



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ГОСТ 23564—79

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

**РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам
ИСПОЛНИТЕЛИ**

Б. Н. Колесов, И. В. Кузьмин, А. В. Мозгалеvский, В. А. Игнатов, А. С. Касаткин, Э. Г. Петроа, Б. Б. Дунаева (руководители темы); Л. М. Зотова; В. Б. Шамин; Л. Н. Кошек; Г. Г. Костанди; В. С. Кирчик; В. К. Горемыкин; В. В. Уланский; Б. А. Савин; Э. А. Сукесов; Б. И. Доценко; А. И. Довыдьков; В. Г. Кендель

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта **Б. Н. Лямин**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18 апреля 1979 № 1421

Техническая диагностика
ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Technical diagnostics. Technical diagnosis factors

ГОСТ
23564—79

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18 апреля 1979 г. № 1421 срок введения установлен

с 01.01. 1980 г.

1. Настоящий стандарт распространяется на системы технического диагностирования (далее — системы диагностирования) и устанавливает номенклатуру показателей диагностирования.

2. На основе настоящего стандарта должны быть разработаны отраслевые стандарты и другая нормативно-техническая документация с учетом специфики отрасли.

3. Устанавливают следующие показатели диагностирования:

Наименование	Обозначение	Определение
Вероятность ошибки диагностирования вида $(i, j), i \neq j$	$P_{i, j}$	Вероятность совместного наступления двух событий: объект диагностирования находится в техническом состоянии i , а в результате диагностирования считается находящимся в техническом состоянии j . Примечание. При $i=j$ показатель $P_{i,i}$ является вероятностью правильного определения технического состояния i объекта диагностирования
Апостериорная вероятность ошибки диагностирования вида $(i, j), i \neq j$	$P_{i, j}^A$	Вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i при условии, что получен результат «Объект диагностирования находится в техническом состоянии j ». Примечание. При $i=j$ показатель $P_{i,i}^A$ является апостериорной вероятностью правильного определения технического состояния

Издание официальное

Перепечатка воспрещена



© Издательство стандартов, 1979

Наименование	Обозначение	Определение
Вероятность правильного диагностирования	D	Полная вероятность того, что система диагностирования определяет то техническое состояние, в котором действительно находится объект диагностирования
Средняя оперативная продолжительность диагностирования	τ_d	Математическое ожидание оперативной продолжительности однократного диагностирования
Средняя стоимость диагностирования	C_d	Математическое ожидание стоимости однократного диагностирования
Средняя оперативная трудоемкость диагностирования	S_d	Математическое ожидание оперативной трудоемкости проведения однократного диагностирования
Глубина поиска дефекта	L	По ГОСТ 20911—75

4. Показатели диагностирования следует определять при проектировании, испытании и эксплуатации системы диагностирования.

5. Показатели диагностирования должны быть включены в техническое задание на изделие в соответствии с требованиями ГОСТ 20417—75. Показатели следует нормировать из условия обеспечения максимальной эффективности использования изделия с применением технического диагностирования на основе расчетов по технико-экономическому обоснованию систем диагностирования.

6. Показатели диагностирования следует использовать при сравнении различных вариантов систем диагностирования.

7. Расчеты показателей должны быть включены в пояснительную записку в соответствии с ГОСТ 20417—75.

8. Формулы для расчета показателей диагностирования приведены в рекомендуемом приложении 1, а пример расчета — в справочном приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

1. Вероятность ошибки диагностирования вида (i, j) вычисляется по формуле

$$P_{i,j} = P_i^0 \sum_{l=1}^k P_l^c P_{j,i,l}^y = \sum_{l=1}^k P_l^c P_{j,l}^a P_{i,j,l}^b \quad (1)$$

где

- k — число технических состояний (далее — состояний) средства диагностирования;
- P_i^0 — априорная вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i ;
- P_l^c — априорная вероятность нахождения средства диагностирования в состоянии l ;
- $P_{j,i,l}^y$ — условная вероятность того, что в результате диагностирования объект диагностирования признается находящимся в состоянии j при условиях, что он находится в состоянии i и средство диагностирования находится в состоянии l ;
- a_l — условная вероятность получения результата «объект диагностирования находится в состоянии j » при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;
- $P_{i,j,l}^b$ — условная вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i при условиях, что получен результат «объект диагностирования находится в состоянии j » и средство диагностирования находится в состоянии l .

