

UOT 52–19

T.H. RZAYEV, A.T. İSGƏNDƏROVA

QEYRİ-SƏLİS MÜHİTDƏ MÜRƏKKƏB TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN ÇOXSƏVİYYƏLİ DEKOMPZİSİYALI İKİALTERNATİVLİ DİAQNOZLAŞDIRILMASI

Məqalədə birsəviyyəli mürəkkəb texniki sistemlərin çoxsəviyyəli ikialternativli diaqnozlaşdırılması məsələsinə baxılır və onun dekompozisiyali həlli alqoritmi təklif olunur. Bunun üçün aqreqasiya və dekompozisiya prinsiplərindən istifadə edilməklə, baxılan birsəviyyəli mürəkkəb sistem çoxsəviyyəli ierarxiyali strukturlu sistem kimi təqdim olunur. Çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırma ən yuxarı səviyyədə yerləşən blokun ikialternativli diaqnozlaşdırılması yolu ilə nasaz olduğu aşkar edildikdə yerinə yetirilir. Belə yanaşma birsəviyyəli mürəkkəb sistemlərin diaqnozlaşdırılmasını ciddi surətdə sadələşdirilməsinə imkan verir.

Açar sözlər: diaqnozlaşdırma, çoxsəviyyəli, xarakteristik funksiya, vəziyyətlər çoxluğu, vəziyyət dəyişənləri

1. Giriş. Sadə sistemlərin diaqnozlaşdırılması məsələlərinə çoxsaylı işlər həsr olunmuşdur. Sadə sistemlərin (SS) diaqnozlaşdırılmasını səciyyələndirən əsas cəhət vəziyyət dəyişənlərinin (VD) az saylı olmasıdır. Mürəkkəb sistemlərin (MS) diaqnozlaşdırılması isə bu sistemlərin, əsasən, SS kimi təqdim olunması yolu ilə yerinə yetirilir. Belə yanaşmada baxılan birsəviyyəli MS-in SS kimi təqdim olunmasında VD-rin sayı kifayət qədər çox alınır. Bu da MS-in diaqnozlaşdırılmasını cətinləşdirir və bəzən mümkünsüz edir.

Hər bir sistemin ənənəvi diaqnozlaşdırılmasında, əvvəlcə, bu sistemin VD-rinin ümumi dəyişmə çoxluğu X müəyyən qaydalarla birbaşa və ya adaptiv lazımı sayda alt vəziyyət çoxluqlarına (VÇ) \overline{X}_j , $j=1, M$ ayrılır. Sonra isə VD-rin real zaman miqyasında nəzarət olunan qiymətləri VÇ-rə proyeksiya olunur və sistemin mövcud vəziyyəti təyin edilir. Ənənəvi diaqnozlaşdırmada statistik və bul məntiqi üsullarından geniş istifadə olunur. Real şəraitdə diaqnozlaşdırma obyektləri (DO) təsadüfi təsirlərə məruz qaldıqlarından diaqnozlaşdırmada statistik üsullardan daha çox istifadə olunur [3-5]. Belə yanaşmada VD-lər haqqında alınan məlumatlar əsasında ümumi halda bu dəyişənlərin çoxmənalı xarakteristik (paylanma) funksiyaları qurulur, ümumi meyar tərtib olunur və diaqnozlaşdırma yerinə yetirilir. Xüsusi halda isə, VD-rin momentləri təyin edilir, bu göstəricilərdən istifadə etməklə müəyyən meyar tərtib olunur və diaqnozlaşdırma məsələsi həll olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox hallarda, xüsusən, mürəkkəb DO-rın (MDO) diaqnozlaşdırılmasında VO-rin xarakteristik göstəricilərinin qurulması və istifadəsi (məlumat qıtlığı və hesablama çətinlikləri üzündən) müəyyən çətinliklərlə rastlaşır. Ancaq sistemlərin diaqnozlaşdırılması ilə məşğul olan insanların – mütəxəssislərin yaddaşlarında belə sistemlərin VG-ri haqqında təcrübə məlumatları ümumiləşmiş şəkildə formalaşır və onlar bu məlumatlar əsasında VD-rin VG-ləri üzrə qeyri-səlis şəkildə çoxmənalı xarakteristik (mənsubiyyət) funksiyalarını təyin etmə qabiliyyətinə malik olurlar. Təqdim olunan məqalə belə məlumatlar əsasında təyin edilmiş VG-dən istifadə etməklə birsəviyyəli mürəkkəb sistemlərin (BMS) çoxsəviyyəli dekompozisiyali diaqnozlaşdırılması məsələsinə həsr olunur.

