

ӘОЖ 621.01

**А. Ш. Давлетъяров**, техника ғылымдарының кандидаты, доцент  
Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

## КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН СТАТИСТИКАЛЫҚ АНЫҚТАУ

### Аннотация

Мақалада мұнай газ саласында қолданылатын күрделі техникалық жүйелердің, сенімді жұмыс жағдайларын қамтамасыз ету мәселелері қаралған. Мұнда жүйенің ағымдағы техникалық жағдайын оны сипаттайтын жұмыс параметрлері арқылы диагноз қою әдістемесі келтірілген.

*Түйін сөздер:* күрделі техникалық жүйе, техникалық жағдай, Байес әдісі.

Мұнай газ өндірісінің технологиялық жабдықтары - көптеген машиналар, приборлар мен аппараттар біріктіріліп күрделі жүйелер түрінде іс әрекеттер атқарып, өздеріне артылған міндеттерін белгілі сенімділікпен орындайды. Мұндай жүйелер көптеген элементтерден құралып жалпы өндіріс сенімділігіне өз үлестерін қосады.

Жалпы алғанда жүйенің элементтері саны көбейген сайын сенімділігін төмендететіні белгілі. Күрделі жүйелердің сенімділігі бірнеше тәсілдермен қамтамасыз етілетіні белгілі, олардың ішінде әртүрлі резервтеу сұлбалары қолданылады. Мысалы өндірістегі машиналарды күрделі жүйенің қарапайым элементтері ретінде қараса, өз кезегінде олар тізбекті, параллелді, тұрақты жүктелген резервпен резервтеу, жүктелмеген резервпен резервтеу, немесе жеңілдетілген режимде жұмыс істейтін резервпен резервтеу тәсілдерімен жұмыс істеуі мүмкін.

Машина жасау саласында резервтеудің «таза» түрі қолданылады, әдетте оны апат қатері бар учаскелерде резервтік агрегат (станок, құрылғы) ұстау арқылы жүзеге асырады. Осыған ұқсас мұнай газ өндірісінде қауіпті жағдайлар пайда болу ықтималдықтары бар учаскелерде таза резервтеуді қолдануға болады.

Ендігі кезектегі пайда болатын шиеленіс: жұмыс істеп тұрған күрделі құрылғының жалпы техникалық жағдайын дәл анықтап, тоқыраусыз жұмыс істеу мерзімін білу негізінде алдын ала қажетті шараларды жоспарлап жүргізіп жоғары тиімділікті қамтамасыз ету үшін бос тұрыстар мен жөндеуге жұмсалған уақыт аралықтарын барынша қысқарту мақсаты қойылады.

Күрделі жүйе жұмыс істеп тұрғанда, оның техникалық қал жағдайы көптеген тікелей емес параметрлер бойынша бағалануы мүмкін [1]. Ондай параметрлер ретінде, мысалы, газотурбиналық құрылғының роторының айналу жиілігі, тұрқасының дірілі, т.б. қаралуы мүмкін. Осындай параметрлерге сүйеніп күрделі жүйенің қандай техникалық жағдайда екенін анықтауға болады, басқаша айтқанда – диагноз қоюға. Ол үшін, мысалы, Байес әдісін қолдануға болады. Бұл әдіс жүйенің қандай белгілі бір жағдайында болу ықтималдығын келесі теңдеумен анықтауды ұсынады:

$$P\left(\frac{D_i}{k_j}\right) = P(D_i) \frac{P\left(\frac{k_j}{D_i}\right)}{P(k_j)} \quad (1)$$

Мұнда  $P(D_i)$  -  $D_i$  диагнозының ықтималдығы (априорлық ықтималдық), мысалы  $N$  объектілер зерттеліп  $N_i$  - нде  $D_i$  диагнозы анықталса

$$P(D_i) = \frac{N_i}{N};$$

$P\left(\frac{k_j}{D_i}\right)$  -  $D_i$  жағдайындағы объектілерде  $k_j$  белгілерінің пайда болу ықтималдығы, егер