Оценку вероятности ошибки диагностирования вида (i, j) вычисляют по формуле

$$\hat{P}_{i,j} = P_i^0 \sum_{l=1}^k P_l^c \frac{r_{j,i,l}}{N_{i,l}} \quad (2)$$

где $N_{i,l}$ — общее число испытаний системы диагностирования*;

$r_{j,i,l}$ — число испытаний, при которых система диагностирования зафиксировала состояние j .

Вероятности P_l^0 , $i=1, 2, \dots, m$ и P_l^c , $l=1, 2, \dots, k$ можно определять методами теории надежности.

1.1. Если состояние объекта диагностирования определяется совокупностью n независимых диагностических параметров и средство диагностирования разли-

* Под испытанием понимают диагностирование объекта, находящегося в состоянии i , средством диагностирования, находящимся в состоянии l .

чает 2ⁿ состояний объекта диагностирования, вероятность $P_{i,j}$ вычисляют по формуле

$$P_{i,j} = \sum_{l=1}^k P_l^c \prod_{v=1}^n f_{i,j,v,l} \quad (3)$$

где $f_{i,j,v,l} = P_{v,\alpha_{v,l}}$, если в состояниях i и j объекта диагностирования диагностический параметр v находится в поле допуска, при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$f_{i,j,v,l} = \alpha_{v,l}$, если в состоянии i объекта диагностирования диагностический параметр v находится в поле допуска, а в состоянии j — параметр вне поля допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$f_{i,j,v,l} = \beta_{v,l}$, если в состоянии i объекта диагностирования диагностический параметр v находится вне поля допуска, а в состоянии j параметр в поле допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$f_{i,j,v,l} = 1 - P_{v,\beta_{v,l}}$, если в состояниях i и j объекта диагностирования диагностический параметр v находится вне поля допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

P_v — априорная вероятность нахождения диагностического параметра v в поле допуска;

$\alpha_{v,l}$ — вероятность совместного наступления двух событий: диагностический параметр v находится в поле допуска, а считается находящимся вне поля допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$\beta_{v,l}$ — вероятность совместного наступления двух событий: диагностический параметр v находится вне поля допуска, а его считают находящимся в поле допуска при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l .

1.2. Для систем диагностирования, предназначенных для проверки работоспособности, то есть при различении $m=2$ состояний объектов диагностирования возможны ошибки диагностирования видов (1,2) и (2,1).

Значения индексов i и j соответствуют следующим состояниям объекта диагностирования:

$i=1 (j=1)$ — работоспособное;

$i=2 (j=2)$ — неработоспособное.

Вероятность ошибки диагностирования вида (1,2) — вероятность ($P_{1,2}$) совместного наступления двух событий: объект диагностирования находится в работоспособном состоянии, а в результате диагностирования считается находящимся в неработоспособном состоянии.

Вероятность ошибки диагностирования вида (2,1) — вероятность ($P_{2,1}$) совместного наступления двух событий:

объект диагностирования находится в неработоспособном состоянии, а в результате диагностирования признается находящимся в работоспособном состоянии.

Вероятности ошибок $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ вычисляют по формулам:

$$P_{1,2} = P_1^0 \sum_{l=1}^k P_l^c P_{2,1,l}^y = \sum_{l=1}^k P_l^c P_{2,l}^a P_{1,2,l}^b; \quad (4)$$

$$P_{2,1} = P_2^0 \sum_{l=1}^k P_l^c P_{1,2,l}^y = \sum_{l=1}^k P_l^c P_{1,l}^a P_{2,1,l}^b; \quad (5)$$

где P_1^0 — априорная вероятность нахождения объекта диагностирования в работоспособном состоянии;

