

ӘОЖ 622.24

А. Ш. Давлетьяров, техника ғылымдарының кандидаты, доцент

Р. И. Джусупкалиева, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

### БІР ДИАГНОСТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРГЕ СТАТИСТИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУ ӘДІСТЕМЕСІ

#### Аннотация

Мақалада күрделі техникалық жүйенің жағдайын дәйекті сараптау арқылы анықтау әдістемесі келтірілген. Мұнда екі диагноз арасында біреуін сараптау негізінде танып айыру әдістемесі келтірілген.

*Түйін сөздер:* диагностика, күрделі техникалық жағдай, Вальд әдісі.

Күрделі техникалық жүйенің жағдайын анықтағанда дәйекті сараптау әдісін қолдануға болады. Бұл әдіс Вальдпен ұсынылған. Мұнда екі жағдайды танып айыруға дифференциалды диагностикалау қолданылады [1]. Байес әдісіне қарағанда мұнда алдын ала зерттелетін нысандар саны анықталмайды, олардың саны белгілі қатер деңгейімен шешім қабылдауға жеткілікті болуы тиісті.

$D_1, D_2$  жағдайларын танып айыру үшін келесі қатынастар құрылады:

$$\frac{P\left(\frac{D_2}{K^x}\right)}{P\left(\frac{D_1}{K^x}\right)} = \frac{P(D_2)}{P(D_1)} \cdot \frac{P\left(\frac{k_1^x}{D_2}\right) \dots P\left(\frac{k_v^x}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1^x}{D_1}\right) \dots P\left(\frac{k_v^x}{D_1}\right)} \quad (1)$$

$$\text{Егер } \frac{P\left(\frac{D_2}{K^x}\right)}{P\left(\frac{D_1}{K^x}\right)} > 1 \quad (2)$$

$$\text{Немесе } \frac{P\left(\frac{k_1^x}{D_2}\right) \dots P\left(\frac{k_v^x}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1^x}{D_1}\right) \dots P\left(\frac{k_v^x}{D_1}\right)} > \frac{P(D_1)}{P(D_2)} \quad (3)$$

$K^x \in D_2$  шешімі қабылданады.

Дәйекті сараптау әдісінде белгілердің ықтималдықтарының қатынасы (шындыққа ұқсастық қатынастары) бірден құрылмайды, дәйекті құрылады, сондықтан мұнда зерттеулер саны аздау болады.

Мысалы  $D_1$  диагнозында  $k_1$  қарапайым белгісі  $P\left(\frac{k_1}{D_1}\right)$  ықтималдығы мен кездесіп,

$P\left(\frac{\bar{k}_1}{D_1}\right)$  ықтималдығы мен кездеспейтін болса,  $D_2$  диагнозы өз кезегінде келесі ықтималдықтар

мен  $P\left(\frac{k_1}{D_2}\right)$  ;  $P\left(\frac{\bar{k}_1}{D_2}\right)$  кездесіп кездеспейтін болса, және объектінің  $K^\times k_1$  белгісі кездесіп

$D_2$  диагнозы кезінде  $D_1$ - ге қарағанда жиі кездесетін болса, қорытындыны  $D_2$  диагнозының пайдасына қабылдауға болады.

$$\frac{P\left(\frac{k_1}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1}{D_1}\right)} \triangleright A \quad K^\times \in D_2 \quad (4)$$

Мұнда А – шешім қабылдаудың жоғарғы шегі.

Кері жағдайда, яғни  $k_1$  белгісі  $D_1$  диагнозы кезінде жиі кездесетін болса шешім  $D_1$  диагнозының пайдасына қабылданады.

$$\frac{P\left(\frac{k_1}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1}{D_1}\right)} \triangleleft B \quad K^\times \in D_1 \quad (5)$$

Мұнда В – шешім қабылдаудың төменгі шегі.

