

Stanisław DUER¹
Konrad ZAJKOWSKI¹
Radosław DUER²

PRZEKSZTAŁCANIE INFORMACJI DIAGNOSTYCZNEJ DO POSTACI OPISU STRUKTURY OBSŁUGOWEJ OBIEKTU

W artykule zawarto analityczne podstawy wyznaczania informacji obsługowej (obsługowej wiedzy ekspertowej) organizującej system obsługiwanania technicznego obiektu. Przedstawiono podstawy analityczne procesu odnawiania własności użytkowych obiektu obsługi.

Przyjęty w pracy model obsługiwanania obiektu jest transformacją informacji opisującej przestrzeń cech użytkowania (diagnostycznej) obiektu do postaci nominalnej przestrzeni cech użytkowania obiektu. Artykuł zawiera podstawy teoretyczne dotyczące przekształcania informacji diagnostycznej i wiedzy specjalistycznej eksperta do postaci zbioru informacji obsługowej.

DIAGNOSTIC INFORMATION TO TRANSFORM THE FORM OF BUILDING STRUCTURES MAINTENANCE OF A OBJECT

The article presents the analytical basis for the determination of servicing information (servicing expert knowledge) which organizes the system for the servicing of a technical object. Analytical basis were presented of the process of restoration of the functional properties of the object of servicing.

The model of object's servicing as accepted in the present paper constitutes a transformation of information which describes the space of the properties of the use (diagnostic space) of an object to the form of a nominal space of the functional properties of an object. The article includes theoretical grounds concerning transformation of diagnostic information and specialist knowledge of an expert to the form of a set of servicing information.

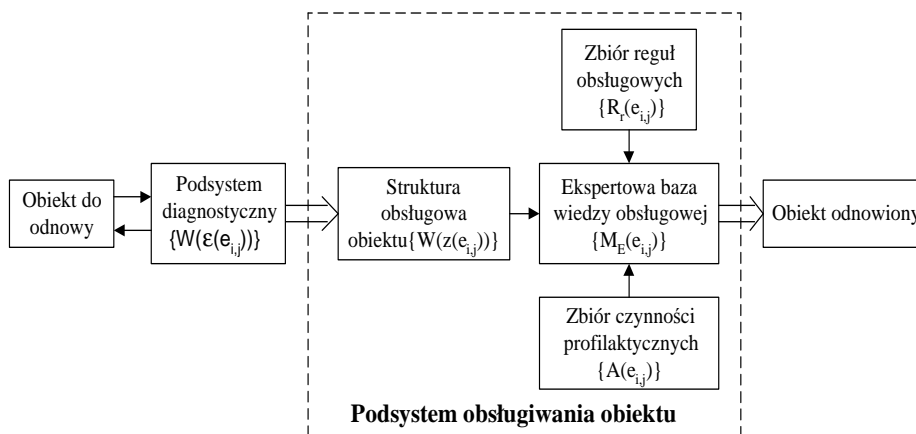
¹Koszalin University of Technology, Department of Mechanical Engineering, Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, Poland, e-mail: stanislaw.duer@tu.koszalin.pl

²Koszalin University of Technology, Department of Mechanical Engineering, Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, tel. 0943478426; konrad.zajkowski@tu.koszalin.pl;

²³OTICON Polska Production Sp. z.o.o; ul. Lubieszńska 59. Mierzyn, 72-006 Szczecin; e-mail: radoslaw.duer@wp.pl

1. WSTĘP

Odtwarzanie własności użytkowych obiektów technicznych odbywa się poprzez wykonanie profilaktyki w systemie obsługiwanym (rys. 1), poszukuje się w tym względzie różnego typu rozwiązań [3-5, 9-10, 13].