2. Məsələnin qoyuluşu. Müxtəlif yönlü BMS-lər real şəraitdə bu sistemlər üçün qəbul edilmiş, bir-biriləri ilə məqsədyönlü qarşılıqlı əlaqədə olan fiziki SS-dən ibarət olurlar. Burada SS anlayışı şərtidir. Belə ki, istənilən SS öz tərkib hissələrinə bölünərək müəyyən strukturlu BMS kimi təqdim oluna bilər.

Baxılan BMS-lər üzərində müxtəlif tədbirlərin (xidmətin, identifikasiyanın, idarəetmənin, təmirin və s.) yerinə yetirilməsini sadələşdirmək xatirinə onlar SS-dən başlayaraq ardıcıl müxtəlif dərəcəli aqreqasiya olunmaqla (ümumiləşdirilməklə) çoxsəviyyəli ierarxiyali (ağacvari) struktura malik MS kimi təqdim olunurlar. BMS-rin çoxsəviyyəli MS (GMS) kimi təqdimatında hər bir ℓ -ci

səviyyənin, $\ell = \overline{2, L}$ hər bir elementi, bu elementin tərtib olduğu və ℓ -1-ci səviyyədə yerləşən tabeçi elementlərin məlum qaydalarda aqreqasiyası nəticəsində formalaşdırılır.

Məqalədə baxılan BMS-in diaqnozlaşdırılması bu sistemin ənənəvi GMS kimi təqdimatının ən yuxarı L-ci səviyyədə yerləşən aqreqasiya olunmuş blokundan ($AB^{(L)}$) başlayaraq, onun səviyyələr üzrə ardıcıl müəyyən hissələrə bölünməsi və diaqnozlaşdırılması yolu ilə yerinə yetirilir. Belə diaqnozlaşdırma $AB^{(L)}$ -in nasaz vəziyyəti aşkar olunduqda yerinə yetirilir və bu zaman hər ℓ -ci səviyyədə parçalanmaya yalnız nasaz element məruz qalır.

Birsəviyyəli MDO-nun ÇDO kimi təqdim olunub diaqnozlaşdırılmasında nəzərdə tutulur ki:

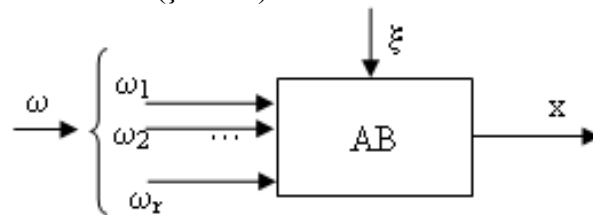
1. ℓ -ci səviyyənin hər bir elementinin diaqnozlaşdırılmasında onun ℓ -1-ci səviyyədə yerləşən tabeçi elementlərinin hər hansı ikisinin eyni zamanda imtina ehtimalı çox kiçikdir və nəzərə alınmaya bilər;
2. Hər ℓ -ci səviyyənin hər bir elementinin VÇ-rinin xarakteristik funksiyaları (XF) peşəkar insanlar (mütəxəssislər) tərəfindən kafi dəqiqliklə qiymətləndirilə bilər.

3. Məsələnin həlli. Qoyulmuş məsələni həll etmək üçün iki prinsipdən istifadə etmək olar. Baxılan BMS-ə müvafiq GMS-in yuxarı L-ci səviyyədə yerləşən yeganə $AB^{(L)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılması nəticəsində nasaz vəziyyəti aşkar olunduğu halda bu blok ardıcıl olaraq iki hissəyə bölünür və diaqnozlaşdırılır. $AB^{(L)}$ -in belə ardıcıl iki hissəyə bölünüb diaqnozlaşdırılması $\ell=2$ -ci səviyyəyə qədər davam etdirilir. Nəticədə $\ell=2$ -ci səviyyədə aşkar olunan nasaz elementin iki yerə bölündüyü və birinci səviyyədə yerləşən tabeçi elementdən hansının onun nasazlığına səbəb olduğu sadə fiziki element (sistem) təyin edilir və müəyyən tədbirlər görməklə bu nasaz element bərpa olunur.

