ГОСТ 8.009—84

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2006

gost.e-ecolog.ru

УДК 389.14:006.354 Группа Т80

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Standardized metrological characteristics of measuring instruments

ГОСТ 8.009—84

Взамен ГОСТ 8.009—72

МКС 17.020
ОКСТУ 0008

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 28 мая 1985 г. № 1503 дата введения установлена

01.01.86

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений и устанавливает номенклатуру метрологических характеристик (МХ), правила выбора комплексов нормируемых МХ (НМХ) для конкретных типов средств измерений и способы нормирования МХ в нормативно-технических документах (НТД) на средства измерений: в стандартах общих технических условий и стандартах общих технических требований на средства измерений; стандартах технических условий и стандартах технических требований на средства измерений; в технических условиях на средства измерений; в технических заданиях на разработку средств измерений.

Допускается по согласованию с Госстандартом нормировать МХ, отличные от указанных в настоящем стандарте, если свойства средств измерений таковы, что по МХ, установленным в настоящем стандарте, не могут быть определены результаты измерений и рассчитаны характеристики инструментальной составляющей погрешности измерений, проводимых с помощью средства измерений данного вида или типа.

Стандарт не распространяется на эталоны, поверочные установки и средства измерений, разработанные как образцовые.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. МХ средств измерений, установленные стандартом, являются составной частью исходной информации:

для определения результатов измерений и расчетной оценки характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений;

для расчета МХ каналов измерительных систем, состоящих из средств измерений с нормированными МХ;

для оптимального выбора средств измерений,

а также предназначены для использования в качестве контролируемых характеристик при контроле средств измерений на соответствие установленным нормам.

1.2. В НТД на средства измерений конкретных видов или типов следует нормировать комплексы МХ (см. приложение 1) из числа установленных в настоящем стандарте и (или) в необходимых случаях дополнительно включенных исходя из специфики назначения средств измерений и технико-экономического обоснования.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★ *Переиздание. Январь 2006 г.*

© Издательство стандартов, 1985
© Стандартинформ, 2006

1.3. Комплекс МХ, установленный в НТД на средства измерений конкретных видов или типов, должен быть достаточен для определения результатов измерений (без учета поправки на систематическую погрешность измерений) и расчетной оценки с требуемой точностью характеристик инструментальных составляющих погрешностей измерений, проводимых с помощью средств измерений данного вида или типа в реальных условиях применения. Одновременно МХ, входящие в установленный комплекс, должны быть такими, чтобы был возможен их контроль при приемлемых затратах.

1.4. В эксплуатационной документации на средства измерений и (или) в тех НТД, в которых устанавливают конкретные комплексы НМХ средств измерений данного типа, должны быть указаны рекомендуемые методы расчета (в эксплуатационной документации — с примерами) инструментальной составляющей погрешности измерений при применении средств измерений данного типа в реальных условиях в пределах нормированных рабочих условий применения.

В НТД на средства измерений, предназначенные для применения в измерительных системах, должны быть указаны методы расчета МХ измерительных систем.

Требование к указанию метода расчета должно быть установлено в государственных и отраслевых стандартах, регламентирующих содержание и структуру НТД видов общих технических требований, общих технических условий, технических требований, технических условий на средства измерений.

1.5. Рациональность комплекса НМХ проверяют при государственных приемочных испытаниях средств измерений по ГОСТ 8.001—80* и ГОСТ 8.383—80*. Эта проверка должна быть включена в программы государственных испытаний средств измерений.

1.6. В настоящем стандарте не регламентировано установление комплексов (см. приложение 1) индивидуальных МХ конкретных экземпляров средств измерений, а также установление комплексов НМХ средств измерений таких типов, для которых нормируют характеристики погрешности средств измерений в рабочих условиях применения (без выделения основной погрешности).

1.7. В НТД на средства измерений, содержащих методику поверки, и в НТД на методики поверки должна быть указана наибольшая допускаемая погрешность поверки, установленная на основании принятых в данных НТД наибольшей допускаемой вероятности признания в результате поверки неисправного экземпляра средства измерений исправным и наибольшего допускаемого отношения реальной характеристики погрешности такого экземпляра средства измерений к ее нормированному пределу.

1.8. Положения настоящего стандарта могут быть применены для нормирования МХ нестандартизованных средств измерений.