Rys.1. Schemat ekspertowego systemu obsługiwanego obiektu technicznego

Dlatego systemy ekspertowe znajdują zastosowanie między innymi w organizacji procesów obsługiwanego złożonych obiektów technicznych [1-3, 6-8, 10-12, 14]. Istotnymi elementami systemu ekspertowego podsystemu obsługiwanego są:

- podsystem diagnostyczny (rys. 1), który dostarcza wiarygodnej informacji diagnostycznej o obiekcie $\{\varepsilon(e_{i,j})\}$;
- podsystem wiedzy ekspertowej (rys. 1) pozwalający uzyskać wstępny zbiór informacji diagnostycznej (Tablica 1) będący podstawą do wyznaczenia struktury informacji obsługowej obiektu, zbiór reguł $\{R_r\}$ i zbiór czynności profilaktycznych $\{A(e_{i,j})\}$;
- struktura obsługowa obiektu $\{W_z(e_{i,j})\}$ jest specjalistycznym zbiorem informacji obsługowej obiektu, którą wyznaczają elementy obsługowe obiektu wymagające odnowienia;
- zbiór reguł obsługowych $\{R_r\}$;
- zbiór czynności profilaktycznych $\{A(e_{i,j})\}$.

Podstawą działania podsystemu obsługiwanego jest uzyskana baza wiedzy obsługowej. Baza wiedzy ekspertowej jest specjalistycznym zbiorem informacji obsługowej obiektu, którą wyznaczają struktura obsługowa obiektu $\{W_z(e_{i,j})\}$, zbiór reguł obsługowych $\{R_r\}$ oraz zbiór czynności profilaktycznych $\{A(e_{i,j})\}$. Efektem działania systemu obsługiwanego jest wyznaczenie zbioru informacji obsługowej $\{M_E(e_{i,j})\}$ na podstawie, której będzie zorganizowany racjonalny system obsługiwanego obiektu.

2. WYZNACZANIE ZBIORU ELEMENTÓW STRUKTURY OBSŁUGOWEJ OBIEKTU TECHNICZNEGO

W procesie przekształcania zbiorów informacji diagnostycznej (rys. 2) do wymaganej postaci, którą można wykorzystać w organizacji profilaktyki obiektu należy zastosować odpowiednią jej postać. Taką postacią informacji, wygodną na realizowane przekształcenia jest postać wektorowa. Mając zatem zbiór informacji zestawiony w postaci wektorowej, łatwo można przejść na opis informacji zawierający także pełną treść reguł. Wektory wiedzy są wygodne również do weryfikacji poprawności zestawionej bazy wiedzy. W wektorze wiedzy można umieścić także zestaw wszystkich pytań (warunków) jak w regule złożonej.

Pierwotny zbiór informacji obsługowej wyznaczany w czasie diagnostycznego opracowania obiektu może być przedstawiany w postaci zestawianego zbioru informacji diagnostycznej - zbioru wyników sprawdzeń [1-3. 8, 10]. W tym celu każdemu wynikowi sprawdzenia przyporządkowuje się rzeczywisty stan obiektu. Posługiwanie się w procesie przekształcania zbioru informacji obsługowej wymaganą jej postacią, taką jak wynik sprawdzenia sygnału diagnostycznego, czy stan obiektu, są równoprawne.

W procesie przekształcania dużego zbioru informacji obsługowej (rys. 2), szczególnie z wykorzystaniem techniki komputerowej, wygodniej jest posługiwać się zbiorem informacji zestawianej w postaci klas stanów obiektu. Klasie stanów, w jakiej znajduje się obiekt i jego elementy przyporządkowano w pracy oznakowane stany wartościami ze zbioru $\{2, 1, 0\}$. Stąd w dalszej części pracy będą wykorzystywane zamiennie pojęcia wartości oznakowanych stanów lub tylko stany oznakowane.