Егер ықтималдықтар қатынасы (әдетте шындыққа ұқсастық қатынасы деп жиі аталады)

$$B \triangleleft \frac{P\left(\frac{k_1}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1}{D_1}\right)} \triangleleft A \quad (6)$$

аралығында болса шешім қабылдауға қосымша ақпарат қажет болады. Онда  $k_2$  белгісі бойынша зерттеулер жүргізіліп бұл белгі, мысалы зерттелетін объектілерде кездеспесе екі шындыққа ұқсас қатынастардың көбейтіндісі құрылып, егер

$$\frac{P\left(\frac{k_1}{D_2}\right) P\left(\frac{\bar{k}_2}{D_2}\right)}{P\left(\frac{k_1}{D_1}\right) P\left(\frac{\bar{k}_2}{D_1}\right)} \triangleright A, \quad K^\times \in D_2 \quad (7)$$

болса объектіні  $D_2$  диагнозына жатқызу шешімі қабылданады. Шешім қабылдаудың төменгі шегі осылайша ескеріледі. Егер белгілер бір біріне байланысты болса, келесі қатынас қолданылады:

$$\frac{P\left(\frac{\bar{k}_2}{k_1 D_2}\right)}{P\left(\frac{\bar{k}_2}{k_1 D_1}\right)} \quad (8)$$

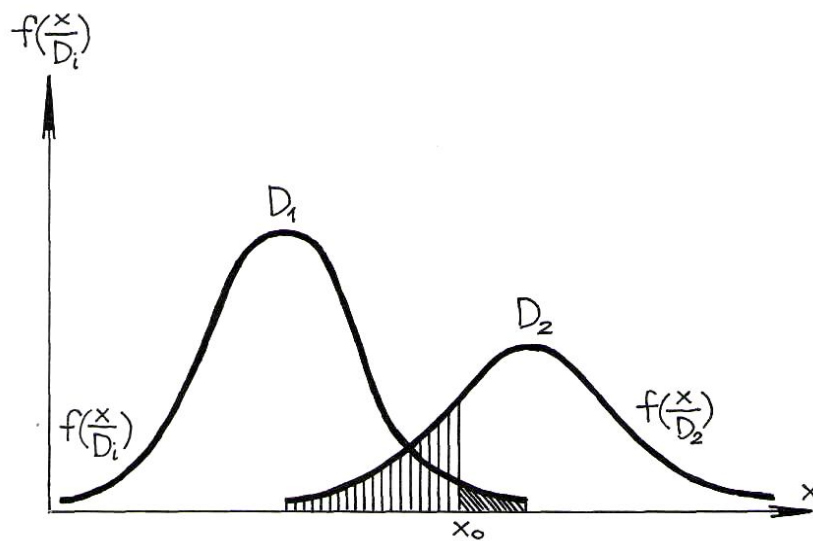
Мұнда  $\bar{k}_2$  белгісінің  $k_1$  кездесетін жағдайда болмауының ықтималдығы ескеріледі. Қосымша зерттеулер таңдалған А мен В шектерінің ішінде белгілі шешім қабылданғанша жүргізіледі.

Сонымен қатар статистикалық әдістердің ішінде бір диагностикалық параметрге

статистикалық шешім қабылдау әдісін қолдануға болады. Мұнда шешуші ереже кейбір оңтайлылық жағдайларына байланысты қабылданады. Мысалы ең аз қатер жағдайы радиолокация саласында (кедергілер арасынан белгілерді анықтау) кеңінен қолданыста болса да техникалық диагностикалау саласында да қолданылады.

Мысалы газотурбиналық двигательдің жағдайын майдағы темір қосындысы бойынша диагностикалағанда ( $x$ -параметрі) келесі мақсат қойылады:  $x_0$  параметр мәнін  $x > x_0$  болғанда двигатель пайдаланудан алынып  $x < x_0$  болғанда пайдалануды жалғастыру жөнінде шешім қабылдауға мүмкіндік болатындай қылып таңдауда.

Жүйе жағдайы бір параметрмен мінезделетін болғандықтан ол бір өлшемді белгілер көлеміне ие болады. Бөлу екі класқа жүргізіледі. Шартты түрде  $D_1$  - іске жарамды жағдай,  $D_2$  - ақаулы жағдай. Онда шешу ережесі келесіше келтіріледі:  $x < x_0, x \in D_1$   $x > x_0$  болғанда  $x \in D_2$ .



Майдағы темір қосындысы подшипник жағдайын бір мәнді мінездей алмайды (себебі майдағы темір түйірлері басқа да үйкеліс жұптарынан түсуі мүмкін, шестернялардан, шлицалардан). Бұл жерде іске жарамды  $D_1$  және ақаулы  $D_2$  жағдайлардың аудандары қиылысатын және  $x_0$  қате бермейтін мәнін таңдау мүмкін емес. Мұндағы мақсат  $x_0$  таңдау қате шешімдер саны аз болғанын қамтамасыз ететіндей оңтайлы болғанында.