$N_i$  -объектілер арасында ( $D_i$  диагнозы бар)  $N_{ij}$  - нде  $k_j$  белгісі анықталса  $P\left(\frac{k_j}{D_i}\right) = \frac{N_{ij}}{N_i}$ ;

$P(k_j)$  - диагнозға байланыссыз барлық объектілерде  $k_j$  белгісінің пайда болу ықтималдығы. Мысалы объектілер жалпы санынан  $N$   $N_j$  объектілерде  $k_j$  белгісі анықталса

$$P(k_j) = \frac{N_j}{N}.$$

Мұнда диагнозды анықтау үшін арнайы  $P(k_j)$  ықтималдығын есептеу қажет емес.

$P(D_i)$  мен  $P\left(\frac{k_j}{D_i}\right)$  барлық ықтималдықтар жағдайларына  $P(k_j)$  шамасы анықталады. Күрделі

жүйенің техникалық жағдайы оны анықтайтын параметрлермен сипатталады, олар өз кезегінде қойылған мақсатқа байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы двигательдердің шлицалы бірікпесінің жағдайын анықтауға бір топ параметрлер жеткілікті, бірақ басқа детальдарда ақауланатын болса оларды толықтыру қажет.

Техникалық жағдайды айырып тану кезінде жүргізілетін дәйекті әрекеттер жинағы тану алгоритмі деп аталады. Техникада көптеген жағдайда күрделі жүйенің екі диагнозының біреуін анықтау мақсаты қойылады, мысалы «жарамды жағдай» мен «жарамсыз жағдай» (дихотомия).

Танып айыру кезінде жүйені сипаттайтын параметрлерді таңдау маңызды болады. Олардың ақпараттық құндылығы диагноз қоюға жеткілікті болуы тиіс ( $k_1, k_2, k_3, \dots, k_v$ ) белгілерден құралуы мүмкін, және әрбір  $k_j$  белгі  $m_j$  разрядтан құралып ( $k_{j1}, k_{j2}, k_{j3}, \dots, k_{jm}$ ) нәтижесінде  $k_j^x = k_{js}$ . Бұл кезекте күрделі жүйенің бірнеше  $A_1, \dots, A_r$  жағдайлары орын алуы мүмкін және кейбіреулері өзара араласып кездесуі мүмкін. Онда әртүрлі диагноздар ретінде әртүрлі жағдайлар мен олардың өзара араласуын қарастыру қажет болады. Мұнда Байестің жалпыланған формуласын диагноз қоюға қолдануға болады:

$$P\left(\frac{D_i}{K^x}\right) = \frac{P(D_i)P\left(\frac{K^x}{D_i}\right)}{\sum_{s=1}^n P(D_s)P\left(\frac{K^x}{D_s}\right)} \quad (2)$$

$\sum_{i=1}^n P\left(\frac{D_i}{K^x}\right) = 1$  себебі диагноздардың біреуі міндетті түрде жүзеге асады, ал екеуі

қатарынан пайда болуы мүмкін емес. Мұнда Байес формуласының алымы барлық диагноздарға бірдей болады.  $i$ -ші диагнозбен берілген белгілер кешенінің бірігіп пайда болу ықтималдығы:

$$P\left(\frac{D_i}{K^x}\right) = P(D_i)P\left(\frac{K^x}{D_i}\right) \quad (3)$$

Осыдан соң диагноздың апостериорлық ықтималдығы келесіше жазылады:

$$P\left(\frac{D_i}{K^x}\right) = \frac{P(D_i K^x)}{\sum_{s=1}^n P(D_s K^x)} \quad (4)$$

Байес әдісімен жасалған диагноздардың ықтималдығын анықтау үшін алғашқы статистикалық ақпараттар негізінде диагностикалық матрица (кесте 1) жасалады. Мұнда әртүрлі диагноздар белгілерінің разрядтар ықтималдықтары есептеліп келтіріледі. 1 кесте – Диагностикалық матрица