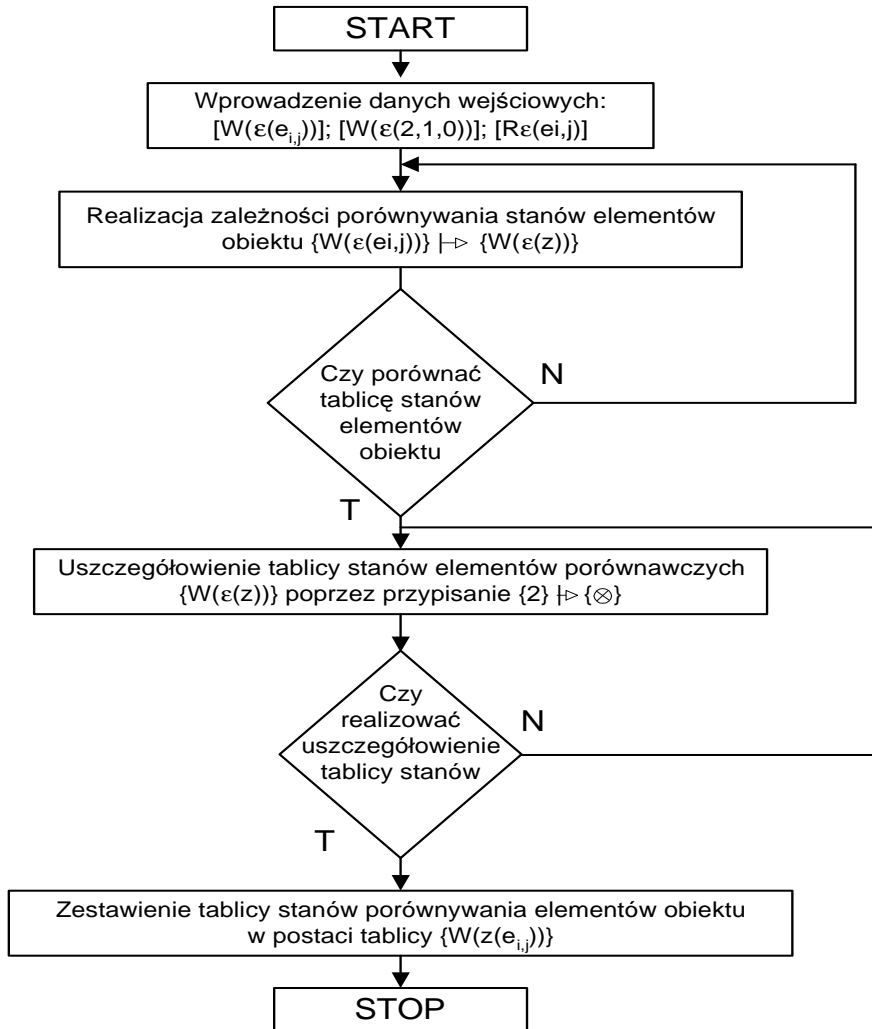
Stan oznakowany - to elementarny stan z podzbioru danej klasy stanów, w którym znajduje się obiekt i jego elementy. Elementom z podzbioru klas stanów przyporządkowano stany oznakowane wartościami ze zbioru $\{2, 1, 0\}$, zależnie od rzeczywistego stanu obiektu. Sposób przyporządkowania stanom elementów podstawowych stanów oznakowanych wartościami przedstawiono graficznie w postaci algorytmu na (rys.). Tok postępowania jest następujący każdej współrzędnej wektora stanów j -tego elementu podstawowego (μ_{ij}) przyporządkowana jest w sposób jednoznaczny tylko jedna wartość stanu oznakowanego ze zbioru $\langle 2, 1, 0 \rangle$; w zależności od stanu w jakim znajduje się obiekt i jego elementy konstrukcyjne, przy czym stan oznakowany wartością:

- „2” oznacza - stan zdatności j -tego elementu;
- „1” oznacza - stan niepełnej zdatności j -tego elementu;
- „0” oznacza - stan niezdatności j -tego elementu.

Każdemu elementowi ($r_{i,j}$) wzorcowej struktury obsługowej obiektu $M(W)$, przyporządkowane są stany oznakowane wartościami ze zbioru $\langle 2, \otimes \rangle$, gdzie:

- „2” - oznacza stan zdatności danego elementu podstawowego obiektu, natomiast,
- „ \otimes ” - jest dopełnieniem wymiaru wzorcowej struktury obsługowej $M(W)$.

