

УДК 53.087.92:629.7

Группа Д15

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

**СИСТЕМА ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**
Преобразователи измерительные.
Нормируемые метрологические характеристики

ОСТ 1 00181-75

На 14 страницах

Взамен 460АТ

Лит. изм.
№ изм.

Распоряжением Министерства от 26 июня 1975 г.

№ 087-16

срок введения установлен с 1 июля 1976 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на измерительные преобразователи, предназначенные для измерений при летных испытаниях и исследованиях летательных аппаратов и их систем.

2604

Изм. № дубликата
Изм. № подлинника

Издание официальное



Перепечатка воспрещена

одинаковыми по всему диапазону измерения преобразователя, либо различными на разных участках диапазона измерения.

1.10. Нормирующие значения характеристик погрешностей могут быть либо одинаковыми во всей рабочей области значений каждой влияющей величины (включая нормальную), либо различными на разных участках рабочих областей.

1.11. При оценке погрешности результата измерений необходимо учитывать, что $\sigma_{\Delta}(\Delta)$, $\Delta_{сд\text{ниж}}$ и $\Delta_{сд\text{верх}}$ для рабочей области значений какой-либо влияющей величины включают $\sigma_{\Delta}(\Delta)$, $\Delta_{сд\text{ниж}}$ и $\Delta_{сд\text{верх}}$ для нормальной области значений влияющих величин.

1.12. Нормируемые характеристики погрешностей выражаются в процентах от номинального диапазона измерения преобразователя. В отдельных случаях нормирующие значения допускается выражать в процентах относительно некоторых других величин (например, относительно номинального значения измеряемого параметра); при этом необходимо указывать, относительно какой величины задана погрешность.

1.13. Значение погрешности нормируется числом не более, чем с двумя значащими цифрами.

2. ПОРЯДОК НОРМИРОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Нормирование метрологических характеристик осуществляется предприятием-разработчиком преобразователей на основании технического задания на разработку, согласованного с предприятием-заказчиком.

2.2. Определение метрологических характеристик производится:

- для каждого преобразователя при единичном производстве;
- для группы преобразователей в начале серийного производства и периодически в процессе установившегося серийного производства.

2.3. Определение метрологических характеристик проводит предприятие-разработчик при участии предприятия-заказчика и предприятия-изготовителя. В процессе серийного производства определение характеристик проводит предприятие-изготовитель.

2.4. Объем группы преобразователей, отбираемых для определения метрологических характеристик при серийном производстве, и периодичность их определения устанавливаются в зависимости от объема производства преобразователей предприятием-изготовителем по согласованию с предприятием-заказчиком и предприятием-разработчиком и указываются в нормативно-технической документации.

Примечание. Определение метрологических характеристик преобразователей серийного производства одноразового использования производится по группе преобразователей, принадлежащих к данной серии или партии. Полученные характеристики приписываются всей серии или партии.

№ изм.
№ изв.

2504

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

2.5. По результатам определения метрологических характеристик преобразователей допускается корректировка нормирующих числовых значений этих характеристик предприятием-разработчиком по согласованию с предприятием-заказчиком и предприятием-изготовителем. Одновременно устанавливается перечень влияющих величин и их числовых значений, при которых будет производиться контроль метрологических характеристик при выпуске и отдельно при эксплуатации.

2.6. Контроль метрологических характеристик производится:

- каждого преобразователя, выпускаемого серийно, предприятием-изготовителем;
- каждого преобразователя при его эксплуатации предприятием-потребителем.

2.7. Сроки проведения периодического контроля при эксплуатации устанавливаются совместно предприятием-разработчиком и предприятием-изготовителем.

3. УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1. Определению подлежат все нормируемые метрологические характеристики преобразователей в нормальных условиях и при раздельном воздействии всех влияющих величин.