İkinci prinsipə görə, $AB^{(L)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılması nəticəsində nasaz vəziyyəti aşkar olunduğu halda bu blok ardıcıl olaraq yalnız iki hissəyə deyil, iki və daha çox hissəyə bölünür və diaqnozlaşdırılır. Nəticədə, $\ell=2$ -ci səviyyədə aşkar olunan nasaz element S_1 hissəyə bölünür və onun nasazlığına səbəb olan sadə fiziki element təyin olunur və bu nasaz element müəyyən tədbirlər görməklə bərpa olunur.

İkinci prinsipə görə diaqnozlaşdırmada ℓ -ci səviyyədə yerləşən nasaz $AB^{(L)}$ -in bölündüyü hissələrin sayı $S_{\ell-1} \in 2 \div \bar{S}_{\ell-1}$ intervalında dəyişə bilər. Burada $\bar{S}_{\ell-1} - \ell$ -ci səviyyədə yerləşən nasaz elementin ənənəvi GMS-in strukturuna müvafiq bölündüyü elementlərin sayıdır.

Hər iki prinsipə görə hər ℓ -ci səviyyənin AB-ri SS kimi, yəni, giriş və çıxış dəyişənlərinə malik bir blok kimi təqdim olunurlar (şəkil 1.).



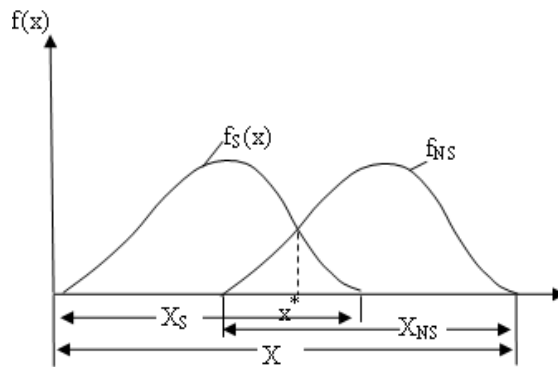
Şəkil 1. $AB^{(L)}$ -in SS kimi təqdimatı

Şəkilə ω_j – $AB^{(L)}$ -in nəzarət olunan giriş dəyişənləri; ξ –orta qiyməti sıfır olub, dispersiyası məhdud ümumiləşmiş nəzarət olunmayan həyəcanlandırıcı təsir; x – VD-dir və ümumi halda vektor kəmiyyətdir. ω_j -lar, $j=1,2,\dots$, diaqnozlaşdırmada diaqnozlaşdırma obyektinin (DO), baxdığımız halda $AB^{(L)}$ -in, normal fəaliyyətinə uyğun müəyyən kiçik hədlərdə dəyişdiyindən, aşağıda onlar nəzərə alınmır və qoyulmuş şərtləri ödədikləri nəzərdə tutulur. Bundan başqa, ℓ -ci səviyyədə, $\ell=L, L-1,\dots,2$ aşkar olunan nasaz elementin bölündüyü hissələrin sayına və L-ci səviyyədə yerləşən $AB^{(L)}$ -in nasaz vəziyyətinə müvafiq VÇ-rin MF-rinin ekspert yolu ilə təyin edildiyi qəbul olunur.

Hər iki prinsipə görə hər ℓ -ci səviyyədə, $\ell=L, L-1, \dots, 1$ diaqnozlaşdırma məsələsi iki mərhələdə yerinə yetirilir. Birinci mərhələdə təsnifat məsələsi – ümumi VÇ-rin müəyyən sayda alt çoxluqlara bölünməsi məsələsi, ikinci mərhələdə isə VD x -in cari qiymətinə görə baxılan elementin mövcud vəziyyətinin təyin edilməsi yerinə yetirilir.

Aşağıda BMS-rin birinci prinsipə görə çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırılması yerinə yetirilir. Yuxarıda deyilənləri nəzərə almaqla, BMS-rin birinci prinsipə görə hər ℓ -ci səviyyədə, $\ell=L, L-1, \dots, 2$ aşkar olunan nasaz elementin iki yerə bölünməsi ilə, qeyri-səlis mühitdə çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırılması alqoritmi aşağıdakı kimi yerinə yetirilir:

1. BMS-in strukturuna uyğun ənənəvi və ya xüsusi təyin edilmiş GMS kimi təqdimatında L -ci səviyyədə yerləşən $AB^{(L)}$ -in saz və nasaz vəziyyət çoxluqlarına mavafiq MF-lər ekspert yolu ilə təyin edilir. Tutaq ki, təyin edilmiş MF-lər skalyar VD üçün şəkil 2-dəki kimidir.