$P_{2,1,l}^y$ — условная вероятность того, что в результате диагностирования объект диагностирования считается находящимся в неработоспособном состоянии при условиях, что он находится в работоспособном состоянии и средство диагностирования в состоянии l ;

$P_{2,l}^a$ — условная вероятность получения результата «объект диагностирования находится в неработоспособном состоянии» при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$P_{1,2,l}^b$ — условная вероятность нахождения объекта диагностирования в работоспособном состоянии при условиях, что получен результат «объект диагностирования находится в неработоспособном состоянии» и средство диагностирования находится в состоянии l ;

P_2^0 — априорная вероятность нахождения объекта диагностирования в неработоспособном состоянии;

$P_{1,2,l}^y$ — условная вероятность того, что в результате диагностирования объект диагностирования считается находящимся в работоспособном состоянии при условиях, что он находится в неработоспособном состоянии и средство диагностирования находится в состоянии l ;

$P_{1,l}^a$ — условная вероятность получения результата «объект диагностирования находится в работоспособном состоянии» при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l ;

$P_{2,1,l}^b$ — условная вероятность нахождения объекта диагностирования в неработоспособном состоянии при условиях, что получен результат «объект диагностирования находится в работоспособном состоянии» и средство диагностирования находится в состоянии l .

1.3. Если состояние объекта диагностирования определяется совокупностью n независимых диагностических параметров, вероятности ошибок $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ вычисляют по формулам:

$$P_{1,2} = \sum_{l=1}^k P_l^c \left[\prod_{v=1}^n P_v - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,l}) \right]; \quad (6)$$

$$P_{2,1} = \sum_{l=1}^k P_l^c \left[\prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,l} + \beta_{v,l}) - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,l}) \right]. \quad (7)$$

1.4. При проверке работоспособности объектов диагностирования, когда средство диагностирования может находиться в одном из трех состояний:

$l=1$ — работоспособность при правильной индикации своего состояния;

$l=2$ — неработоспособность типа «средство диагностирования фиксирует результат «объект находится в работоспособном состоянии» независимо от действительного состояния объекта диагностирования» при индикации работоспособности средства диагностирования;

$l=3$ — неработоспособность типа «средство диагностирования фиксирует результат «объект находится в неработоспособном состоянии» независимо от действительного состояния объекта диагностирования» при индикации работоспособности средства диагностирования,

вероятности ошибок $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ вычисляются по формулам:

$$P_{1,2} = P_1^0 P_1^c, P_{2,1,1}^y + P_1^0 P_3^c = P_1^c \cdot P_{2,1}^a P_{1,2,1}^b + P_3^c P_{1,2,3}^b, \quad (8)$$

$$P_{2,1} = P_2^0 P_1^c P_{1,2,1}^y + P_2^0 P_2^c = P_1^c P_{1,1}^a P_{2,1,1}^b + P_2^c P_{2,1,2}^b. \quad (9)$$

1.5. Если состояние объекта диагностирования определяют совокупностью n независимых диагностических параметров и средство диагностирования может находиться в состояниях, перечисленных в п. 1.4, вероятности ошибок $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ вычисляются по формулам:

$$P_{1,2} = P_1^c \left[\prod_{v=1}^n P_v - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1}) \right] + P_3^c \prod_{v=1}^n P_v; \quad (10)$$

$$P_{2,1} = P_1^c \left[\prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1} + \beta_{v,1}) - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1}) \right] + P_2^c \left(1 - \prod_{v=1}^n P_v \right). \quad (11)$$

Примечание. Если при диагностировании диагностический параметр v ($v=1,2,\dots,n$) не проверяют, то $\alpha_{v,1}=0$, $\beta_{v,1}=1-P_v$.