3.2. Нормальные условия применения преобразователей должны соответствовать следующим влияющим величинам:

- температура окружающей среды $+25 \pm 10^{\circ}\text{C}$;
- атмосферное давление 750 ± 30 мм рт.ст.;
- относительная влажность $65 \pm 15\%$;
- номинальное напряжение питания;
- отсутствие линейных, угловых, ударных и вибрационных ускорений;
- нормальное (рабочее) положение в пространстве;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей (кроме земного);
- наличие поверочной вибрации или "постукивания" (для преобразователей манометрического и некоторых других типов).

3.3. Определение метрологических характеристик при воздействии влияющих величин производится:

- при предельных значениях каждой влияющей величины;
- при промежуточных значениях каждой влияющей величины.

Число промежуточных значений устанавливается по согласованию между предприятием-заказчиком и предприятием-разработчиком. В число промежуточных значений должны входить те значения влияющих величин, при которых характеристики погрешностей принимают наибольшие значения.

3.4. Для определения метрологических характеристик преобразователей градуировки выполняются в следующем порядке:

№ изм.
№ изв.

2504

Изм. № дубликата
Изм. № подлинника

- не менее трех исходных градуировок в нормальных условиях;
- не менее одной градуировки в условиях воздействия каждой влияющей величины при ее фиксированных значениях;
- не менее одной градуировки в нормальных условиях, производимой после каждой градуировки с воздействием влияющих величин.

3.5. При каждой градуировке преобразователя входной сигнал необходимо изменять один раз от минимального до максимального значения (прямой ход) и один раз от максимального до минимального (обратный ход) в диапазоне измерения преобразователя. При переходе от прямого хода к обратному необходима выдержка в течение времени, оговоренного в технических условиях на преобразователь.

3.6. Минимальное число точек при каждой градуировке устанавливается по согласованию между предприятием-заказчиком и предприятием-разработчиком.

3.7. Систематическая и случайная составляющие погрешности контрольных средств измерения (для входного и выходного сигналов преобразователя) не должны превышать $0,20 + 0,66$ нормирующего значения для соответствующей составляющей погрешности преобразователя, у которого определяются метрологические характеристики.

Примечание. В тех случаях, когда в паспортах контрольных средств измерения не записаны отдельно случайная и систематическая составляющие погрешности, должно соблюдаться условие, чтобы погрешность, записанная в паспорте контрольных приборов, не превышала $1/5 + 1/3$ нормирующих значений как случайной, так и систематической составляющих погрешности по входу и выходу исследуемого преобразователя. При отсутствии контрольных средств требуемой точности допускается производить выбор контрольных средств по согласованию с заказчиком.

3.8. Если невозможно технически проводить градуировку по всему диапазону измерения преобразователя в условиях воздействия какой-либо влияющей величины, то допускается определять только отклонение выходного сигнала преобразователя от градуировочной характеристики в нормальных условиях, происходящее под воздействием этой величины, при одном или нескольких фиксированных значениях входного сигнала, в частности, при нулевом значении. В этом случае в качестве систематической составляющей погрешности принимается это отклонение выходного сигнала, пересчитанное к выходу преобразователя.

4. МЕТОД КОНТРОЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

4.1. Контроль нормируемых метрологических характеристик производится в нормальных условиях и при раздельном воздействии влияющих величин, установленных согласно требованиям п. 2.5.

4.2. Для контроля метрологических характеристик при выпуске преобразователя из производства градуировки выполняются в следующем порядке:

№ изм.
№ изв.

2504

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

5. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАПИСИ НОРМИРУЕМЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПАСПОРТАХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

5.1. Составление и заполнение паспорта на преобразователь должно соответствовать требованиям ГОСТ 18681-73.

5.2. В паспорте преобразователя приводятся значения нормируемых метрологических характеристик.

5.3. В паспорте указываются влияющие величины и их числовые значения, при воздействии которых:

- нормированы метрологические характеристики;
- произведен контроль метрологических характеристик при выпуске преобразователя из производства;
- производится периодический контроль преобразователей при эксплуатации.