1.9. Пояснения терминов, используемых в настоящем стандарте, приведены в приложении 3; примеры нормирования МХ — в приложении 5; обозначения — в приложении 6.

2. НОМЕНКЛАТУРА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений (без введения поправки)

2.1.1. Функция преобразования измерительного преобразователя, а также измерительного прибора с неименованной шкалой или со шкалой, отградуированной в единицах, отличных от единиц входной величины, — $f(x)$.

2.1.2. Значение однозначной или значения многозначной меры — Y.

2.1.3. Цена деления шкалы измерительного прибора или многозначной меры.

2.1.4. Вид выходного кода, число разрядов кода, цена единицы наименьшего разряда кода средств измерений, предназначенных для выдачи результатов в цифровом коде.

2.2. Характеристики погрешностей средств измерений

2.2.1. Характеристики систематической составляющей Δ_s погрешности средств измерений выбирают из числа следующих:

значение систематической составляющей Δ_s или

значение систематической составляющей Δ_s, математическое ожидание $M[\Delta_s]$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma[\Delta_s]$ систематической составляющей погрешности.

---

* На территории Российской Федерации действуют ПР 50.2.009—94.

Примечания:

1. Систематическая составляющая погрешности средств измерений рассматривается как случайная величина на множестве средств измерений данного типа.

2. Устанавливать математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение систематической составляющей погрешности целесообразно, если можно пренебречь их изменениями как во времени, так и в зависимости от изменения влияющих величин, или при возможности одновременного нормирования изменений данных характеристик как функции времени и условий применения.

2.2.2. Характеристики случайной составляющей $\overset{\circ}{\Delta}$ погрешности средств измерений выбирают из числа следующих:

среднее квадратическое отклонение $\sigma[\overset{\circ}{\Delta}]$ случайной составляющей погрешности или

среднее квадратическое отклонение $\sigma[\overset{\circ}{\Delta}]$ случайной составляющей погрешности, нормализованная автокорреляционная функция $r^{\circ}_{\Delta}(\tau)$ или функция спектральной плотности $S^{\circ}_{\Delta}(\omega)$ случайной составляющей погрешности.

2.2.3. Характеристика случайной составляющей $\overset{\circ}{\Delta}_H$ погрешности от гистерезиса — вариация H выходного сигнала (показания) средства измерений.

2.2.4. Характеристика погрешности средств измерений — значение погрешности.

Примечание. Погрешность средств измерений рассматривается как случайная величина на множестве средств измерений данного типа.

2.2.5. В НТД на средства измерений конкретных видов или типов допускается нормировать функции или плотности распределения вероятностей систематической и случайной составляющих погрешности.

2.2.6. Характеристика погрешности средств измерений в интервале влияющей величины — такая же, как по п. 2.2.4.

2.2.7. Математические определения статистических характеристик (оценок вероятностных характеристик) погрешности средств измерений приведены в приложении 2.

2.3. Характеристики чувствительности средств измерений к влияющим величинам выбирают из числа следующих

2.3.1. Функции влияния $\psi(\xi)$.

2.3.2. Изменения $\in(\xi)$ значений МХ средств измерений, вызванные изменениями влияющих величин ξ в установленных пределах.

2.4. Динамические характеристики средств измерений

2.4.1. Полная динамическая характеристика аналоговых средств измерений, которые можно рассматривать как линейные.

Полную динамическую характеристику выбирают из числа следующих (см. приложение 4):

переходная характеристика $h(t)$;

импульсная переходная характеристика $g(t)$;

амплитудно-фазовая характеристика $G(j\omega)$;

амплитудно-частотная характеристика $A(\omega)$ — для минимально-фазовых средств измерений;

совокупность амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик;

передаточная функция $G(S)$.

2.4.2. Частные динамические характеристики аналоговых средств измерений, которые можно рассматривать как линейные.

К частным динамическим характеристикам относят любые функционалы или параметры полных динамических характеристик. Примерами таких характеристик являются:

время реакции t_r;

коэффициент демпфирования γ_{dam};

постоянная времени T;

значение амплитудно-частотной характеристики на резонансной частоте $A(\omega_0)$;

значение резонансной собственной круговой частоты ω_0.