1.6. В тех случаях, когда можно пренебречь возможностью открытых отказов средства диагностирования, то есть $P_1^c=1$, $P_2^c=P_3^c=0$, ошибки $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ вычисляются по формулам:

$$P_{1,2} = \prod_{v=1}^n P_v - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1}), \quad (12)$$

$$P_{2,1} = \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1} + \beta_{v,1}) - \prod_{v=1}^n (P_v - \alpha_{v,1}). \quad (13)$$

2. Апостериорную вероятность ошибки диагностирования вида (i, j) вычисляют по формуле

$$P_{i,j}^A = \frac{P_{i,j}}{\sum_{l=1}^m P_{i,l}}. \quad (14)$$

3. Вероятность правильного диагностирования вычисляют по формуле

$$D = \sum_{i=1}^m P_{i, i} = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m P_{i, j}. \quad (15)$$

Оценку вероятности правильного диагностирования вычисляют по формуле

$$\hat{D} = \sum_{i=1}^m \hat{P}_{i, i} = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \hat{P}_{i, j}. \quad (16)$$

3.1. Для распространенного класса систем диагностирования, предназначенных для проверки работоспособности, то есть при различении $m=2$ состояний объектов диагностирования, вероятность правильного диагностирования вычисляют по формуле

$$D = 1 - P_{1, 2} - P_{2, 1}. \quad (17)$$

Вероятности ошибок $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ определяют по формулам (4)–(11).

3.2. Если состояние объекта диагностирования определяют совокупностью n независимых диагностических параметров и средство диагностирования различает 2^n состояний объекта диагностирования, вероятность правильного диагностирования вычисляют по формуле

$$D = \sum_{i=1}^k P_i^c \prod_{v=1}^n (1 - \alpha_{v, i} - \beta_{v, i}). \quad (18)$$

3.2.1. Если средство диагностирования находится в одном из состояний, перечисленных в п. 1.4, вероятность правильного диагностирования вычисляют по формуле

$$D = P_1^c \prod_{v=1}^n (1 - \alpha_{v, 1} - \beta_{v, 1}) + P_2^c \prod_{v=1}^n P_{v, 2} + P_3^c \prod_{v=1}^n (1 + P_{v, 3}). \quad (19)$$

3.2.2. В тех случаях, когда можно пренебречь возможностью скрытых отказов средства диагностирования, вероятность D вычисляют по формуле

$$D = \prod_{v=1}^n (1 - \alpha_{v, 1} - \beta_{v, 1}). \quad (20)$$

4. Среднюю оперативную продолжительность диагностирования вычисляют по формуле

$$\tau_x = \sum_{i=1}^m \tau_i \hat{P}_i^0 = \sum_{i=1}^m P_i^0 \sum_{l=1}^k \tau_{i, l} P_l^c, \quad (21)$$

где τ_i — средняя оперативная продолжительность диагностирования объекта, находящегося в состоянии i ;

$\tau_{i, l}$ — оперативная продолжительность диагностирования объекта, находящегося в состоянии i при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l .

Величина τ_i включает продолжительность выполнения вспомогательных операций диагностирования и продолжительность собственно диагностирования.

Оценку средней оперативной продолжительности диагностирования определяют по формуле

$$\hat{\tau}_d = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \sum_{i=1}^m \hat{\tau}_{i, g} P_i^0, \quad (22)$$

где $\tau_{i, g}$ — оперативная продолжительность диагностирования объекта, находящегося в состоянии i , при g -м испытании.

5. Среднюю стоимость диагностирования вычисляют по формуле

$$C_d = \sum_{i=1}^m C_i P_i^0 = \sum_{i=1}^m P_i^0 \sum_{l=1}^k C_{i, l} P_l^c, \quad (23)$$

где C_i — средняя стоимость диагностирования объекта, находящегося в состоянии i ;

$C_{i, l}$ — стоимость диагностирования объекта, находящегося в состоянии i при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l .

Величина C_i включает амортизационные затраты диагностирования, затраты на эксплуатацию системы диагностирования и стоимость износа объекта диагностирования.

6. Среднюю оперативную трудоемкость диагностирования вычисляют по формуле

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{d, i} P_i^0 = \sum_{i=1}^m P_i^0 \sum_{l=1}^k S_{d, i, l} P_l^c, \quad (24)$$

где $S_{d, i}$ — средняя оперативная трудоемкость диагностирования при нахождении объекта в состоянии i ;

$S_{d, i, l}$ — оперативная трудоемкость диагностирования объекта, находящегося в состоянии i при условии, что средство диагностирования находится в состоянии l .