5.4. У преобразователей единичного производства в паспорт заносится индивидуальная градуировочная характеристика и значения характеристик погрешности, полученные при выпуске преобразователя.

5.5. У преобразователей серийного производства в паспорт заносится номинальная градуировочная характеристика (типовая или индивидуальная) и значения характеристик погрешности.

5.6. В паспорт преобразователя заносятся следующие метрологические характеристики, определяющие статическую погрешность преобразователя:

- номинальный диапазон измерения преобразователя по входу $D_{Вх}$;
- номинальная градуировочная характеристика $X = f_H(Y)$ (типовая - в аналитическом виде; индивидуальная - в виде таблицы значений выходного сигнала при заданных значениях входного сигнала). Число пар значений входного и выходного сигналов, заносимых в паспорт, оговаривается в технических требованиях. По согласованию с заказчиком может дополнительно даваться обратная градуировочная характеристика в виде графика или полинома;
 - степень l полинома, аппроксимирующего обратную градуировочную характеристику;
 - предел $\sigma_p(\Delta)$ допустимого среднеквадратичного отклонения случайной составляющей погрешности в нормальных условиях и в условиях воздействия каждой влияющей величины (при нормировании по участкам диапазона измерения или по участкам рабочих областей значений влияющих величин - отдельно для каждого участка);
 - верхний $\Delta_{сд\text{верх}}$ и нижний $\Delta_{сд\text{ниж}}$ пределы допустимых значений систематической составляющей погрешности в нормальных условиях и в условиях воздействия каждой влияющей величины (при нормировании по участкам диапазона измерения или по участкам рабочих областей значений влияющих величин - отдельно для каждого участка).

№ изм.

№ изв.

2504

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Рекомендуемое

РАСЧЕТ ОЦЕНОК НОРМИРУЕМЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

1. Исходными данными для расчета оценок нормируемых метрологических характеристик являются результаты градуировок, выполненных согласно требованиям пп. 3.4 - 3.6, которые представляются в виде таблиц.

2. По результатам исходных градуировок в нормальных условиях определяется единая обратная градуировочная характеристика. Предварительного осреднения экспериментальных данных не производится.

3. По результатам каждой последующей (по п. 3.4) градуировки определяется самостоятельная обратная градуировочная характеристика.

Примечание. Если при каком-либо значении влияющей величины или после ее действия в нормальных условиях выполнено более одной градуировки, то по их результатам определяется единая обратная градуировочная характеристика.

4. При аналитическом определении обратной градуировочной характеристики производится аппроксимация экспериментальных точек полиномом степени l

$$X = a_0 + a_1 y + a_2 y^2 + \dots + a_l y^l.$$

Аппроксимация производится по методу наименьших квадратов.

5. Степень аппроксимирующего полинома определяется в следующем порядке:

а) все экспериментальные точки, полученные при градуировке, располагаются в порядке возрастания значений выходного сигнала;

б) производится аппроксимация экспериментальных точек последовательно полиномами степени $1, 2 \dots l$;

в) после каждой аппроксимации определяется знак разностей $\Delta_i = X_i - f(Y_i)$ для всех экспериментальных точек, участвовавших в процессе аппроксимации. Разности также располагаются последовательно в порядке возрастания значений выходного сигнала;

г) подсчитывается число h перемен знака разности (от плюса к минусу и от минуса к плюсу) при переходе от нижнего конца последовательности к верхнему;

д) аппроксимация прекращается, когда выполняется условие:

$$h \geq \begin{cases} \frac{n}{2}, & \text{если } n - \text{четное} \\ \frac{n+1}{2}, & \text{если } n - \text{нечетное} \end{cases}$$

Если условие не выполняется, то степень аппроксимирующего полинома увеличивается на единицу, и процесс повторяется.