Şəkil 2. $AB^{(L)}$ -in saz və nasaz VÇ-rinin MF-ri

Şəkildə $f_S(x), f_{NS}(x)$ - VD x -in saz və nasaz VÇ-rinin (X_S, X_{NS}) MF-ri; X – VD x -in ümumi VÇ-sidir.

2. $AB^{(L)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılması yerinə yetirilir. Bunun üçün, əvvəlcə diaqnozlaşdırmanın birinci mərhələsinin məsələsi həll olunur və VÇ-ri ayırıcı sərhəd təyin edilir. Bu məqsədlə qeyri-səlis çoxluqlar (QSG) nəzəriyyəsində böyük mövqeyə malik “maxmin” prinsipindən istifadə etmək olar [1,2]. Bu prinsipə görə VD x -in VÇ-ri ayırıcı sərhəddəki qiyməti x^* belə təyin edilir:

$$x^* = \maxmin[f_S(x), f_{NS}(x)] \quad (3.1)$$

VÇ-ri ayırıcı x^* nöqtəsi təyin edildikdən sonra $AB^{(L)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılmasının ikinci mərhələsinin məsələsi – x -in cari (real zaman miqyasındakı) qiymətinə görə onun saz və ya nasaz vəziyyətdə olduğu təyin edilir. Bunun üçün x -in hər n -ci cari qiyməti X_S və X_{NS} çoxluqlarına əks olunur və aşağıdakı qaydalardan birindən istifadə etməklə $AB^{(L)}$ -in mövcud vəziyyəti təyin edilir:

Birinci qayda

$$x^{(n)} \begin{cases} \in X_S, \text{əgər } x^{(n)} < x^*, \\ \in X_{NS}, \text{əgər } x^{(n)} > x^*, \\ = x^* \text{ olduqda qərar qəbul olunmur} \end{cases}$$

İkinci qayda

$$x^{(n)} \begin{cases} \in X_S, \text{əgər } f_S(x^{(n)}) > f_{NS}(x^{(n)}), \\ \in X_{NS}, \text{əgər } f_S(x) < f_{NS}(x), \\ f_S(x^{(n)}) = f_{NS}(x^{(n)}) \text{ olduqda qərar qəbul edilmir} \end{cases}$$

VD x ikiölçülü vektor kəmiyyət olduqda ayırıcı sərhəd xətdən, üçölçülü olduqda – səthdən, yüksək ölçülü olduqda isə hiper səthdən ibarət olur.

$AB^{(L)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılmasında onun saz vəziyyəti aşkar olunduqda normal fəaliyyəti növbəti diaqnozlaşdırmaya qədər davam etdirilir. Nasaz vəziyyət aşkar olunduqda isə onun aşağıdakı ardıcılıqla çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırılması yerinə yetirilir.

1. $AB^{(L)}$ iki hissəyə bölünür. Bu hissələr $L-1$ -ci səviyyənin aqreqasiya olunmuş elementlərini təşkil edir və $AB_1^{(L-1)}, AB_2^{(L-1)}$ -lə işarə olunur.