2.4.3. Частные динамические характеристики аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и цифровых измерительных приборов (ЦИП), время реакции которых не превышает интервала времени между двумя измерениями, соответствующего максимальной частоте (скорости) f_{max} измерений, а также цифроаналоговых преобразователей (ЦАП).

Примерами частных динамических характеристик АЦП являются:

время реакции t_r;

погрешность t_d датирования отсчета;

максимальная частота (скорость) измерений f_{max}.

Примером частных динамических характеристик ЦАП является время реакции преобразователя t_r.

2.4.4. Динамические характеристики аналого-цифровых средств измерений (в том числе измерительных каналов измерительных систем и измерительно-вычислительных комплексов, оканчивающихся АЦП), время реакции которых больше интервала времени между двумя измерениями, соответствующего максимально возможной для данного типа средств измерений частоте (скорости) f_{max} измерений:

полные динамические характеристики (п. 2.4.1) эквивалентной аналоговой части аналого-цифровых средств измерений;

погрешность датирования отсчета t_d;

максимальная частота (скорость) измерений f_{max}.

Примечания:

1. Если время реакции превышает интервал времени между двумя измерениями, соответствующий максимальной для данного типа средств измерений частоте (скорости) измерений, более чем в три раза, то погрешность датирования не нормируется.

2. Если время реакции превышает интервал времени между двумя измерениями, соответствующий максимальной для данного типа средств измерений частоте (скорости) измерений, менее чем в три раза, то полная динамическая характеристика эквивалентной аналоговой части аналого-цифровых средств измерений не нормируется.

2.4.5. В НТД на цифровые средства измерений конкретных видов или типов, наряду с установлением времени реакции или погрешности датирования отсчета, можно устанавливать их отдельные составляющие, такие как время задержки запуска, время ожидания, время преобразования, время задержки выдачи результата и т. д.

2.4.6. Для АЦП и ЦАП динамические характеристики следует указывать с учетом времени выполнения служебных операций, предусмотренных интерфейсом, в котором выполнены устройства обмена информацией этих средств измерений.

2.5. Характеристики средств измерений, отражающие их способность влиять на инструментальную составляющую погрешности измерений вследствие взаимодействия средств измерений с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов (таких как объект измерений, средство измерений и т. п.).

Примерами характеристик этой группы являются входной и выходной импедансы линейного измерительного преобразователя.

2.6. Неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений.

3. СПОСОБЫ НОРМИРОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1. Типовые характеристики, предназначенные для определения результатов измерений (пп. 2.1.1—2.1.4), нормируют как номинальные характеристики средств измерений данного типа.

3.2. Для конкретных экземпляров средств измерений, предназначенных для применения с одной или несколькими индивидуальными характеристиками (пп. 2.1.1—2.1.3), а не с номинальными, распространяющимися на все экземпляры средств измерений данного типа, соответствующие номинальные характеристики можно не нормировать. В этих случаях нормируют пределы (граничные характеристики), в которых должна находиться индивидуальная характеристика при предусмотренных условиях применения средств измерений.

3.3. Характеристики систематической составляющей погрешности средств измерений (п. 2.2.1) нормируют путем установления:

пределов (положительного и отрицательного) Δ_{sp} допускаемой систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа или

пределов Δ_{sp} допускаемой систематической составляющей погрешности, математического ожидания $M[\Delta_s]$ и среднего квадратического отклонения $\sigma[\Delta_s]$ систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа.

Примечания:

1. Если пределы допускаемой систематической составляющей погрешности симметричны, их записывают в виде «$\pm \Delta_{sp}$».

2. При необходимости допускается нормировать наибольшее допускаемое изменение систематической составляющей погрешности за заданный интервал времени.

3. При необходимости допускается нормировать изменение во времени пределов допускаемой систематической составляющей погрешности.

3.4. Характеристики случайной составляющей погрешности (п. 2.2.2) нормируют путем установления:

предела $\sigma_p[\overset{\circ}{\Delta}]$ допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности средств измерений данного типа или

предела $\sigma_p[\overset{\circ}{\Delta}]$ допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности, номинальной нормализованной автокорреляционной функции $r^{\circ}_{\Delta_{sf}}(\tau)$ или номинальной функции спектральной плотности $S^{\circ}_{\Delta_{sf}}(\omega)$ случайной составляющей погрешности и пределов допускаемых отклонений этих функций от номинальных.