Примечание. Степень аппроксимирующего полинома определяется только по результатам исходных градуировок в нормальных условиях. Результаты всех последующих градуировок аппроксимируются полиномом той же степени.

№ изм.
№ изв.

2504

Изм. № дубликата
Изм. № подлинника

6. При графическом определении обратной градуировочной характеристики экспериментальные точки наносятся на график. По всем точкам проводится с помощью лекала плавная кривая, при этом экспериментальные точки должны быть расположены равномерно по обе стороны от кривой. По графику производится визуальная оценка характера обратной градуировочной характеристики и характера распределения случайной составляющей погрешности (особенно у опытных преобразователей).

Примечание. Если чувствительность преобразователя различна на разных участках его диапазона измерения, то кривая должна содержать угловые точки.

7. Масштаб графика должен быть таким, чтобы величине погрешности $\sigma_{\Delta} (\Delta) \frac{D_{\beta x}}{100}$ соответствовал отрезок длиной 2-5 мм.

8. Расчет оценки среднеквадратичного отклонения случайной составляющей погрешности для каждого преобразователя и для каждой обратной градуировочной характеристики, определенной по пп. 2 и 3 данного приложения, производится по формуле:

$$S(\Delta) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [X_i - f(Y_i)]^2}{n - l - 1}} \frac{100}{D_{\beta x}} [\%],$$

где X_i - экспериментальное значение входного сигнала;

$f(Y_i)$ - значение входного сигнала, определенное по обратной градуировочной характеристике при экспериментальном значении выходного сигнала Y_i

Примечания: 1. Для преобразователей единичного производства и опытных экземпляров значение l должно определяться по п. 6 данного приложения. При графическом определении обратных градуировочных характеристик серийно выпускаемых преобразователей значение l заимствуется из технической документации.

2. При $n \geq 30$ допускается вычислять $S(\Delta)$ по следующей упрощенной формуле:

$$S(\Delta) = 1,25 \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - f(Y_i)|}{n} \frac{100}{D_{\beta x}} [\%].$$

9. Если предел $\sigma_{\Delta} (\Delta)$ допустимого среднеквадратичного отклонения случайной составляющей погрешности нормирован одним значением для всего диапазона измерения преобразователя, то суммирование в формуле распространяется на все экспериментальные точки вдоль всего диапазона измерения. Если же $\sigma_{\Delta} (\Delta)$ нормирован разными значениями для разных участков диапазона измерения, то суммирование распространяется только на точки, расположенные вдоль соответствующих участков, и расчет по формуле производится для каждого участка отдельно.

10. В качестве оценки среднеквадратичного отклонения случайной составляющей погрешности преобразователя в нормальных условиях принимается наибольшее из значений $S(\Delta)$, полученных по формуле п. 8 данного приложения:

№ изм.

№ изв.

2504

Изм. № дубликата

Изм. № подлинника

- для конкретного преобразователя - из всех градуировок в нормальных условиях (до воздействия, в промежутках между воздействиями и после воздействия влияющих величин);

- для группы преобразователей - из оценок, полученных для всех проверенных преобразователей.

11. В качестве оценки среднеквадратичного отклонения случайной составляющей погрешности преобразователя в условиях воздействия влияющих величин принимается:

- для конкретного преобразователя - непосредственный результат расчета по формуле п. 8 данного приложения для соответствующих условий;

- для группы преобразователей - наибольшая из оценок, полученных для всех проверенных преобразователей в тех же условиях.