Mając wyznaczony wektor wzorcowej struktury obsługowej systemu obsługiwanego obiektu $M(W)$ oraz wektor pierwotnego zbioru informacji obsługowej można przystąpić do dalszego przekształcania zbioru informacji obsługowej. W tym celu należy porównać te wymienione dwa zbiory informacji obsługowych.



Rys. 2. Schemat wyznaczania zbioru elementów struktury obsługowej obiektu do profilaktyki

Porównanie ich w postaci wektorowej $P(T)$ i $M(W)$, realizowane jest według zależności:

$$[M(P)] \rightarrow [M(W)] = [M(Z)] \quad (1)$$

gdzie: \rightarrow - relacja porównania; $[M(W)]$ – to współrzędna wzorcowego wektora stanów elementów podstawowych obiektu, $[M(P)]$ – to współrzędna wektora pierwotnego zbioru

informacji obsługowej obiektu, $[M(Z)]$ – to współrzędna wektora wynikowego porównania stanów $M(P)$ w obiekcie.

W tym celu opracowano relację porównywania stanu elementów obiektu zawartych w tablicy 1.1 z ich wzorcami zgodnie z zależnością:

$$\begin{aligned} \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W_{(w)}(\varepsilon(e_{i,j})) \mapsto \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W(\varepsilon(e_{i,j})) &\Rightarrow \\ \Rightarrow \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W(z(e_{i,j})) & \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie: $W_w(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wzorcowa binarna wartość stanu j -tego elementu w i -tym zespole,
 $W(\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość binarna oceny stanu j -tego elementu w i -tym zespole obiektu,
 $W(z\varepsilon(e_{i,j}))$ – wartość binarna porównania stanu j -tego elementu w i -tym zespole obiektu, \mapsto - relacja porównywania, \Rightarrow - relacja wynikania.

W sytuacji szczególnej, gdy we wzorcowej tablicy stanów obiektu brak jest stanu dowolnego j -tego elementu w i -tym wierszu, wówczas w to miejsce tablicy wpisano symbol (\otimes) . Wówczas wynikiem realizacji zależności (2) jest wynik w postaci wartości (symbolu) (\emptyset) .

Jeżeli wszystkie elementy tablicy stanów wzorcowych obiektu $\{W_{(w)}(\varepsilon(e_{i,j}))\}$ mają wartości stanów równe $\{2\}$ – stan zdatności obiektu, to po przekształceniu zależność (2) przyjmie postać zależności (3).

$$\left(\bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} \{2\} \mapsto \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W(\varepsilon(e_{i,j})) \right) \Rightarrow \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W(z(e_{i,j})) \quad (3)$$

W analizie wyznaczania elementów struktury obsługowej obiektu wykorzystano działania (porównywania stanów) na wartościach wyrażonych w logice trójwartościowej, wówczas zależność (3) przyjmie postać

$$\begin{aligned} \left(\bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} \{2\} \mapsto \bigvee_{e_{i,j} \in \{E_i\}} W(\varepsilon(e_{i,j})) \right) &\Rightarrow \left. \begin{array}{l} 2 \mapsto 2 = \otimes \\ 2 \mapsto 1 = 1 \\ 2 \mapsto 0 = 0 \\ 2 \mapsto \emptyset = \emptyset \end{array} \right\} = \\ = W(z(e_{i,j})) &= \{1, 0, \otimes, \emptyset\} \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie: 2 - stan zdatności; 1 - stan niepełnej zdatności; 0 - stan niezdatności;
 \emptyset - dopełnienie wymiaru struktury obsługowej obiektu $M(P)$; \otimes - dopełnienie
wymiaru wzorcowej struktury obsługowej obiektu $M(W)$.

Postać ogólna reguły porównywania stanów elementów w strukturze obiektu ma postać zależności:

$$R_z : \text{JEŻELI JEST } (W \in (e_{i,j})) \mapsto \\ \mapsto (W_z(e_{i,j})) \text{ TO } (W_z(e_{i,j})) = (1, 0, \otimes, \emptyset) \quad (5)$$

Rozwinięciem zależności (4 i 5) jest zbiór informacji obsługowej opisujących reguły porównywania stanów elementów struktury obsługowej, który zestawiono w (Tablicy 1).

