ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ДОСТОВЕРНОСТЬ И ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

МИ 187—86, МИ 188—86

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1987

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ДОСТОВЕРНОСТЬ И ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

МИ 187—86, МИ 188—86

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1987

РАЗРАБОТАНЫ Всесоюзным научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС)

Руководитель темы и исполнитель **В. М. Кашлаков**

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Отделом стандартизации в области метрологии ВНИИМС

Начальник отдела **Г. П. Сафаров**

УТВЕРЖДЕНЫ ВНИИМС 25 июля 1986 г.

УДК 389.14.64 Группа Т80.0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГСИ. Средства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки

Взамен МИ 187—79

МИ 187—86

Введены в действие с 01.07.87 г.

Настоящие методические указания предназначены для использования при разработке нормативно-технической документации (НТД), предусмотренной ГОСТ 8.375—80, ГОСТ 8.042—83, в соответствии с которой производятся первичная, периодическая, послеремонтная поверки средств измерений (СИ) органами государственной и ведомственной метрологических служб.

Методические указания устанавливают номенклатуру критериев достоверности поверки (производимой путем контроля основной погрешности СИ на соответствие норме, установленной в НТД) и параметров методик поверки.

Устанавливаемые критерии используются в качестве основных исходных данных при установлении значений параметров методик поверки.

Примечания:

1. В НТД, регламентирующей методики поверки конкретных типов СИ, необходимо указывать допускаемые значения критериев, принятые при установлении значений параметров методик поверки.

2. В НТД, регламентирующих общие требования к методикам поверки групп однотипных СИ, необходимо указывать, что для задания требуемой достоверности поверки конкретных типов СИ, входящих в категорию, должна использоваться номенклатура критериев и параметров, рекомендуемых настоящими методическими указаниями.

3. Устанавливаемые методическими указаниями критерии можно также использовать для оценки достоверности поверки при проведении метрологической экспертизы указанной выше НТД; при проведении метрологической экспертизы технических заданий (предложений) на СИ, предусмотренной ГОСТ 8.384—80 или ГОСТ 8.326—78.

Основные термины, используемые в настоящих методических указаниях, приведены в приложении 2, обозначения — в приложении 3.

1. КРИТЕРИИ ДОСТОВЕРНОСТИ ПОВЕРКИ

1.1. Устанавливаются следующие критерии достоверности поверки:

$P_{ba м}$ — наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра СИ;

$(\delta_м)_{ba}$ — отношение наибольшего возможного модуля контролируемой характеристики погрешности экземпляра СИ, который

© Издательство стандартов, 1987

может быть ошибочно признан годным, к пределу ее допускаемых значений.

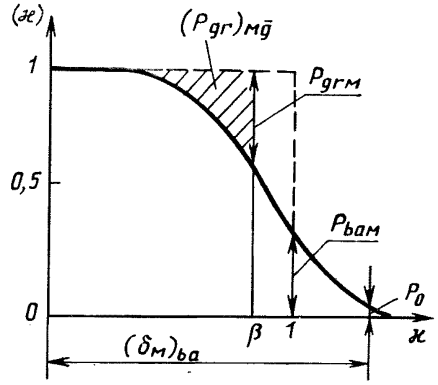
Примечание. За наибольшее возможное принимается такое значение контролируемой характеристики экземпляра СИ, при котором вероятность ошибочного признания его годным, уменьшаясь, достигает значения P_0, равного или практически близкого к нулю;

$(P_{gr})_{мg}^{-}$ — наибольшая средняя для совокупности годных экземпляров СИ вероятность ошибочного признания дефектным в действительности годных экземпляров СИ.

Примечания:

1. Критерии $P_{bам}$ и $(\delta_м)_{ba}$ характеризуют достоверность поверки любого дефектного экземпляра СИ, $(P_{gr})_{мg}^{-}$ — достоверность поверки совокупности годных экземпляров СИ в среднем.