Оценку средней оперативной трудоемкости диагностирования определяют по формуле

$$\hat{S}_d = \frac{1}{N} \sum_{g=1}^N \sum_{i=1}^m \hat{S}_{d, i, g} P_i^0, \quad (25)$$

где $\hat{S}_{d, i, g}$ — оперативная трудоемкость диагностирования объекта, находящегося в состоянии i , при g -м испытании.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ПРИМЕР

РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

1. Исходные данные

Объектом диагностирования (ОД) является бортовая система связи, состоящая из двух блоков: коротковолновой и ультракоротковолновой радиостанции. Система диагностирования определяет техническое состояние ОД с глубиной поиска дефекта до блока, то есть фиксирует работоспособное и неработоспособное состояние каждого блока.

Техническое состояние каждого блока определяют совокупностью четырех диагностических параметров (ДП), характеристики которых приведены в табл. 1 настоящего приложения.

Анализ статистических данных показал, что все ДП имеют нормальное распределение с математическими ожиданиями, совпадающими с номинальными значениями ДП, и средними квадратическими отклонениями $\sigma_{\mu, \nu}$ (где μ — номер блока, ν — номер ДП).

Средства диагностирования (СД) характеризуются погрешностями измерений ДП, имеющими нормальное распределение с нулевыми математическими ожиданиями и средним квадратическим отклонением $\sigma_{\mu, \nu}$, значения которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Блок		Диагностический параметр		$N_{\mu, \nu}$	$\Delta_{\mu, \nu} (\delta_{\mu, \nu})$	Среднее квадратическое отклонение	
Номер	Наименование	Номер	Наименование	Номинальное значение	Пред. откл.	диагностического параметра	погрешности измерения
						$\sigma_{\mu, \nu}$	$\sigma_{\mu, \nu}$
1	УКВ-радиостанция	1—1	Мощность передатчика, Вт	25	20	2,6	0,39
		1—2	Чувствительность приемника, мкВ	2,5	3	0,25	0,03
		1—3	Напряжение самопрслушивания, В	35	± 15	6,0	0,12
		1—4	Коэффициент глубины модуляции, %	85	± 15	6,25	0,94
2	КВ-радиостанция	2—1	Мощность передатчика, Вт	450	400	27,8	2,78
		2—2	Чувствительность приемника, мкВ	2	3	0,42	0,08
		2—3	Коэффициент глубины модуляции, %	85	± 15	6,25	0,62
		2—4	Напряжение самопрслушивания, В	35	± 15	5,76	Не проверяют

Анализ отказов, возникающих в СД, показал, что при диагностировании СД могут находиться: с вероятностью $P_4^c = 0,97$ в состоянии $l=1$; с вероятностью $P_2^c = 0,01$ в состоянии $l=2$; с вероятностью $P_3^c = 0,02$ в состоянии $l=3$ (см. п. 1.4 приложения 1).

Характеристики технических состояний объекта диагностирования приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер технического состояния ОД i	Техническое состояние ОД	Продолжительность		Средняя стоимость диагностирования C_i , условные единицы	Вероятность технического состояния P_i^0
		собственно диагностирования $\tau_{1, i}$	вспомогательных операций $\tau_{2, i}$		
1	11	0,1	0,5	1	0,8595
2	10	0,2	0,7	1,5	0,0645
3	01	0,2	0,8	1,8	0,0707
4	00	0,4	1	2,2	0,0053

Систему диагностирования обслуживают два оператора, причем вспомогательные операции выполняют оба оператора, а собственно диагностирование осуществляется с участием только одного оператора.