Tab. 1. Zbiór reguł porównywania stanów elementów struktury obsługowej obiektu

| Numer reguły porównywania $\{R_z\}$ | Reguły porównywania stanów elementów struktury obsługowej obiektu |
|-------------------------------------|---|
| R_I | R_1 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = 2\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = \otimes) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \otimes)\}$ |
| R_{II} | R_2 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = 2\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = 1) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = 1)\}$ |
| R_{III} | R_3 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = 2\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = 0) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = 0)\}$ |
| R_{IV} | R_4 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = 2\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset)\}$ |
| R_V | R_1 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = \otimes\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = 2) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset)\}$ |
| R_{VI} | R_2 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = \otimes\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = 1) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset)\}$ |
| R_{VII} | R_3 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = \otimes\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = 0) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset)\}$ |
| R_{VIII} | R_4 : Jeżeli $\{W_{(w)}(e_{i,j}) = \otimes\} \mapsto \{(W(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset) \text{ To } \{(W_z(\varepsilon(e_{i,j})) = \emptyset)\}$ |

Wartości stanów oznakowanych współrzędnych wektora wzorcowej struktury obsługowej systemu obsługiwanego obiektu $M(W)$ należą do zbioru $\langle 2, \otimes \rangle$.

W wyniku realizacji zależności (4 i 5) każdemu j -temu elementowi w każdym i -tym zbiorze informacji opisanym wektorowo przyporządkowano jednoznacznie stan oznakowany, który może przyjąć jedną wartość ze zbioru $\{\emptyset, 0, 1, 2\}$. Wykonanie zależności (5) czynności przyporządkowania stanom odpowiednich wartości, pozwala wyznaczyć pierwotną strukturę obsługową obiektu. W wyznaczonym zbiorze informacji obsługowej (Tabela 1) są przedstawione stany oznakowane wartościami ze zbioru $\{\emptyset, 0, 1, 2\}$, odpowiednio dla j -tych elementów podstawowych. Analizując zbiór informacji (Tabela 1) widać, że stany oznakowane elementów mogą przyjmować wartość „2”, oznaczającą, że ten element obiektu jest zdalny i nie powinien podlegać profilaktyce. Dlatego ten zbiór informacji obsługowej zależność (4 i 5) wymaga dalszego uszczegółowienia. W kolejnym kroku przekształcania zbioru informacji obsługowej, realizacja zależności (5), następuje analizowanie tablicy stanów oznakowanych dla danych elementów obiektu. W przypadku zidentyfikowania j -tego elementu, który jest oznakowany wartością „2”, oznaczającą, że ten element znajduje się w stanie zdalności i w procesie obsługiwanego nie będzie wymagał odnowienia. Zatem ten element należy „skreślić” i w jego miejsce w zbiorze informacji (tablicy) wpisać symbol „ \emptyset ”. Symbol \otimes oznacza, że ten element obiektu nie istnieje w jego

strukturze obsługowej. Jest on tylko dopełnieniem wymiaru wektora danego zbioru informacji obsługowej. W efekcie tego działania uzyskano wstępny zbiór informacji obsługowej (Tablicy 2).

