s) – zmienna losowa.

Macierz własności cech diagnostycznych obiektu [A] jest taką macierzą, której elementy $a_{ij}(s)$ są wielomianami zmiennej (s), czyli macierz [A(s)]. Macierz [A(s)] opisuje elementarne wielkości określające (wyrażające) zdolności poszczególnych elementów struktury wewnętrznej obiektu do realizacji ich elementarnych funkcji jakości użytkowych $[F_c(e_{ij})]$. Przy takim opisie macierzy [A(s)] musi być bezwzględna zgodność wymiaru i stopnia tej macierzy z macierzą przedstawiającą strukturę wewnętrzną obiektu obsługi.

WNIOSKI

Artykuł przedstawia problematykę modelowania procesu diagnozowania obiektu technicznego znajdującego się w inteligentnym systemie obsługiwanym. W literaturze brak jest tego typu opracowań, stąd artykuł ten wypełnia tę ważną przestrzeń w problematyce diagnostycznej i eksploatacyjnej.

W pracy tej przedstawiono zagadnienia związane z diagnozowaniem obiektów technicznych wynikiem czego jest wyznaczona „Tablica stanów obiektu” jak postać wynikowa tego działania. Taki zbiór informacji diagnostycznej jest w dalszym etapie przekształcany z wykorzystaniem zależności () do postaci macierzy własności cech diagnostycznych obiektu [A] [1, 7, 14].

BIBLIOGRAFIA

1. Będkowski L., Dąbrowski T.: Podstawy eksploatacji cz. 2. Wyd. WAT, Warszawa 2006, str. 187.
2. Duer S.: System ekspertowy wykorzystujący trójwartościową informację diagnostyczną wspomagający obsługiwane złożonego obiektu technicznego. ZEM, Z. 4(152) VOL. 42, 2007, str. 195-208.
3. Duer S.: Determination of a diagnostic information of a repairable technical object on the basis of a functional and diagnostic analysis on example of a car engine. ZEM, Vol. 43, No. 4(156) 2008, pp. 85-94.
4. Duer S.: Artificial Neural Network-based technique for operation process control of a technical object. Defence Science Journal, DESIDOC, Vol. 59, No. 3, May 2009, pp. 305-313.
5. Duer S.: System ekspertowy, ze sztuczną siecią neuronową obsługujący zestaw stacji radiolokacyjnej. VII Krajowa Konferencja Inżynierii Wiedzy i Systemów Ekspertowych, Politechnika Wrocławska, 23–25 czerwiec, Wrocław, 2009, str. 377-388.
6. Duer S.: Inteligentny system wspomagający proces odnawiania cech eksploatacyjnych w złożonych obiektach technicznych. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2012, str. 242.
7. Duer S.: Applications of an artificial intelligence for servicing of a technical object. Neural Computing & Applications. 2013, Vol. 22 No. 5 pp. 955-968.
8. Duer S.: Modelowanie matematyczne procesu odnawiania obiektu technicznego. Logistyka Nr 3/2015 s. 1092-1100.
9. Duer S.: Model efektywnego procesu odnawiania cech eksploatacyjnych obiektu technicznego. Logistyka Nr 3/2015 s. 1184-1192.
10. Dhillon B.S.: Applied Reliability and Quality, Fundamentals, Methods and Procedures. Springer – Verlag London Limited 2006, p. 186.
11. Kulikowski J.L.: Cybernetyczne układy rozpoznające. PWN, Warszawa 1972, str. 180.
12. Madan M. Gupta, Liang Jin and Noriyasu H.: Static and Dynamic Neural Networks, From Fundamentals to Advanced Theory. John Wiley End Sons, Inc 2003, p. 718.
13. Nakagawa T.: Maintenance Theory of Reliability. Springer – Verlag London Limited 2005, p. 264.

CREATING A DIAGNOSTIC MATRIX [A] COMPLEX TECHNICAL OBJECT

Abstract

The paper presents a model of the process of diagnosing technical objects. The basis for the description of this model is the diagnostic system components which are highlighted vectors of the diagnostic signals and the vectors of reference signals. Vectors diagnostic signals designate during use (diagnosing) the object of his space features the current use of the building. In contrast, the standard signal vectors define a space in nominal characteristics of the works. Understanding the process of setting up these spaces is the basis of diagnosis of a technical object. An important aspect of this work is to present the issue of determining the properties of the matrix object diagnostic features [A].

Autor:

Duer Stanisław - Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny; 75-453 Koszalin; ul. Śniadeckich 2. Tel: +48 3478-262, stduer@tu.koszalin.pl