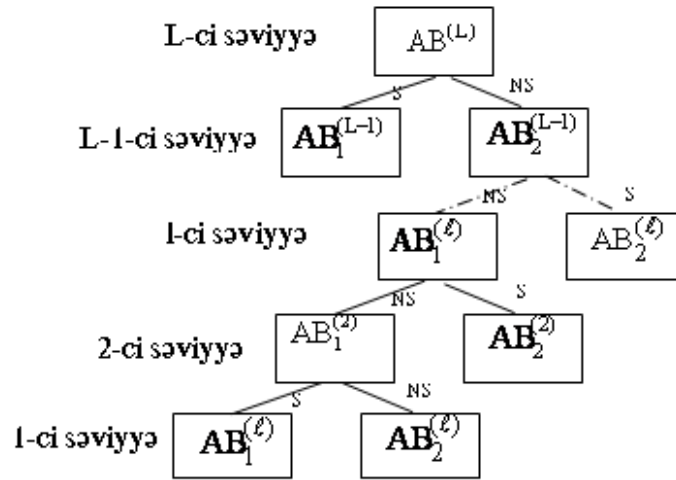
2. $AB_1^{(L-1)}, AB_2^{(L-1)}$ elementlərindən birinin, məsələn, birincisinin yuxarıda təqdim olunan alqoritmdən istifadə etməklə ikialternativli diaqnozlaşdırılması yerinə yetirilir. Əgər $AB_1^{(L-1)}$ -in nasaz vəziyyətdə olduğu aşkar edilərsə, onda o, L -ci səviyyədə yerləşən $AB^{(L)}$ elementinin nasazlığına səbəb olan element kimi qəbul olunur və növbəti addımda $AB_1^{(L-1)}$ elementi iki hissəyə bölünür. Bölünmüş hissələr $L-2$ -ci səviyyədə yerləşir, bu səviyyənin aqreqasiya olunmuş elementlərini təşkil edir və $AB_1^{(L-1)}, AB_2^{(L-1)}$ ilə işarə olunur. Əks halda, yəni, $AB_1^{(L-1)}$ -in ikialternativli diaqnozlaşdırılmasında onun saz olduğu müəyyən edilərsə, onda nasaz element kimi $AB_2^{(L-1)}$ qəbul edilir və növbəti addımda bu element iki hissəyə bölünür. Bölünmüş hissələr $L-2$ -ci səviyyənin aqreqasiya olunmuş elementlərini təşkil edir və $AB_1^{(L-2)}, AB_2^{(L-2)}$ ilə işarə olunur. Bu cür nasaz elementin ardıcıl olaraq iki hissəyə bölünməsi və ikialternativli diaqnozlaşdırılması ikinci səviyyəyə qədər davam etdirilir.

3. $\ell=2$ -ci səviyyədə ikialternativli diaqnozlaşdırılmada aşkar olunan nasaz element, məsələn, $AB_1^{(2)}$ iki hissəyə bölünür. Bölünmüş hissələr bu elementin birinci səviyyədə yerləşən fiziki tərkib elementlərini təşkil edir və $AB_1^{(1)} = SS_1, AB_2^{(1)} = SS_2$ ilə işarə olunur. SS_1 -in ikialternativli diaqnozlaşdırılması nəticəsində SS_1 və SS_2 -dən hansının nasaz olduğu təyin edilir.

4. $\ell=1$ -ci səviyyədə aşkar edilən nasaz fiziki element SS müəyyən tədbirlər görülməklə bərpa olunur və beləliklə, nasaz BMS bərpa olunur.

Təqdim olunan alqoritmə uyğun BMS-in çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırılmanın struktur sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir.

Şəkildə $AB_1^{(\ell)}, AB_2^{(\ell)}$ -rin saz və ya nasaz vəziyyətləri uyğun olaraq S və NS -lə işarə olunmuşlar. Bu şəkildə çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırma $AB_2^{(L-1)}, \dots, AB_1^{(\ell)}, \dots, AB_1^{(2)}, AB_2^{(1)}$ marşrutu üzrə yerinə yetirilmişdir və nasaz SS kimi $AB_2^{(1)}$ -in təyin edilməsi ilə bitmişdir.



Şəkil 3. MDO-nun strukturunun çoxsəviyyəli iki hissəyə bölünməklə diaqnozlaşdırılmasının struktur sxemi

GMS-in yuxarı L-ci səviyyəsində yerləşən $AB^{(L)}$ -in nasaz vəziyyətindən başlayaraq ardıcıl iki yerə bölünməklə diaqnozlaşdırılması aşağıdakı müddəaya əsaslanır.

