4.2.4. Trafność decyzji diagnostycznych

Ocenę stanu technicznego obiektu wykonane za pomoce jednej z przedstawionych metod (patrz rys. 4.5) można nazwać decyzją diagnostyczną, jako że w ślad za nią idą odpowiednie działania produkcyjne i/lub eksploatacyjne. Decyzja ta podejmowana jest jednak w warunkach niepewności, czyli obecności składnika losowego, który może być mały i domniemany, jak w modelach pseudo deterministycznych, oraz może być duży i decydujący. Jak w modelach probabilistycznych. W tych ostatnich modelach niepewność ta jest wyrażona jasno (np. 4.18) w postaci warunkowych prawdopodobieństw stanu zdatności P(z/S) i niezdatności P(n/S) przy zaobserwowanej wartości symptomu S. Uzyskane w ten sposób maksymalne wartość prawdopodobieństwa wystąpienia stanu P(z/S) lub P(n/S), na podstawie której podejmujemy decyzję, możemy nazwać również trafnością ocen stanu lub trafnością decy-zji diagnostycznej. Przykładowo, jeśli dla danej wartości symptomu mniejszej od wartości granicznej $S < S_1$ prawdopodobieństwo zdatności wynosi $P(S < S_1/z) = P(S/z) = 0,9$, to oznacza to, że nasza ocena jest statystycznie poprawna w 90% i na 100 przypadków oceny stanu możemy zrobić 10 błędnych decyzji o stanie obiektu. Nazwa trafność decyzji diagnostycznych byłaby jeszcze bardziej oczywista, gdyby znać aprioryczne ocenę stanu zdatności/niezdatności P(z) lub P(n) rozpatrywanej grupy maszyn i porównywać ją z ocenę otrzymane po fakcie pomiaru nie przekraczającego /przekraczającego S_1. Jak widać z powyższego, rozumowanie nasze zmierza do połączenia Bayesowskiej metody wnioskowania (aprioryczna znajomość stanu) z wynikiem teorii decyzji statystycznych w postaci granicy symptomu S_1 dla oceny trafności podjętej na tej podstawie decyzji.

Zdefiniujmy więc na podstawie powyższego zdarzenie trafnej oceny stanu, tzn. dla $S < S_1$ winno być X = z z prawdopodobieństwem $P(S < S_1/z) = P(S/z)$. Jeśli dokonamy pomiaru symptomu S na grupie maszyn, której rozkład zdatności jest różny od jednostajnego $P(z) \neq P(n) \neq 1/2$, to zgodnie z twierdzeniem Bayesa (4.18) końcowa ocena stanu przy danym symptomie $S < S_1$ będzie:

$$P(z/S) = \frac{P(z)P(S/z)}{P(z)P(S/z) + P(n)P(S/n)} \tag{4.28}$$

Będzie to jednocześnie końcowa ocena trafności decyzji diagnostycznej podejmowanej na podstawie reguły (4.27), czyli $S > S_1$. Jak wynika z powyższego wzoru, informacja aprioryczna (P(z); P(n)) o badanej grupie maszyn odgrywa rolę współczynników wagi podwyższających lub obniżających trafność oceny. Zastanówmy się zatem jeszcze, co może podwyższyć naszą końcową trafność oceny stanu. Przyjmijmy, że symptom WA jest wielowymiarowy, a jego poszczególne składowe prawie niezależne. Wtedy możemy posłużyć się oceną prawdopodobieństwa warunkowego wystąpienia wektora symptomu {s] zgodnie z (4.21)

$$P(\{S\}/z) = \prod_{j=1}^{n} P(S_j/z), \qquad \{s\} = col\{S_1,....,S_n\}, \tag{4.29}$$

$$P(\{S\}/n) = \prod_{j=1}^{n} P(S_j/n),$$

a po wstawieniu do (4.28) będziemy ostatecznie mieli

$$P(z/\{S\}) = \frac{P(z)\prod_{j=1}^{n} P(S_j/z)}{P(z)\prod_{j=1}^{n} P(S_j/z) + P(n)\prod_{j=1}^{n} P(S_j/n)} \tag{4.30}$$

Analizując otrzymany wzór dla krańcowego przypadku rozkładu jednostajnego zdatności P(z) = P(n) = 1/2 , można zauważyć, że dla symptomu jednowymiarowego P(z/s) = P(s/z), bo mianownik jest równy jedności ilustrując zdarzenie pewne i nie mamy żadnego zysku w trafności oceny stanu. Natomiast dla symptomu wielowymiarowego n > l mianownik będzie mniejszy od jedności, dając szansę podwyższenia trafności oceny stanu. Dla ilustracji tej możliwości rozważmy zagadnienia diagnozy WA stanu łożysk tocznych za pomoce pomiaru prędkości – v i przyspieszenia drgań - a. Rozważmy kwestię oceny pojedynczym symptomem a lub v i oceny łącznej dwoma symptomami {a, v} , przy różnym zadanym a priori stanie zdatności grupy maszyn. Dane wyjściowe i obliczenia ilustruje tabela 4.1. zaczerpnięta z pracy autora [87].

T a b e l a 4.1

Trafność decyzji diagnostycznej dla łożysk tocznych przy pomiarze prędkości - v i przyspieszenia - a [87]

Stan zdatności „ a priori”	Pomiar alternatywny v	a	Pomiar łączny {S} = {a,v}	Możliwe decyzje nietrafne
	$P(v/z)=0{,}7$	$P(a/z)=0{,}8$	$P(S/z)=0{,}7\cdot 0{,}8=0{,}56$	
P(z) = 0.5 P(z))= 0.7 P(z) = 0,8	0,7 0,845 0,903	0,8 0,903 0,941	0,903 0,956 0,974	~10% ~4% ~2%

Jak widać z tabeli, nawet dla równomiernego rozkładu zdatności P(Z) = 1/2 zastosowanie obu symptomów {a,v} podwyższa trafność oceny z 80% do 90%. Z kolei dobra wiedza aprioryczna o stanie zdatności rozpatrywanej grupy maszyn może podwyższyć trafność oceny stanu nawet o 20% *(z* 0,7 do 0.903 dla prędkości v). Widać więc. że droga do podwyższenia trafności oceny stanu jest dwutorowa: przez lepsze znajomość analizowanej grupy maszyn - P(z) oraz przez zastosowanie wielowymiarowego wektora symptomów WA. W tym ostatnim przypadku na drodze do bezkrytycznego zwiększenia wymiarowości *{s}* stoją koszty diagnozy, o czym już wspominaliśmy przy sekwencyjnej metodzie wnioskowania. Wspominając to nie będziemy się tym jednak dalej zajmować.

Tym sposobem omówiliśmy całość zagadnień związanych z modelami diagnostycznymi i decyzjami dotyczącymi oceny stanu technicznego obiektów mechanicznych. Pozostał jednak problem podziału na klasy stanu, czym zajmiemy się w następnym punkcie.