2. При малом числе (или одном) поверяемых СИ вместо $(P_{gr})_{мg}^{-}$ в качестве критерия может быть установлена наибольшая вероятность $P_{grм}$ ошибочного признания дефектным любого в действительности годного экземпляра СИ.



1.2. За основные, с точки зрения обеспечения единства измерений, принимают критерии $P_{bам}$ и $(\delta_м)_{ba}$, за дополнительный — $(P_{gr})_{мg}^{-}$.

1.3. Графическая иллюстрация определений, данных в п. 1.1, приведена на рисунке, где $x = Q/|G_p|$ — отношение значения контролируемой характеристики Q к модулю ее предельно допускаемого значения G_p (рисунок иллюстрирует случай, когда $x \geqslant 0$); $L(x)$ — условная вероятность признания поверяемого экземпляра СИ годным при условии, что x имеет некоторое конкретное значение (оперативная характеристика); $x = 1$ — нормализованная (в долях модуля G_p) граница, левее которой находится область значений x для годных в действительности экземпляров СИ, правее—для дефектных в действительности СИ; $\beta = G_\beta / |G_p|$ — нормализованная граница области $0 \leqslant Q \leqslant G_\beta$ таких значений Q, для которых отрицательные результаты контроля (экземпляр СИ признается дефектным) рекомендуется считать ошибочными ($G_\beta \leqslant G_p$).

Критерию $P_{\text{ba}м}$ соответствует ордината кривой $L(\varkappa)$ в точке $\varkappa=1$, являющаяся наибольшей из тех, которые могут иметь место при $\varkappa>1$.

Критерию $(\delta_м)_{\text{ba}}$ соответствует абсцисса кривой $L(\varkappa)$, при которой ее ордината P_0 равна (или практически близка) нулю. При этом $(\delta_м)_{\text{ba}}=Q_м/|G_p|$, где $Q_м$ — наибольшее возможное значение контролируемой характеристики Q экземпляра СИ, который может быть ошибочно признан годным с вероятностью P_0.

Критерию $(P_{gr})_{м\bar{g}}$ соответствует заштрихованная на рисунке площадь, численно характеризующая отношение числа ошибочно забракованных в области (0—β) экземпляров СИ к их общему в области (0—1) числу.

Примечания:

1. Пунктирной линией на рисунке показана идеальная оперативная характеристика, которая имела бы место при идеальной методике поверки.

2. Вид реальной оперативной характеристики и, следовательно, ее отклонения от идеальной полностью определяется методикой поверки и ее параметрами.

3. Критерию $P_{\text{gr}м}$ соответствует дополнение ординаты кривой $L(\varkappa)$ до единицы в точке $\varkappa=\beta$.

4. Выделение области ($0\leqslant\varkappa\leqslant\beta$), т. е. принятие $\beta<1$ целесообразно не всегда. Введение $\beta<1$ имеет смысл в тех случаях, когда контролируемая характеристика может после контроля изменяться настолько, что вскоре после контроля возможен ее выход за границы поля допуска. Введение $\beta<1$ как бы учитывает заинтересованность потребителя в том, чтобы экземпляры СИ, контролируемые характеристики которых хотя и находятся в границах поля допуска, но близки к этим границам и, следовательно, вскоре могут потребовать ремонта, признавались (с некоторой вероятностью) дефектными. В противных случаях принимается $\beta=1$.

1.4. Математические выражения для критериев, установленных в п. 1.1, приведены в приложении 1.

2. ПАРАМЕТРЫ МЕТОДИК ПОВЕРКИ

2.1. За параметры методик поверки принимаются характеристики погрешности поверки (или наблюдений при поверке) и алгоритма контроля основной погрешности, входящие параметрами в выражение оперативной характеристики $L(\varkappa)$ и непосредственно влияющие на достоверность поверки экземпляров СИ.