12. Расчет оценки систематической составляющей погрешности производится в следующем порядке:

- находятся значения $f_H (Y_j)$ входного сигнала по номинальной обратной градуировочной характеристике и значения $f_K (Y_j)$ по каждой последующей обратной градуировочной характеристике при выбранных P значениях выходного сигнала Y_j ;

- оценка систематической составляющей погрешности для каждого из выбранных значений выходного сигнала и для каждой из построенных обратных градуировочных характеристик вычисляется по формуле:

$$\bar{\Delta}_{C_j} = [f_H (Y_j) - f_K (Y_j)] \frac{100}{D_{BX}} [\%].$$

13. Если систематическая составляющая погрешности нормирована постоянными верхним и нижним пределами по всему диапазону измерения (участку диапазона измерения), то в качестве ее оценки в нормальных условиях принимаются:

- для конкретного преобразователя - наибольшая и наименьшая (в алгебраическом смысле) разности $f_H (Y_j)$ и $f_K (Y_j)$ данного приложения, полученные на всем диапазоне (участке диапазона) измерения преобразователя по всем обратным градуировочным характеристикам в нормальных условиях, которые сравниваются с номинальной;

- для группы преобразователей - наибольшая и наименьшая (в алгебраическом смысле) оценки, полученные для всех проверенных преобразователей.

14. Если систематическая составляющая погрешности нормирована постоянными верхним и нижним пределами по всему диапазону измерения (участку диапазона измерения), то в качестве ее оценки в условиях воздействия влияющих величин принимаются:

- для конкретного преобразователя - наибольшая и наименьшая (в алгебраическом смысле) разности $f_H (Y_j)$ и $f_K (Y_j)$ данного приложения, полученные на всем диапазоне (участке диапазона) измерения преобразователя по обратной

№ изм.
№ изв.

2504

Имя. № дубликата
Имя. № подлинника

градуировочной характеристике в соответствующих условиях, которая сравнивается с номинальной;

- для группы преобразователей - наибольшая и наименьшая оценки, полученные для всех проверенных преобразователей.

15. Оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения систематической составляющей погрешности серийных преобразователей определяются в следующем порядке:

а) находится оценка математического ожидания систематической составляющей погрешности $\bar{M}_j[\Delta_c]$ при каждом из выбранных P значений выходного сигнала Y_j :

$$\bar{M}_j[\Delta_c] = \frac{1}{m} \sum_{r=1}^m \bar{\Delta}_{crj} \quad [\%] ;$$

б) находится оценка среднеквадратичного отклонения систематической составляющей погрешности $S_j(\Delta_c)$ при каждом из выбранных P значений выходного сигнала Y_j :

$$S_j(\Delta_c) = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^m \{ \bar{M}_j[\Delta_c] - \bar{\Delta}_{crj} \}^2}{m-1}} \quad [\%] .$$

16. Допускается производить определение оценок нормируемых характеристик погрешностей по значениям выходного сигнала. Результаты должны быть пересчитаны к входу преобразователя.

№ изм.

№ изв.

в. № дубликата

№ подлинника

2504

градуировочной характеристике в соответствующих условиях, которая сравнивается с номинальной;

- для группы преобразователей - наибольшая и наименьшая оценки, полученные для всех проверенных преобразователей.

15. Оценки математического ожидания и среднеквадратичного отклонения систематической составляющей погрешности серийных преобразователей определяются в следующем порядке:

а) находится оценка математического ожидания систематической составляющей погрешности $\bar{M}_j[\Delta_c]$ при каждом из выбранных P значений выходного сигнала Y_j :

$$\bar{M}_j[\Delta_c] = \frac{1}{m} \sum_{r=1}^m \bar{\Delta}_{crj} \quad [\%] ;$$

б) находится оценка среднеквадратичного отклонения систематической составляющей погрешности $S_j(\Delta_c)$ при каждом из выбранных P значений выходного сигнала Y_j :

$$S_j(\Delta_c) = \sqrt{\frac{\sum_{r=1}^m \{ \bar{M}_j[\Delta_c] - \bar{\Delta}_{crj} \}^2}{m-1}} \quad [\%] .$$

16. Допускается производить определение оценок нормируемых характеристик погрешностей по значениям выходного сигнала. Результаты должны быть пересчитаны к входу преобразователя.

№ изм.	№ изв.
--------	--------

Иив. № дубликата	2504
------------------	------

Иив. № подлинника	
-------------------	--