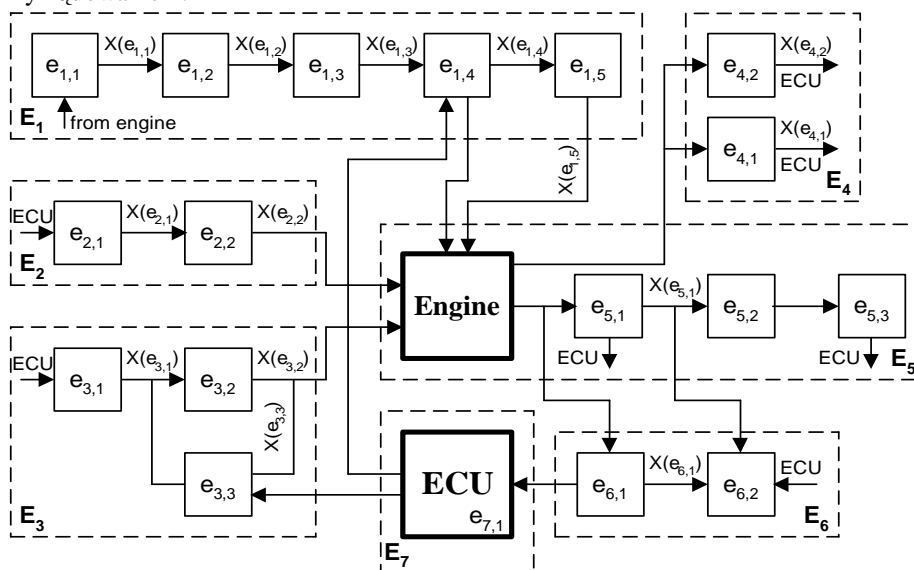
Tab. 2. Tablica wstępnej informacji obsługowej $M(Z)$

| Poziomy struktury obsługowej obiektu | Wektor stanów elementów obiektu ($e_{i,j}$) | | | | |
|--------------------------------------|---|-----|-----------------|-----|-----------------|
| | $z(e_{i,1})$ | ... | $z(e_{i,j})$ | ... | $z(e_{i,l})$ |
| 1 | $W(z(e_{1,1}))$ | ... | $W(z(e_{1,j}))$ | ... | \otimes |
| \vdots | \vdots | ... | \vdots | ... | \vdots |
| i | $W(z(e_{i,1}))$ | ... | $W(z(e_{i,j}))$ | ... | $W(z(e_{i,l}))$ |
| \vdots | \vdots | ... | \vdots | ... | \vdots |
| I | $W(z(e_{i,1}))$ | ... | $W(z(e_{i,j}))$ | ... | \emptyset |

gdzie: $W(z(e_{i,j}))$ - z-ta wynikowa wartość binarna stanu z porównania j-tego elementu w i-tym zespole obiektu, \emptyset , \otimes - symbole oznaczające dopełnienie wymiaru tablicy.

3. WERYFIKACJA METODY WYZNACZANIA WIEDZY OBSŁUGWEJNA PRZYKŁADZIE SILNIKA POJAZDU SAMOCHODOWEGO

Przedstawiona metoda wyznaczania bazy wiedzy ekspertowej zweryfikowana zostanie na przykładzie naprawialnego obiektu technicznego, którym jest analogowe urządzenie sterujące pracą silnika samochodowego (rys. 3) o zapłonie iskrowym wraz z oprzyrządowaniem.



Rys.3. Schemat funkcjonalno-diagnostyczny badanego obiekt, gdzie: E_1 – układ zapłonowy: $e_{1,1}$ – alternator, $e_{1,2}$ – regulator napięcia, $e_{1,3}$ – akumulator, $e_{1,4}$ – cewka WN, $e_{1,5}$ – świeca zapłonowa; E_2 – układ zasilania paliwem: $e_{2,1}$ – regeneracja filtra z węglem aktywnym, $e_{2,2}$ – wtryskiwacz; E_3 – układ zasilania powietrzem: $e_{3,1}$ –

przepływomierz powietrza, $e_{3,2}$ – czujnika położenia przepustnicy, $e_{3,3}$ – regulator biegu jałowego; E_4 – układ czujników: $e_{4,1}$ – czujnik spalania stukowego, $e_{4,2}$ – czujnik temperatury cieczy chłodzącej; E_5 – układ wylotowy: $e_{5,1}$ – sonda λ (1), $e_{5,2}$ – katalizator, $e_{5,3}$ – sonda λ (2); E_6 – silnik: $e_{6,1}$ – czujnik prędkości wału korbowego, $e_{6,2}$ – zawór EGR; E_7 – $e_{7,1}$ komputer pokładowy (mikroprocesor-sterownik).