2.2. В общем случае устанавливаются следующие параметры методик поверки:

m — число проверяемых в диапазоне измерения СИ точек;

Ω_p — допускаемая при выборе числа m разность между наибольшим модулем непрерывной нормализованной функции $\Delta_{0s}(x)$ систематической составляющей основной погрешности в диапазоне измерения СИ и его значением в соседствующей поверяемой точке.

Примечание. Нормализация функции $\Delta_{0s}(x)$ осуществляется делением на модуль предела Δ_{0sp} ее допускаемых значений;

n — число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в проверяемой точке, подлежащих совме-

стной обработке для получения результата измерения погрешности;

γ — абсолютное значение отношения границ $\pm G_\gamma$ поля контрольного допуска, с которыми сравнивается полученная при поверке оценка $\tilde{Q}$ контролируемой характеристики Q с целью принятия решения о годности или дефектности конкретного экземпляра СИ, к модулю G_p.

Примечание. Это отношение равно: $\gamma=\Delta_{0\gamma}/|\Delta_{0p}|$ — при контроле основной погрешности Δ_0; $\gamma_s=\Delta_{0s\gamma}/|\Delta_{0sp}|$ — при контроле ее систематической составляющей Δ_{0s}; $\gamma_\sigma=\sigma_\gamma[\mathring{\Delta}_0]/\sigma_p[\mathring{\Delta}_0]$ — при контроле среднего квадратического отклонения (С к о) $\sigma[\mathring{\Delta}_0]$ ее случайной составляющей $\mathring{\Delta}_0$. Здесь Δ_{0p}, Δ_{0sp}, $\sigma_p[\mathring{\Delta}_0]$ пределы допускаемых значений для Δ_0, Δ_{0s}, $\sigma[\mathring{\Delta}_0]$ соответственно;

α — отношение предела допускаемого значения погрешности Δ_I поверки (при $n=1$) или характеристик погрешности наблюдений (при $n>1$) при поверке к пределу допускаемого значения контролируемой характеристики.

Примечание. Это отношение равно: $\alpha_p=\Delta_{Ip}/|\Delta_{0p}|$ — если контролируется основная погрешность Δ_0 при $n=1$; $\alpha_{sp}=\Delta_{Isp}/|\Delta_{0sp}|$ и $\alpha_{\sigma p}=\sigma_p[\mathring{\Delta}_I]/\sigma_p[\mathring{\Delta}_0]$ — если контролируются характеристики ее отдельных составляющих Δ_{0s} и $\sigma[\mathring{\Delta}_0]$ соответственно при $n>1$.

2.3. Параметры методик поверки подразделяются на две группы.

К первой группе относятся параметры m и Ω_p. Они входят в число исходных данных при установлении значений параметров второй группы.

Ко второй группе относятся параметры α_p (или α_{sp} и $\alpha_{\sigma p}$), γ (или γ_s и γ_σ), n. Их значения устанавливаются в соответствии с рекомендациями методических указаний МИ 188—86 «ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки».

2.4. В зависимости от числа m проверяемых точек и числа n наблюдений можно выделить: методики поверки однозначных мер с несущественной ($m=1$, $n=1$) и существенной ($m=1$, $n>1$) случайной составляющей основной погрешности, методики поверки измерительных устройств (ИУ) с несущественной ($m>1$, $n=1$) и существенной ($m>1$, $n>1$) случайной составляющей основной погрешности, различающиеся номенклатурой и значениями параметров.

Примечание. К ИУ относится категория СИ, охватывающая измерительные приборы и измерительные преобразователи.

2.4.1. Номенклатуру параметров методик поверки однозначных мер с несущественной случайной составляющей основной погрешности составляют: параметры 1 группы $m=1$, $\Omega_p=0$; параметры 2 группы $n=1$, $\gamma\leqslant 1$, $\alpha_p<1$.