2. Порядок расчета

2.1. Определяем нормированные величины:

$$X_{\mu, \nu} = \begin{cases} \frac{|\Delta_{\mu, \nu}|}{\sigma_{\mu, \nu}} & \text{— для диагностического параметра с двусторонним допуском;} \\ \frac{|\delta_{\mu, \nu} - N_{\mu, \nu}|}{\sigma_{\mu, \nu}} & \text{— для диагностического параметра с односторонним допуском;} \end{cases}$$

$$z_{\mu, \nu} = \frac{\sigma_{\mu, \nu}}{\sigma_{\mu, \nu}} \quad (\text{см. табл. 3 настоящего приложения}).$$

2.2. Вычисляем вероятности $\alpha_{\mu, \nu, 1}$ и $\beta_{\mu, \nu, 1}$ по формулам:

$$\alpha_{\mu, \nu, 1} = \frac{1}{2\pi} \int_{-x_{\mu, \nu}}^{x_{\mu, \nu} - \frac{y^2}{2}} e^{-\frac{t^2}{2}} \left[\int_{-\infty}^{\frac{x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + \int_{\frac{x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right] dy;$$

$$\beta_{\mu, \nu, 1} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_{-\infty}^{-x_{\mu, \nu} - \frac{y^2}{2}} e^{-\frac{t^2}{2}} \left[\int_{\frac{x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}}^{\frac{x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right] dy + \int_{x_{\eta, \nu}}^{+\infty} \left[\int_{\frac{-x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}}^{\frac{x_{\mu, \nu} - y}{z_{\mu, \nu}}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right] dy \right\}$$

(см. табл. 3 настоящего приложения).

2.3. Определяем априорную вероятность того, что диагностический параметр находится в допустимых пределах по формуле

$$P_{\mu, \nu} = \begin{cases} 2\Phi_0(x_{\mu, \nu}) & \text{— для диагностического параметра с двусторонним допуском;} \\ 0,5 + \Phi_0(x_{\mu, \nu}) & \text{— для диагностического параметра с односторонним допуском;} \end{cases}$$

$$\text{где } \Phi_0(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^a e^{-\frac{t^2}{2}} dt \text{ — нормированная функция Лапласа}$$

(см. табл. 3 настоящего приложения).

2.4. Определяем априорную вероятность работоспособности каждого блока ОД по формуле

$$P_{\mu} = \prod_{\nu=1}^4 P_{\mu, \nu}$$

(см. табл. 3 настоящего приложения).

2.5. Определяем для каждого блока вероятности $P_{1, 2, \mu}$ и $P_{2, 1, \mu}$ по формулам (6) и (7) настоящего стандарта

$$P_{1, 2, \mu} = \alpha_{\mu, 1} = P_{\mu} - \prod_{\nu=1}^4 (P_{\mu, \nu} - \alpha_{\mu, \nu, 1}),$$

$$P_{2, 1, \mu} = \beta_{\mu, 1} = \prod_{\nu=1}^4 (P_{\mu, \nu} - \alpha_{\mu, \nu, 1} + \beta_{\eta, \nu, 1}) - \prod_{\nu=1}^4 (P_{\mu, \nu} - \alpha_{\mu, \nu, 1}).$$

Таблица 3

Номер диагностического параметра	$x_{\mu, \nu}$	$z_{\mu, \nu}$	$P_{\mu, \nu}$	P_{μ}	$\sigma_{\mu, \nu, 1}$	$\beta_{\mu, \nu, 1}$	$P_{1, 2, \mu}$	$P_{2, 1, \mu}$
1—1	1,92	0,15	0,9722		$0,526 \cdot 10^{-2}$	$0,348 \cdot 10^{-2}$		
1—2	2,02	0,12	0,9784	0,9240	$0,324 \cdot 10^{-2}$	$0,23 \cdot 10^{-2}$	0,014813	0,0094
1—3	2,5	0,02	0,9876		$0,391 \cdot 10^{-2}$	$0,211 \cdot 10^{-2}$		
1—4	2,4	0,15	0,9836		$0,399 \cdot 10^{-2}$	$0,216 \cdot 10^{-2}$		
2—1	1,8	0,1	0,9642		$0,401 \cdot 10^{-2}$	$0,308 \cdot 10^{-2}$		
2—2	2,35	0,2	0,9907	0,9302	$0,308 \cdot 10^{-2}$	$0,162 \cdot 10^{-2}$	0,00874	0,0152
2—3	2,4	0,1	0,9836		$0,209 \cdot 10^{-2}$	$0,154 \cdot 10^{-2}$		
2—4	2,6	—	0,9907		0	$0,93 \cdot 10^{-2}$		