4. Müddəa. Hər l -ci səviyyədə aşkar edilmiş nasaz elementin iki yerə bölünüb diaqnozlaşdırılan elementlərindən biri nasaz olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, BMS-in çoxsəviyyəli diaqnozlaşdırılmasında təyin edilmiş VÇ-ri ayırıcı sərhədlərdə və bu sərhədlərin ətrafında VD x -in VÇ-lərə mənsubiyyət dərəcələri kiçik olur. Bu da çox zaman tətbiqi baxımdan qaneedici olmur. Bunu nəzərə alaraq, hər bir ayırıcı sərhəd ətrafında etibarsızlıq zonası təyin etmək olar və qərar yalnız $x^{(n)}$ bu zonadan kənarında qiymət aldıqda qəbul edilə bilər. Deyiləndən başqa, VÇ-ri ayırıcı sərhəd x^* VD x -in yalnız bu çoxluqlardakı MF-ləri baxımından təyin edilir. Real şəraitdə isə MF-lər x -in VÇ-rdə texniki, iqtisadi, ekoloji və digər göstəricilərini kifayət qədər əks etdirmir. Digər tərəfdən isə iki qonşu VÇ-nin kəsişmə zonasında müvafiq qərarlar qəbul edildikdə, statistik qərar qəbul etmədə olduğu kimi, iki növ xəta ola bilər. Yəni, elementin saz olduğu haqda qərar qəbul edildiyi halda, həqiqətdə o, nasaz (birinci növ xəta), nasaz olduğu haqda qərar qəbul edildikdə isə həqiqətdə o, saz (ikinci növ xəta) ola bilər. Adətən, müxtəlif növ itkilər baxımından daha çox təhlükəlisi birinci növ xətadır. Buna misal olaraq, Çernobl Atom Stansiyasında baş verən qəzanı göstərmək olar. İkinci növ xəta mövcud olduqda isə diaqnozlaşdırılan elementin fəaliyyəti dayandırılır, o yoxlanılır və saz olduğu təyin edilir və onun fəaliyyəti bərpa olunur. Bu halda itkilər yalnız elementin fəaliyyətinin dayandırılması, yoxlanılması və işə buraxılması ilə məhdudlaşır.

Deyilənlərlə əlaqədar olaraq, birinci növ xətalardan baş verə biləcək itkilərin qarşısını almaq və ya təsirini azaltmaq üçün müəyyən meyar baxımından təyin edilmiş x -in sərhəd qiymətini itkilərin səviyyəsinə uyğun sola sürüsdürmək lazımdır. Belə tədbiri birbaşa itki funksiyalarından tərtib olunmuş meyarda, bu itkilərin çəki əmsallarını ekspert yolu ilə seçməklə yerinə yetirmək olar. Bu halda x^* sərhədinin tərtib olunmuş meyarın minimumluğu şərtindən təyin edilmiş qiyməti itkilər baxımından daha əlverişli olacaqdır.

Ədəbiyyat

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его приложение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
2. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981.
3. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.:Машиностроение, 1978.
4. Искендерова А.Т. Адаптивная классификация множества состояний гидратообразования (ГО) в газосборных шлейфах. Изв. НАНА, серия физико-технических и мат. Наук, 2013, 173-176 с.
5. Rzayev T.H. Texniki sistemlərin proqnozlaşdırma yolu ilə diaqnozlaşdırılması. Bakı, Elm və Təhsil, 2015.

T.Q. Rzaev, A.T. Iskenderova

Multi-level decomposition of two-alternative diagnosis of complex technical systems in fuzzy environment

Examines the multilevel two alternative diagnosis of technical systems and offers decomposition algorithm of its re-resolution. For this single-level complex system considered using the principles of aggregation and decomposition is represented as a multi-level hierarchical structure. Multi-level diagnosis is performed only when it detects a fault condition of the aggregated top-level block through its duvalternativ-tion diagnosis. This approach contributes to a significant simplification of diagnostic-ing sibling sozhno systems.

Keywords: diagnosis, multi-level, characteristic function, a set of states, state variables

УДК 52-19

Т.Г. Рзаев, А.Т. Искендерова

Декомпозиционное многоуровневое двухальтернативное диагностирование сложных технических систем в нечеткой среде

Рассматривается вопрос многоуровневого двухальтернативного диагностирования технических систем и предлагается декомпозиционный алгоритм его решения. Для этого рассматриваемая одноуровневая сложная система с использованием принципов агрегирования и декомпозиции представляется как многоуровневая с иерархической структурой. Многоуровневое диагностирование выполняется только лишь при обнаружении неисправного состояния агрегированного блока верхнего уровня путем его двухальтернативного диагностирования. Такой подход способствует существенному упрощению диагностирования одноуровневых сожных систем.

Ключевые слова: диагностирование, многоуровневый, характеристическая функция, множество состояний, переменные состояния

Azərbaycan Texniki Universiteti

Təqdim olundu 27.05.2015