

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА

ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

ГОСТ 23564—79

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б. Н. Колесов, И. В. Кузьмин, А. В. Мозгалевский, В. А. Игнатов, А. С. Касаткин, Э. Г. Петров, 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

УДК 658.58 : 620.1 : 006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

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), $i \neq j$	$P^{A}_{i,\,j}$	Вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i при условии, что получен результат «Объект диагностирования находится в техническом состоянии j». Примечание. При $i=j$ показатель $P^{A}_{i,i}$ является апостериорной вероятностью правильного определения технического состояния

Издание официальное ★

Перепечатка воспрещена

©Издательство стандартов, 1979

Продолжение

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	$\tau_д$	Математическое ожидание оперативной продолжительности однократного диагностирования
Средняя стоимость диагностирования	$C_д$	Математическое ожидание стоимости однократного диагностирования
Средняя оперативная трудоемкость диагностирования	$S_д$	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

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

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

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

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

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

Вероятности P_i^0, $i=1,2,\ldots,m$ и P_l^c, $l=1,2,\ldots,k$ 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 2^n состояний объекта диагностирования, вероятность $P_{i,\,j}$ вычисляют по формуле

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

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

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

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

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

P_ν — априорная вероятность нахождения диагностического параметра ν в поле допуска;

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

$\beta_{\nu,\,l}$ — вероятность совместного наступления двух событий: диагностический параметр ν 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:

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

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

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 нахождение 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:

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

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

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 $P_{2,1}$ вычисляют по формулам:

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

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

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 $P_{2,1}$ вычисляют по формулам:

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

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

Примечание. Если при диагностировании диагностический параметр ν ($\nu=1,2,\ldots,n$) не проверяют, то $\alpha_{\nu,\,1}=0$, $\beta_{\nu,\,1}=1-P_\nu$.

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

$$P_{1,\,2}=\prod_{\nu=1}^{n}P_\nu-\prod_{\nu=1}^{n}(P_\nu-\alpha_{\nu,\,1}), \tag{12}$$

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

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

$$P_{i,\,j}^A=\frac{P_{i,\,j}}{\sum\limits_{l=1}^{m}P_{i,\,l}}. \tag{14}$$

3. Вероятность правильного диагностирования вычисляют по формуле

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

Оценку вероятности правильного диагностирования вычисляют по формуле

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

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

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

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

$$D=\sum_{l=1}^{k} P_l^c \prod_{\nu=1}^{n}(1-\alpha_{\nu,\ l}-\beta_{\nu,\ l}). \qquad (18)$$

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

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

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

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

4. Среднюю оперативную продолжительность диагностирования вычисляют по формуле

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

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

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

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

5. Среднюю стоимость диагностирования вычисляют по формуле

$$C_{д}=\sum_{i=1}^{m}C_iP_i^0=\sum_{i=1}^{m}P_i^0\sum_{l=1}^{k}C_{i,\,l}\,P_l^c\,. \qquad (23)$$

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

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

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

$S_{д,i,l}$ — 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

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

где $\hat{S}_{д,\,i,\,g}$ — 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 $\sigma_{n,\mu,\nu}$ (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 $\sigma_{n,\mu,\nu}$, 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	Номин. значение	Пред. откл.	диагностического параметра $\sigma_{n,\mu,\nu}$	погрешности измерения $\sigma_{n,\mu,\nu}$
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 самопрослушивания, 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 самопрослушивания, 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_l, условные единицы	Вероятность технического состояния P_i^0
		собственно диагностирования $\tau_{1,\,l}$	вспомогательных операций $\tau_{2,\,l}$		
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:

$$X_{\mu,\,\nu}=\begin{cases}\dfrac{|\Delta_{\mu,\,\nu}|}{\sigma_{n,\,\mu,\,\nu}} & \text{— для диагностического параметра с двусторонним допуском;}\\[2ex] \dfrac{|\delta_{\mu,\,\nu}-N_{\mu,\,\nu}|}{\sigma_{n,\,\mu,\,\nu}} & \text{— для диагностического параметра с односторонним допуском;}\end{cases}$$

$z_{\mu,\,\nu}=\dfrac{\sigma_{n,\,\mu,\,\nu}}{\sigma_{n,\,\mu,\,\nu}}$ (см. табл. 3 настоящего приложения).

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

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

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

(см. табл. 3 настоящего приложения).

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

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

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

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

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

Таблица 3

Номер диагностического параметра	$x_{\mu, \nu}$	$z_{\mu, \nu}$	$P_{\mu, \nu}$	P_{μ}	$\alpha_{\mu, \nu, 1}$	$\beta_{\mu, \nu, 1}$	$P_{1, 2, \mu}$	$P_{2, 1, \mu}$
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

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

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате получаем

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

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

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

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

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

$$P^A_{2,3}=\frac{P_{2,3}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,3}};\qquad P^A_{2,4}=\frac{P_{2,4}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,4}};$$

$$P^A_{3,1}=\frac{P_{3,1}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,1}};\qquad P^A_{3,2}=\frac{P_{3,2}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,2}};$$

$$P^A_{3,3}=\frac{P_{3,3}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,3}};\qquad P^A_{3,4}=\frac{P_{3,4}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,4}};$$

$$P^A_{4,1}=\frac{P_{4,1}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,1}};\qquad P^A_{4,2}=\frac{P_{4,2}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,2}};$$

$$P^A_{4,3}=\frac{P_{4,3}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,3}};\qquad P^A_{4,4}=\frac{P_{4,4}}{\sum_{i=1}^{4}P_{i,4}};$$

В результате расчета получаем

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

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

$$D=P^c_1\prod_{\mu=1}^{2}\prod_{\nu=1}^{4}(1-\alpha_{\mu,\nu,1}-\beta_{\mu,\nu,1})+P^c_2\prod_{\mu=1}^{2}\prod_{\nu=1}^{4}P_{\mu,\nu}+P^c_3\prod_{\mu=1}^{2}\prod_{\nu=1}^{4}(1-P_{\mu,\nu})=0{,}9306.$$

2.10. Определяем априорные вероятности состояний ОД по формулам

$$P^0_1=P_1P_2,\quad P^0_2=P_1(1-P_2),\quad P^0_3=(1-P_1)P_2,\quad P^0_4=(1-P_1)(1-P_2)$$

(см. табл. 2 настоящего приложения).

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

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

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

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

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

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

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

Сдано в наб. 26.04.79 Подп. в печ. 17.09.79 1,0 п. л. 0,96 уч.-изд. л. Доп. тир. 39000 Цена 5 коп.

Орлена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, 123557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 604

gost.e-ecolog.ru