2.6. Определяем вероятность правильного диагностирования ОД по формуле (19) настоящего стандарта

$$D = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 (1 - \alpha_{\mu, 1} - \beta_{\mu, 1}) + P_2^c \prod_{\mu=1}^2 P_{\mu} + P_3^c \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu}) = 0,9325.$$

Примечание. Для сравнения определим вероятность правильного диагностирования при проверке работоспособном ОД. Для этого предварительно вычислим вероятности $P_{1,2}$ и $P_{2,1}$ по формулам (10) и (11) настоящего стандарта

$$P_{1, 2} = P_1^c \left[\prod_{\mu=1}^2 P_{\mu} - \prod_{\mu=1}^2 (P_{\mu} - \alpha_{\mu, 1}) \right] + P_3^c \prod_{\mu=1}^2 P_{\mu} = 0,03825;$$

$$P_{2, 1} = P_1^c \left[\prod_{\mu=1}^2 (P_{\mu} - \alpha_{\mu, 1} + \beta_{\mu, 1}) - \prod_{\mu=1}^2 (P_{\mu} - \alpha_{\mu, 1}) \right] + P_3^c (1 - \prod_{\mu=1}^2 P_{\mu}) = 0,0234.$$

Вероятность правильного диагностирования при проверке работоспособности (17)

$$D = 1 - P_{1, 2} - P_{2, 1} = 0,9383.$$

2.7. Определяем матрицу вероятностей ошибок диагностирования вида (i, j) по формуле (3) настоящего стандарта.

$$P_{1, 1} = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 (P_{\mu} - \alpha_{\mu, 1}) + P_2^c \prod_{\mu=1}^2 P_{\mu};$$

$$P_{1, 2} = P_1^c (P_1 - \alpha_{1, 1}) \alpha_{2, 1};$$

$$P_{1, 3} = P_1^c \alpha_{1, 1} (P_2 - \alpha_{2, 1});$$

$$P_{1, 4} = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 \alpha_{\mu, 1} + P_3^c \prod_{\mu=1}^2 P_{\mu};$$

$$P_{2, 1} = P_1^c (P_1 - \alpha_{1, 1}) \beta_{2, 1} + P_2^c P_1 (1 - P_2);$$

$$P_{2, 2} = P_1^c (P_1 - \alpha_{1, 1}) (1 - P_2 - \beta_{2, 1});$$

$$P_{2, 3} = P_1^c \alpha_{1, 1} \beta_{2, 1};$$

$$P_{2, 4} = P_1^c \alpha_{1, 1} (1 - P_2 - \beta_{2, 1}) + P_3^c P_1 (1 - P_2);$$

$$P_{3, 1} = P_1^c \beta_{1, 1} (P_2 - \alpha_{2, 1}) + P_2^c (1 - P_1) P_2;$$

$$P_{3, 2} = P_1^c \beta_{1, 1} \alpha_{2, 1};$$

$$P_{3, 3} = P_1^c (1 - P_1 - \beta_{1, 1}) (P_2 - \alpha_{2, 1});$$

$$P_{3, 4} = P_1^c (1 - P_1 - \beta_{1, 1}) \alpha_{2, 1} + P_3^c (1 - P_1) P_2;$$

$$P_{4,1} = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 \beta_{\mu,1} + P_2^c \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu});$$

$$P_{4,2} = P_1^c \beta_{1,1} (1 - P_2 - \beta_{2,1});$$

$$P_{4,3} = P_1^c (1 - P_1 - \beta_{1,1}) \beta_{2,1};$$

$$P_{4,4} = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu} - \beta_{\mu,1}) + P_3^c \prod_{\mu=1}^2 (1 - P_{\mu}).$$

В результате получаем

$$\left\| P_{i,j} \right\| = \begin{vmatrix} 0,82125 & 0,00770 & 0,01323 & 0,01646 \\ 0,01350 & 0,04812 & 0,00022 & 0,00207 \\ 0,00911 & 0,00008 & 0,05953 & 0,00198 \\ 0,00017 & 0,00050 & 0,00098 & 0,00363 \end{vmatrix}$$

Примечание. Для сравнения определим вероятность правильного диагностирования по формуле

$$D = \sum_{i=1}^4 P_{i,i} = 0,9325.$$

Как видно, полученный результат совпадает с результатом п. 2.6.