2.4.2. Номенклатуру параметров методик поверки ИУ с несущественной случайной составляющей основной погрешности составляют: параметры 1 группы $m>1$, $\Omega_p>0$; параметры 2 группы $n=1$, $\gamma\leqslant 1$, $\alpha_p<1$.

2.4.3. Номенклатуру параметров методик поверки однозначных мер с существенной случайной составляющей основной погрешности составляют: параметры 1 группы $m=1$, $\Omega_p=0$; параметры 2 группы $n>1$, $\gamma_s\leqslant 1$, $\alpha_{sp}<1$, $\gamma_\sigma\leqslant 1$, $\alpha_{\sigma p}<1$.

2.4.4. Номенклатуру параметров методик поверки ИУ с существенной случайной составляющей основной погрешности составляют: параметры 1 группы $m>1$, $\Omega_p>0$; параметры 2 группы $n>1$, $\gamma_s\leqslant 1$, $\alpha_{sp}<1$, $\gamma_\sigma\leqslant 1$, $\alpha_{\sigma p}<1$.

Математические выражения для критериев

Математические выражения для критериев, установленных в п. 1.1 имеют следующий вид:

$$P_{\text{ва м}}=L(\varkappa) \text{ в точке } \varkappa=1 \text{ или } \varkappa=-1 \tag{1}$$

$$(\delta_{\text{м}})_{\text{ва}}=L^{-1}(P) \text{ в точке } P=P_0, \tag{2}$$

где $L^{-1}(P)$ — функция, обратная функции $L(\varkappa)$;

$$(P_{\text{гг}})_{\text{м g}}=\beta-\int_0^{\beta} L(\varkappa)\,d\varkappa. \tag{3}$$

Оперативная характеристика $L(\varkappa)$ имеет следующее выражение

$$L(\varkappa)=\int_{-\gamma}^{\gamma} \varphi(\tilde{\varkappa}/\varkappa)\,d\tilde{\varkappa}, \tag{4}$$

где $\varphi(\tilde{\varkappa}/\varkappa)$ — условная (при условии, что контролируемая характеристика $\varkappa$ приняла некоторое конкретное значение) плотность распределения (ПР) вероятностей нормализованной оценки $\tilde{\varkappa}=\tilde{Q}/|G_{\text{р}}|$, получаемой путем измерений Q при контроле.

Примечания:

1. Формула (3) справедлива при условии, что ПР вероятностей контролируемой характеристики $\varkappa$ по совокупности годных в действительности СИ является равномерной функцией в пределах от -1 до $+1$ и $\varphi(\tilde{\varkappa}/\varkappa)$ является симметричной функцией.

2. Математическое выражение для критерия $P_{\text{гм}}$ имеет вид $P_{\text{гм}}=1-L(\varkappa)$ в точке $\varkappa=\beta$.

Основные термины

Погрешность поверки — по ГОСТ 16263—70.

Погрешность наблюдения — отклонение результата наблюдения от истинного значения измеряемой величины.

Примечания:

1. При $n=1$ погрешность поверки совпадает с погрешностью наблюдения при поверке.

2. Погрешность наблюдения при поверке включает в себя погрешность образцового СИ; погрешности, обусловленные вспомогательными СИ; погрешности, возникающие в конкретной схеме включения (соединения) поверяемого, образцового и вспомогательного СИ; методические погрешности, возникающие при наблюдении.

Результат наблюдения — по ГОСТ 16263—70.

Оценка контролируемой характеристики — результат измерения контролируемой характеристики.

Поле контрольного допуска — интервал, при нахождении в котором оценки контролируемой характеристики основной погрешности конкретного экземпляра СИ, принимается решение о его годности.

Проверяемые точки — такие значения входного (выходного) сигнала, при которых производится контроль дискретных значений характеристики основной погрешности, являющейся непрерывной функцией входного сигнала в диапазоне измерений СИ.

Достоверность поверки — свойство поверки, характеризуемое степенью соответствия заключения о принадлежности контролируемой характеристики действительной принадлежности ее к области допускаемых для нее значений.