3.5. Характеристику случайной составляющей $\overset{\circ}{\Delta}_H$ погрешности от гистерезиса (п. 2.2.3) нормируют путем установления предела (без учета знака) H_p допускаемой вариации выходного сигнала (показания) средства измерений данного типа.

3.6. При нормировании характеристики погрешности средств измерений (п. 2.2.4) устанавливают пределы (положительный и отрицательный) Δ_p допускаемой погрешности и предел H_p допускаемой вариации выходного сигнала (показания) средства измерений.

3.6.1. Характеристику по п. 2.2.4 можно нормировать для средств измерений, случайная составляющая погрешности которых в каждой точке диапазона измерений пренебрежимо мала в соответствии с критериями существенности, установленными в приложении 1.

3.6.2. Для средств измерений, не предназначенных для совместного применения с другими средствами измерений (в том числе в составе измерительных систем или измерительно-вычислительных комплексов), в тех случаях, когда их погрешность в рабочих условиях применения практически полностью может быть определена нормированными верхней $\Delta_в$ и нижней $\Delta_н$ границами интервала, в котором лежит погрешность в нормальных условиях с заданной вероятностью P, допускается указанные границы и вероятность нормировать и при существенной случайной составляющей основной погрешности средства измерений, в соответствии с критериями существенности, установленными в обязательном приложении 1.

3.7. Характеристику погрешности средств измерений в интервале влияющей величины (п. 2.2.6) нормируют так же, как указано в пп. 3.6, 3.6.1 и 3.6.2.

3.8. Функция влияния (п. 2.3.1) нормируют путем установления:

номинальной функции влияния $\psi_{sf}(\xi)$ и пределов допускаемых отклонений от нее или

граничных функций влияния: верхней $\psi^*(\xi)$ и нижней $\psi^*(\xi)$.

3.8.1. Граничные функции влияния нормируют для таких средств измерений, у которых велик разброс функций влияния по множеству экземпляров. В силу этого номинальную функцию влияния не нормируют. При применении таких средств измерений, в случае необходимости, определяют функции влияния, индивидуальные для каждого экземпляра средства измерений. Нормированные граничные функции влияния используют для контроля качества средств измерений.

3.9. Изменения значений МХ, вызванные изменениями влияющих величин (п. 2.3.2), нормируют путем установления пределов (положительного и отрицательного) допускаемых изменений характеристики при изменении влияющей величины в заданных пределах.

Пределы допускаемых изменений погрешности средства измерений допускается называть пределами допускаемой дополнительной погрешности средства измерений.

3.10. Функции влияния $\psi(\xi)$ и наибольшие допускаемые изменения $\epsilon_p(\xi)$ нормируют отдельно для каждой влияющей величины. Функции влияния и наибольшие допускаемые изменения допускается нормировать для совместных изменений нескольких влияющих величин как $\psi(\xi_1, \xi_2, \ldots)$ или $\epsilon_p(\xi_1, \xi_2, \ldots)$, если функция $\psi(\xi_i)$ или $\epsilon_p(\xi_i)$ какой-либо одной влияющей величины ξ_i существенно зависит от других влияющих величин ξ_i.

Критерий существенности устанавливают в НТД на средства измерений конкретных типов (или видов).

3.11. Полную динамическую характеристику аналоговых средств измерений, которые можно рассматривать как линейные (п. 2.4.1), нормируют путем установления номинальной полной динамической характеристики и пределов (положительного и отрицательного) допускаемых отклонений от нее.

3.11.1. Предпочтительной для нормирования является такая полная динамическая характеристика, экспериментальное определение и (или) контроль которой могут быть осуществлены с необходимой точностью и наиболее простым методом.

3.11.2. Наряду с нормируемой полной динамической характеристикой в НТД, при необходимости, могут быть приведены в качестве справочных данных другие полные динамические характеристики из числа перечисленных в п. 2.4.1.

3.12. Частные динамические характеристики аналоговых средств измерений, которые можно рассматривать как линейные (п. 2.4.2), нормируют путем установления номинальных частных динамических характеристик и пределов (положительного и отрицательного) допускаемых отклонений от них.

3.12.1. Допускается нормировать только частную динамическую характеристику в тех случаях, когда эта характеристика достаточна для учета динамических свойств средства измерений при его применении. Предпочтительной является такая частная динамическая характеристика, экспериментальное определение и (или) контроль которой могут быть осуществлены с необходимой точностью и наиболее простым методом.