2.8. Определяем матрицу апостериорных вероятностей ошибок диагностирования вида (i, j) по формуле (14) настоящего стандарта

$$P_{1,1}^A = \frac{P_{1,1}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,1}}; \quad P_{1,2}^A = \frac{P_{1,2}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,2}};$$

$$P_{1,3}^A = \frac{P_{1,3}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,3}}; \quad P_{1,4}^A = \frac{P_{1,4}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,4}};$$

$$P_{2,1}^A = \frac{P_{2,1}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,1}}; \quad P_{2,2}^A = \frac{P_{2,2}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,2}};$$

$$\begin{aligned}
 P_{2,3}^A &= \frac{P_{2,3}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,3}}; & P_{2,4}^A &= \frac{P_{2,4}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,4}}; \\
 P_{3,1}^A &= \frac{P_{3,1}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,1}}; & P_{3,2}^A &= \frac{P_{3,2}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,2}}; \\
 P_{3,3}^A &= \frac{P_{3,3}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,3}}; & P_{3,4}^A &= \frac{P_{3,4}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,4}}; \\
 P_{4,1}^A &= \frac{P_{4,1}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,1}}; & P_{4,2}^A &= \frac{P_{4,2}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,2}}; \\
 P_{4,3}^A &= \frac{P_{4,3}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,3}}; & P_{4,4}^A &= \frac{P_{4,4}}{\sum_{i=1}^4 P_{i,4}};
 \end{aligned}$$

В результате расчета получаем

$$\left\| P_{i,j}^A \right\| = \begin{vmatrix} 0,97301 & 0,13652 & 0,17888 & 0,68126 \\ 0,01579 & 0,85319 & 0,00297 & 0,08575 \\ 0,01079 & 0,00142 & 0,80489 & 0,08202 \\ 0,00020 & 0,00887 & 0,01325 & 0,15037 \end{vmatrix}$$

2.9. Для сравнения определим вероятность правильного диагностирования с глубиной поиска дефекта до ДП

$$D = P_1^c \prod_{\mu=1}^2 \prod_{\nu=1}^4 (1 - \alpha_{\mu,\nu}) (1 - \beta_{\mu,\nu}) + P_2^c \prod_{\mu=1}^2 \prod_{\nu=1}^4 P_{\mu,\nu} + P_3^c \prod_{\mu=1}^2 \prod_{\nu=1}^4 (1 - P_{\mu,\nu}) = 0,9306.$$

2.10. Определяем априорные вероятности состояний ОД по формулам

$$P_1^0 = P_1 P_2, \quad P_2^0 = P_1 (1 - P_2), \quad P_3^0 = (1 - P_1) P_2, \quad P_4^0 = (1 - P_1) (1 - P_2)$$

(см. табл. 2 настоящего приложения).

2.11. Определяем среднюю оперативную продолжительность диагностирования в часах по формуле (21) настоящего стандарта.

$$\tau_d = \sum_{i=1}^4 P_i^0 (\tau_{1,i} + \tau_{2,i}) = 0,65.$$

2.12. Определяем среднюю оперативную трудоемкость диагностирования в часах по формуле (24) настоящего стандарта

$$S_d = \sum_{i=1}^4 P_i^0 (S_{1i} + S_{2i}) = 1,19.$$

2.13. Определяем среднюю стоимость диагностирования в условных единицах по формуле (23) настоящего стандарта

$$C_d = \sum_{i=1}^4 P_i^0 C_i = 1,1.$$

Редактор *Л. А. Бурмистрова*
Технический редактор *Л. Б. Семенова*
Корректор *В. М. Смирнова*