Условные обозначения

G_β — абсолютное значение границ интервала ($-G_\beta \leqslant Q \leqslant G_\beta$) таких значений Q, для которых отрицательные результаты контроля рекомендуется считать ошибочными;

β — абсолютное значение отношения границ $\pm G_\beta$ к модулю $G_р$;

P_0 — близкая (или равная) нулю вероятность, которой на оперативной характеристике соответствует отношение $(\delta_м)_{ba}$;

$L^{-1}(P)$ — функция, обратная оперативной характеристике $L(\varkappa)$;

$\tilde{Q}$ — оценка контролируемой характеристики Q;

$\tilde{\varkappa}$ — нормализованное (в долях модуля $G_р$) значение оценки $\tilde{Q}$;

G_γ — модуль границ поля контрольного допуска, с которыми сравнивается оценка $\tilde{Q}$ с целью принятия решения о годности (дефектности) экземпляра СИ;

$\varphi(\tilde{\varkappa}/\varkappa)$ — условная (при условии, что $\varkappa$ приняло некоторое конкретное значение) плотность распределения вероятностей нормализованной оценки $\tilde{\varkappa}$;

$\Delta_{0\gamma}$, $\Delta_{0s\gamma}$, $\sigma_\gamma[\mathring{\Delta}_0]$ — модуль границ полей контрольных допусков при контроле Δ_0, Δ_{0s}, $\sigma[\mathring{\Delta}_0]$ соответственно.

Индексы, используемые в обозначениях критериев по п. 1.1

g — годный (*good*),
b — дефектный (*bad*),
a — признанный годным (*accepted*),
r — признанный дефектным (*rejected*);
x — общее обозначение информативного параметра входного сигнала;
$\Delta_{0s}(x)$ — функция, представляющая собой зависимость систематической составляющей Δ_{0s} от информативного параметра x входного сигнала;
$\varkappa_{0s}(x)$ — нормализованная (в долях модуля $\Delta_{0sр}$) функция $\Delta_{0s}(x)$;
m — число проверяемых точек;
Ω — разность между наибольшим модулем непрерывной функции $\varkappa_{0s}(x)$ систематической составляющей погрешности и его значением в соседствующей проверяемой точке;
$\Omega_р$ — допускаемое при выборе числа m значение Ω;
n — число наблюдений при поверке (при наличии вариации — число наблюдений при прямом или обратном ходе);
Δ_I — погрешность поверки (при $n>1$ — наблюдений при поверке);
Δ_{Is} — систематическая составляющая погрешности Δ_I;
$\mathring{\Delta}_I$ — случайная составляющая погрешности Δ_I;
$\sigma[\mathring{\Delta}_I]$ — среднее квадратическое отклонение случайной составляющей $\mathring{\Delta}_I$;
Δ_{Ip}, Δ_{Isp}, $\sigma_р[\Delta_I]$ — пределы допускаемых значений для Δ_I, Δ_{Is}, $\sigma[\mathring{\Delta}_I]$ соответственно;

$\alpha_р$, $\alpha_{вр}$, $\alpha_{\sigma р}$ — отношения пределов допускаемых значений погрешности поверки (или характеристик погрешности наблюдений при поверке) к пределам допускаемых значений основной погрешности (или ее контролируемых характеристик).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Достоверность и требования к методикам поверки средств измерений

МИ 187—86, МИ 188—86

Редактор *Н. А. Аргунова*
Технический редактор *М. И. Максимова*
Корректор *С. И. Ковалева*

Н/К

Сдано в наб. 30.03.87 Подп. в печ. 12.06.87 Т—14641 Формат 60×90$^{1}/_{16}$ Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная Печать высокая 2,5 усл. п. л. 2,625 усл. кр.-отт. 2,24 уч.-изд. л. Тираж 10 000 Изд. № 9445/4 Цена 15 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 2168.

gost.e-ecolog.ru