3.13. Частные динамические характеристики АЦП и ЦИП, время реакции которых не превышает интервала времени между двумя измерениями, соответствующего максимальной частоте (скорости) измерений, а также характеристики ЦАП (пп. 2.4.3, 2.4.5 и 2.4.6) нормируют путем установления номинальных частных динамических характеристик и пределов (положительного и отрицательного) допускаемых отклонений от них.

3.13.1. Погрешность датирования отсчета нормируют путем установления предела допускаемого математического ожидания погрешности датирования и предела допускаемого среднего квадратического отклонения или предела допускаемого размаха случайной составляющей погрешности датирования.

3.14. Для средств измерений, у которых велик разброс динамических характеристик (полных или частных) по множеству экземпляров и, в силу этого, для которых в НТД установлена необходимость определения и дальнейшего использования индивидуальных динамических характеристик каждого экземпляра средств измерений, нормируют граничные динамические характеристики, выбираемые из числа перечисленных в пп. 2.4.1—2.4.3.

3.15. Характеристики средств измерений, отражающие их способность влиять на инструментальную составляющую погрешности измерений вследствие взаимодействия средств измерений с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов (п. 2.5), нормируют путем установления номинальных характеристик и пределов допускаемых отклонений от них или граничных характеристик.

3.16. Неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений (п. 2.6) нормируют путем установления номинальных параметров и пределов допускаемых отклонений от них либо наибольших или наименьших допускаемых значений параметров.

3.17. Допускаемые пределы любой из характеристик по пп. 3.3—3.6, 3.8, 3.9, 3.11, 3.12, 3.13, 3.13.1, 3.15 и 3.16 представляют собой границы интервала, в котором значение характеристики любого экземпляра средств измерений данного типа должно находиться с вероятностью P, равной единице. Вероятность $P = 1$ является справочной характеристикой, которую при испытаниях и поверке средств измерений можно отдельно не контролировать.

3.18. МХ допускается нормировать для рабочих и для нормальных условий применения средств измерений.

3.18.1. МХ по пп. 3.7—3.9, 3.16 нормируют для рабочих условий применения средств измерений, за исключением случаев, указанных в п. 3.18.2.1.

3.18.2. МХ по пп. 3.3—3.6, 3.11—3.15 нормируют для нормальных или для рабочих условий применения средств измерений.

3.18.2.1. МХ нормируют для рабочих условий в тех случаях, когда дополнительные погрешности пренебрежимо малы. В этих случаях характеристики, предусмотренные в пп. 3.7—3.9, не нормируют.

3.18.2.2 МХ нормируют для нормальных условий в тех случаях, когда дополнительные погрешности признаны существенными. В этих случаях характеристики погрешности по пп. 3.3, 3.4 и 3.6 называются, соответственно, характеристиками систематической составляющей основной погрешности, характеристиками случайной составляющей основной погрешности, характеристиками основной погрешности. Кроме них нормируют характеристики, предусмотренные в пп. 3.7—3.9.

Примечание. Нормальные условия и рабочие условия применения средств измерений указывают в НТД на средства измерений конкретных видов или типов.

4. ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НОРМИРОВАННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

4.1. Номинальную функцию $f_{sf}(x)$ преобразования измерительного преобразователя (п. 3.1) представляют в виде формулы, таблицы, графика. Номинальные значения однозначной или многозначной меры Y_{sf} (п. 3.1) представляют именованными числами.

4.1.1. Линейную функцию преобразования, проходящую через начало координат, допускается представлять коэффициентом преобразования в виде числа.

4.2. Нормированные характеристики погрешности средств измерений (пп. 3.3, 3.4, 3.6 и 3.7) представляют числом или функцией (формула, таблица, график) информативного параметра входного или выходного сигнала для абсолютных (именованное число), относительных или приведенных погрешностей.

4.3. Нормированный предел H_p допускаемой вариации средств измерений (п. 3.5) представляют числом в единицах измеряемой величины или в процентах нормирующего значения.

4.4. Номинальную нормализованную автокорреляционную функцию $r^{\circ}_{\Delta_{sf}}(\tau)$ и номинальную функцию спектральной плотности $S^{\circ}_{\Delta_{sf}}(\omega)$ (п. 3.4) представляют в виде формулы, таблицы, графика.