Stanowisko badawcze zostało opracowane na bazie silnika o zapłonie iskrowym z systemem wtrysku wielopunktowego typu Motronic. Obiekt poddano opracowaniu diagnostycznemu w efekcie, którego opracowano: schemat funkcjonalno-diagnostyczny. W przykładzie wykorzystano obiekt, którego struktura wewnętrzna (rys. 3) i (Tablica 3) składa się z siedmiu zespołów (E_1, E_2, \dots, E_7), a w każdym z nich wyróżniono do pięciu elementów [4]. Obiekt poddano opracowaniu diagnostycznemu w efekcie, którego opracowano: schemat funkcjonalno-diagnostyczny na podstawie, którego zestawiono zbiór elementów obsługowych. Obiekt poddano opracowaniu diagnostycznemu w efekcie, którego opracowano schemat funkcjonalno-diagnostyczny (rys. 3) na podstawie, którego wyznaczono wymagany zbiór sygnałów diagnostycznych $\{X_{i,j}\}$. Wykorzystując zaprezentowany wcześniej sposób klasyfikowania elementów obsługowych pogrupowano elementy funkcjonalne obiektu na podzbiory klas, uzyskane wyniki przedstawiono w (Tablicy 3).

Tab. 3. Struktura wewnętrzna obiektu

| Zespoły obiektu | Elementy w strukturze obiektu $\{e_{i,j}\}$ | | | | |
|-----------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| E_1 | e_1 | e_2 | e_3 | e_4 | e_5 |
| E_1 | $e_{1,1}$ | $e_{1,2}$ | $e_{1,3}$ | $e_{1,4}$ | $e_{1,5}$ |
| E_2 | $e_{2,1}$ | $e_{2,2}$ | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| E_3 | $e_{3,1}$ | $e_{3,2}$ | $e_{3,3}$ | \emptyset | \emptyset |
| E_4 | $e_{4,1}$ | $e_{4,2}$ | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| E_5 | $e_{5,1}$ | $e_{5,2}$ | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| E_6 | $e_{6,1}$ | $e_{6,2}$ | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| E_7 | $e_{7,1}$ | \emptyset | \emptyset | \emptyset | \emptyset |

Na podstawie badania stanu obiektu wyznaczono tablice stanów oraz dokonano porównania stanów ze stanem wzorcowym, które przedstawiono w postaci tablic (Tablice 4 i 5).

Tab. 4. Tablica stanów obiektu

| Stan Obiektu | Stan zespołu | Wektor stanów elementów $\epsilon(e_j)$ | | | | |
|--------------|--------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | e_1 | e_2 | e_3 | e_4 | e_5 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 0 | 1 | 0 | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| | 1 | 2 | 1 | 1 | \emptyset | \emptyset |
| | 1 | 2 | 1 | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| | 1 | 2 | 2 | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| | 1 | 1 | 2 | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| | 2 | 2 | \emptyset | \emptyset | \emptyset | \emptyset |

Tab. 5. Tablica porównania stanów obiektu

| Stan Obiektu | Stan zespołu | Wektor porównania stanów elementów e_i | | | | |
|-----------------|-----------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | e_1 | e_2 | e_3 | e_4 | e_5 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 0 | 1 | 0 | ∅ | ∅ | ∅ |
| | 1 | ⊗ | 1 | 1 | ∅ | ∅ |
| | 1 | ⊗ | 1 | ∅ | ∅ | ∅ |
| | 1 | ⊗ | ⊗ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | 1 | 1 | ⊗ | ∅ | ∅ | ∅ |
| | ⊗ | ⊗ | ∅ | ∅ | ∅ | ∅ |

4. WNIOSKI

Proces obsługiwanie obiektów technicznych, szczególnie takich gdzie jest wymagany krótki czas ich przestojów musi być realizowany według strategii profilaktyki z kontrolą stanu. Należy on do trudnych przedsięwzięć organizacyjno-technicznych. Tak zorganizowana profilaktyka obiektu charakteryzuje się jednak stosunkowo wysoką efektywnością uzyskaną głównie poprzez optymalizację kosztów eksploatacji. W chwili obecnej w rozwiązywaniu zdań obsługowych obiektów technicznych stosuje się systemy ekspertowe, które wykorzystują wiedzę specjalistyczną. Proces pozyskiwania wiedzy specjalistycznej człowieka na potrzeby wspomagania profilaktyki obiektów jest ciągle rozwijany. Istotnymi aspektami tego procesu jest poznanie i opis metod przekształcania tej wiedzy do postaci możliwej do wykorzystania jej przez system komputerowy.