Келесі атап өтетін жағдайлар «қате дабыл» және «нысананы байқамау». Мысалы «қате дабыл» кезінде ақау барлығы жөнінде қате шешім қабылданады, ал техникалық жүйе дұрысында іске жарамды болуда  $D_1$ . Екінші қате шешім: жүйенің іске жарамдылығы жөнінде шешім қабылданғанда оның ақаулы жағдайда болуы  $D_2$ . Тексеру теориясында бұл қателер өндіруші және тұтынушы қатерлері деп аталады. Бұл қатерлердің бағалары да, қорытындылары да әртүрлі болуы мүмкін. Жоғарыда келтірілген бірінші ереже бойынша болатын шешімдерді  $H_{ij}$  ( $i, j = 1, 2$ ) деп белгілесек, бірінші индекс қабылданған диагнозға, екінші индекс нақты жағдайға лайықты. Онда  $H_{12}$  ақауды байқамау,  $H_{21}$  қате дабыл.  $H_{11}, H_{22}$  - дұрыс қабылданған шешімдер. Қате дабыл ықтималдығы  $P(H_{21})$  - объект іске жарамды жағдайда болып  $x > x_0$  бірақ ереже бойынша ақаулы ретінде қаралады. Қисықшаның астындағы аудан ( $x > x_0$ ) іске жарамды бұйымдарға  $x > x_0$  шартты ықтималдығын көрсетеді.

$$P\left(\frac{x \triangleright x_0}{D_1}\right) = \int_{x_0}^{\infty} f\left(\frac{x}{D_1}\right) dx \quad (9)$$

Қате дабыл ықтималдығы екі оқиғалардың ықтималдықтарының көбейтіндісіне тең (іске жарамды жағдаймен  $x \triangleright x_0$ ) онда:

$$P(H_{21}) = P(D_1)P\left(\frac{x \triangleright x_0}{D_1}\right) = P_1 \int_{x_0}^{\infty} f\left(\frac{x}{D_1}\right) dx \quad (10)$$

Мұнда  $P_1 = P(D_1)$  -  $D_1$ - диагнозының априорлық ықтималдығы (алдын ала өткізілген сынақтардың статистикалық мәліметтері бойынша белгілі деп есептеледі)

Осыған ұқсас ақауды байқамау ықтималдығы:

$$P(H_{12}) = P(D_2)P\left(\frac{x \triangleleft x_0}{D_2}\right) = P_2 \int_{-\infty}^{x_0} f\left(\frac{x}{D_2}\right) dx \quad (11)$$

Сенімділік есептерінде «ақауды байқамау» бағасы «қате дабыл» бағасынан әдетте біршама жоғары ( $C_{12} \triangleright C_{21}$ ). Кейде бұл есептерге дұрыс шешім бағалары енгізіледі  $H_{11}$  және  $H_{22}$ , олар шығындар бағасымен салыстыру үшін теріс таңбалы қылып алынады. Жалпы жағдайда орташа қатер (шығындардың күтілетін шамасы) келесі теңдеумен келтіріледі:

$$R = C_{11}P_1 \int_{-\infty}^{x_0} f\left(\frac{x}{D_1}\right) dx + C_{21}P_1 \int_{x_0}^{\infty} f\left(\frac{x}{D_1}\right) dx + C_{12}P_2 \int_{-\infty}^{x_0} f\left(\frac{x}{D_2}\right) dx + C_{22}P_2 \int_{x_0}^{\infty} f\left(\frac{x}{D_2}\right) dx \quad (12)$$

Танып айыру үшін ұсынылатын  $x$ - шамасы кездейсоқ болғандықтан 11,12 теңдеулер қатердің орташа мәнін (математикалық күтілуін) сипаттайды.

Ұсынылған әдістемені қолданып күрделі техникалық жүйелердің техникалық жағдайларын жоғары сенімділікпен анықтап пайдалану шығындарын онтайландыруға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

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

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается методика выбора и распознавания диагноза о состоянии сложной технической системы на основе последовательного анализа состояния.

#### RESUME

The article deals with the technique of selecting and recognizing the diagnosis of the state of a complex technical system on the basis of a sequential analysis of the state.