4.5. Функции или плотности распределения систематической и случайной составляющих погрешности средств измерений (п. 2.2.5) представляют в виде формулы, таблицы, графика.

Формулы, таблицы и графики допускается применять и для приближенного представления функций и плотностей распределения.

4.6. Номинальную функцию влияния $\psi_{sf}(\xi)$, пределы допускаемых отклонений от нее и граничные функции влияния (п. 3.8) представляют в виде числа, формулы, таблицы, графика.

Линейную функцию влияния, проходящую через начало координат, допускается представлять коэффициентом влияния в виде числа.

4.6.1. Функции влияния представляют в координатах, начало которых находится в точке $(0, \xi_{ref})$.

4.7. Пределы допускаемых изменений $\in_p(\xi)$ (п. 3.9) представляют в виде границ зоны вокруг действительного значения данной МХ при нормальных условиях. Границы зоны указывают в единицах данной МХ или в процентах ее значения, нормированного для нормальных условий.

4.8. Номинальную динамическую характеристику, пределы допускаемых отклонений от нее и граничные динамические характеристики (пп. 3.11—3.14) представляют в виде числа, формулы, таблицы, графика.

4.8.1. График динамической характеристики допускается представлять в любом масштабе, удобном для применения. Например, для представления амплитудно-частотной характеристики удобно использовать логарифмический масштаб.

4.9. Формы представления характеристик по пп. 3.15 и 3.16 устанавливают в стандартах на средства измерений конкретных видов или типов.

4.10. Представление НМХ в виде графика допускается при одновременном представлении данной характеристики в виде формулы или таблицы.

4.11. Формы представления МХ, не предусмотренных настоящим стандартом, должны быть такими, чтобы были возможны оценка характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений при применении средств измерений данного типа, а также контроль средств измерений на соответствие установленным требованиям.

4.12. Формы представления МХ допускается конкретизировать в НТД на средства измерений конкретных видов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

КОМПЛЕКСЫ МХ, НОРМИРУЕМЫХ В НТД НА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ КОНКРЕТНЫХ ТИПОВ

1. Комплексы НМХ и модели погрешности средств измерений

1.1. Комплекс НМХ, установленный в НТД на средства измерений конкретного типа, предназначен для использования в следующих основных целях.

1.1.1. Для определения результатов измерений, производимых с применением любого экземпляра средства измерений данного типа.

1.1.2. Для расчетного определения характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений, производимых с применением любого экземпляра средства измерений данного типа. Принята следующая модель инструментальной составляющей погрешности измерений:

$$\Delta_{\text{instr}} = \Delta_{\text{MI}} * \Delta_{\text{int}},$$

где символом* обозначено объединение погрешности Δ_{MI} средства измерений в реальных условиях применения и составляющей погрешности Δ_{int}, обусловленной взаимодействием средства измерений с объектом измерений. Под объединением понимают применение к составляющим погрешности измерений некоторого функционала, позволяющего рассчитать погрешность, обусловленную совместным воздействием этих составляющих.

1.1.3. Для расчетного определения МХ измерительных систем, в состав которых входит любой экземпляр средства измерений данного типа (если средства измерений данного типа предназначены для применения в измерительных системах).

1.1.4. Для оценки метрологической исправности средств измерений при их испытаниях и поверке.

1.2. Комплекс НМХ средств измерений конкретного типа устанавливают на основании принятой для средств измерений данного типа модели его погрешности в реальных условиях применения. Принимается, что модель погрешности средств измерений определенного типа в реальных условиях применения может иметь один из двух видов.

1.2.1. Модель I

$$(\Delta_{\text{MI}})_1 = \Delta_{\text{os}} * \mathring{\Delta}_{\text{o}} * \mathring{\Delta}_{\text{o}H} * \sum_{i=1}^{l} \Delta_{\text{c}_i} * \Delta_{\text{dyn}}. \qquad (1)$$

Формула (1) представляет собой символическую запись объединения пяти составляющих погрешности средства измерений в реальных условиях применения:

Δ_{os} — систематическая составляющая основной погрешности средства измерений;

$\mathring{\Delta}_{\text{o}}$ — случайная составляющая основной погрешности средства измерений;

$\mathring{\Delta}_{\text{o}H}$ — случайная составляющая основной погрешности, обусловленная гистерезисом;

$\sum_{i=1}^{l} \Delta_{\text{c}_i}$ — объединение дополнительных погрешностей Δ_{c_i} средства измерений, обусловленных действием влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала средства измерений (далее — влияющих величин);

Δ_{dyn} — динамическая погрешность средств измерений, обусловленная влиянием скорости (частоты) изменения входного сигнала средства измерений;

l — число дополнительных погрешностей.

