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. Мозгалевский, 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

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:

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

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

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:

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

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

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:

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

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

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

$$P_{i,\,j}^A=\frac{P_{i,\,j}}{\sum\limits_{i=1}^{m}P_{i,\,j}}. \qquad (14)$$

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

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

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

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

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_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:

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

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

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

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

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

(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 $\Phi_0(a)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_0^a e^{-\frac{t^2}{2}}dt$ — 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.

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

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

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

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

$$P_{2,1}=P_1^c(P_1-\alpha_{1,1})\beta_{2,1}+P_2^cP_1(1-P_2);$$

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

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

$$P_{2,4}=P_1^c\alpha_{1,1}(1-P_2-\beta_{2,1})+P_3^cP_1(1-P_2);$$

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате получаем

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В результате расчета получаем

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

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.

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