$D_i$ диагнозы	$k_j$ белгісі									$P(D_i)$
	$k_1$			$k_2$				$k_3$		
	$P\left(\frac{k_{11}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{12}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{13}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{21}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{22}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{23}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{24}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{31}}{D_i}\right)$	$P\left(\frac{k_{32}}{D_i}\right)$	
$D_1$	0,8	0,2	0	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0,8	0,3
$D_2$	0,1	0,7	0,2	0	0	0,3	0,7	0,1	0,9	0,1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Егер белгілер екі разрядты (қарапайым «бар, жоқ») болса кестеде  $P\left(\frac{k_j}{D_i}\right)$  белгінің пайда болу ықтималдығын көрсеткен жеткілікті. Белгінің болмауының ықтималдығы  $P\left(\frac{\bar{k}_j}{D_i}\right) = 1 - P\left(\frac{k_j}{D_i}\right)$ . Бірақ одан ыңғайлы келесі болжамға сүйеніп  $P\left(\frac{k_j}{D_i}\right) = P\left(\frac{k_{j1}}{D_i}\right)$ ;  $P\left(\frac{\bar{k}_j}{D_i}\right) = P\left(\frac{k_{j2}}{D_i}\right)$  біріңғай форманы қолдану.

Мұнда  $\sum_{s=1}^{m_j} P\left(\frac{k_{js}}{D_i}\right) = 1$ ,  $m_j$  -  $k_j$  белгісінің разрядтар саны. Диагностикалық матрицаға диагноздардың априорлық ықтималдықтары енгізілген. Ең маңызды қадам диагностикалық матрицаны құру. Диагностикалау барысында кестені дәлірек кылып түзету мүмкіндіктерін қараған жөн. Мұнда ЭСМ есінде  $P\left(\frac{k_{js}}{D_i}\right)$  мәндері мен қатар келесі шамаларды:  $N$  - объектілер жалпы саны,  $N_i$  -  $D_i$  диагнозы бар  $k_j$  белгісі бойынша зерттелген объектілер саны сақталған жөн. Егер  $D_\mu$  диагнозы бар жаңа объект қабылданса бұрынғы априорлы ықтималдықтар келесіше түзетіледі:

$$P(D_i) = \begin{cases} \frac{N_i}{N+1} = P(D_i) \frac{N}{N+1}; i = 1, 2, \dots, n; i \neq \mu \\ \frac{N_\mu + 1}{N+1} = P(D_\mu) \frac{N}{N+1} + \frac{1}{N+1}; i = \mu \end{cases} \quad (5)$$

Ары қарай белгілер ықтималдықтарына түзетулер енгізіледі. Мысалы жаңа диагнозы  $D_\mu$  бар объектінің  $k_j$  белгісінің  $r$  разряды анықталған. Онда ары қарай диагностикалау үшін  $k_j$  белгінің аралықтарының жаңа мәндерін  $D_\mu$  диагнозына қабылдайды:

$$P\left(\frac{k_{jS}}{D_{\mu}}\right) = \left\{ \begin{array}{l} P\left(\frac{k_{jS}}{D_{\mu}}\right) \frac{N_{\mu j}}{N_{\mu j} + 1}; S \neq r; \\ P\left(\frac{k_{jr}}{D_{\mu}}\right) \frac{N_{\mu j}}{N_{\mu j} + 1} + \frac{1}{N_{\mu j} + 1}; S = r \end{array} \right\} \quad (6)$$

Баска диагноз жағдайындағы белгілер шартты ықтималдықтары түзетуді қажет етпейді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Биргер И.А. Техническая диагностика / И. А. Биргер. – М.: «Машиностроение», 1978. – 240 с., ил. – (Надежность и качество).

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассмотрена методика определения состояния сложной технической системы путем установления диагноза на основе статического анализа рабочих параметров системы.

#### RESUME

The article considers the technique for determining the state of a complex technical system by establishing a diagnosis based on a static analysis of the operating parameters of the system.