Skutecznym podejściem w procesie organizacji ekspertowych systemów obsługiwanie obiektów technicznych jest wykorzystanie w nich informacji pochodzącej z różnych, a szczególnie tych ze sztucznych sieci neuronowych. Ważną jednak funkcję w ekspertowych systemach obsługiwanie spełnia człowiek, który wyznacza informację obsługową, organizuje system obsługiwanie i nadzoruje jego realizację.

Artykuł przedstawia metodę wykorzystania (przekształcania) wiedzy specjalistycznej człowieka na potrzeby komputerowego projektowania systemu obsługiwanie obiektów technicznych.

5. BIBLIGRAFIA

- [1] Duer S.: *An algorithm for the diagnosis of reparable technical objects utilizing artificial neural Network*. ZEM, Vol. 43, No. 1(53) 2008, pp. 101-113.
- [2] Duer S.: *Determination of a diagnostic information of a reparable 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.
- [3] 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.

- [4] Duer S.: *Investigation of the operation process of a repairable technical object in an expert servicing system with an artificial neural network*. Neural Computing & Applications, 2010, Vol. 19, No. 5, pp. 767-774.
- [5] Duer S.: *Qualitative evaluation of the regeneration process of a technical object in a maintenance system with an artificial neural network*. Neural Computing & Applications. 2011, Vol. 20, No. 5, pp. 741-752. <http://www.springer.com/home?SGWID=0-0-1003-0-0&aqId=1320967&checkval=ad10dea9b0005e4b1523cfd0443fbf7d>
- [6] Duer S.: *Expert knowledge base to support the maintenance of a radar system*. Defence Science Journal, 2010, Vol. 60, No. 5, pp. 531-540. <http://publications.drdo.gov.in/ojs/index.php/dsj>
- [7] Duer S.: *Modelling of the operation process of repairable technical objects with the use information from an artificial neural network*. Expert Systems With Applications. 38 (2011), pp. 5867-5878. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.11.036>.
- [8] Duer S.: *Artificial neural network in the control process of object's states basis for organization of a servicing system of a technical objects*. Neural Computing & Applications. 2011. DOI: 10.1007/s00521-011-0606-6
- [9] Duer S.: *Assessment of the quality of decisions worked out by an artificial neural network which diagnoses a technical object*. Neural Computing & Applications. 2011, DOI: 10.1007/s00521-011-0725-0. <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00521-011-0725-0>
- [10] Duer S.: *Examination of the reliability of a technical object after its regeneration in a maintenance system with an artificial neural network*. Neural Computing & Applications. 2011, DOI 10.1007/s00521-011-0723-2 <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00521-011-0723-2>
- [11] Dhillon B.S.: *Applied Reliability and Quality, Fundamentals, Methods and Procedures*. Springer – Verlag London Limited 2006, p. 186.
- [12] Madan M. Gupta, Liang Jin and Noriyasu H.: *Static and Dynamic Neural Networks, From Fundamentals to Advanced Theory*. John Wiley & Sons, Inc 2003, p. 718.
- [13] Nakagawa T.: *Maintenance Theory of Reliability*. Springer – Verlag London Limited 2005, p. 264.
- [14] Palkova Z., Rodny T.: *Modeling of object-related database structures in the development of artificial irrigation system*. Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. - Spôsob prístupu: <http://www.slpk.sk/eldo/2011/zborniky/04-11/palkova-rodny.pdf>. In Technika v technológiách agrosektora 2010 [elektronický zdroj] : zborník vedeckých prác, Nitra, november 2010. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,