В зависимости от свойств средств измерений данного типа и рабочих условий его применения отдельные составляющие модели I могут отсутствовать.

Число l составляющих Δ_{c_i} должно быть равно числу всех величин, существенно влияющих на погрешность средства измерений в реальных условиях применения.

1.2.1.1. Систематическую составляющую основной погрешности Δ_{os} рассматривают как детерминированную величину для отдельного экземпляра средства измерений, но как случайную величину (процесс) на совокупности средств измерений данного типа. При расчете характеристик погрешности средства измерений в реальных условиях применения (и при расчете характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений) составляющие Δ_{c_i} и Δ_{dyn} можно рассматривать как детерминированные величины или как случайные величины (процессы) в зависимости от того, какие известны характеристики реальных условий применения средства измерений и спектральные характеристики входного сигнала средства измерений.

1.2.2. Модель II

$$(\Delta_{\text{MI}})_2 = \Delta_{\text{o}} * \sum_{i=1}^{l} \Delta_{\text{c}_i} * \Delta_{\text{dyn}}. \qquad (2)$$

Формула (2) представляет собой символическую запись объединения трех составляющих погрешности средства измерений в реальных условиях применения: Δ_o — основная погрешность средства измерений (без разделения ее на составляющие, как в модели I).

В зависимости от свойств средства измерений данного типа и реальных условий его применения некоторые или все составляющие Δ_{c_i} и (или) Δ_{dyn} модели II могут отсутствовать.

Число l составляющих Δ_{c_i} должно быть равно числу всех величин, существенно влияющих на погрешность средства измерений в реальных условиях применения.

1.2.2.1. Модель II применима только для средств измерений таких типов, у которых случайная составляющая основной погрешности может считаться несущественной (пренебрежимо малой).

1.2.2.2. Основную погрешность Δ_o определяют по формуле

$$\Delta_o = \Delta_{os} + \overset{\circ}{\Delta}_{oH},$$

где $\overset{\circ}{\Delta}_{oH}$ — случайная составляющая основной погрешности от гистерезиса.

1.2.2.3. Если составляющие $\sum_{i=1}^{l} \Delta_{c_i}$ и Δ_{dyn} настолько малы, что их можно не учитывать, т.е. $(\Delta_{MI})_2 = \Delta_o$, то модель II может быть применена и при наличии существенной случайной составляющей основной погрешности.

1.2.3. Характеристики составляющих моделей I и II — это МХ средств измерений, используемые в целях, указанных в пп. 1.1.2—1.1.4. В зависимости от принятой модели погрешности средства измерений МХ относят к одной из двух групп:

1-я группа — МХ, соответствующие модели I;

2-я группа — МХ, соответствующие модели II.

1.2.4. Остальные МХ средств измерений, установленные в настоящем стандарте, используют:

номинальную функцию преобразования измерительного преобразователя и номинальное значение меры — в целях, указанных в п. 1.1.1;

неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений — в целях, указанных в пп. 1.1.2 и 1.1.4;

характеристики взаимодействия средства измерений с объектом измерений — в целях, указанных в пп. 1.1.2—1.1.4.

1.3. Установление комплекса НМХ для средств измерений данного типа следует начинать с выбора модели погрешности средства измерений. При решении вопроса о том, какую из двух принятых моделей следует принять для погрешности средств измерений данного типа в реальных условиях применения, следует учитывать полную совокупность факторов (технических, экономических, возможность катастрофических последствий, угрозу для здоровья людей, ответственность решений, принимаемых по результатам измерений и т.п.), определяющих тяжесть последствий в случае, если действительная погрешность измерений при применении любого экземпляра средства измерений данного типа будет превышать значение, рассчитанное по НМХ средства измерений при использовании выбранной модели, а также учитывать свойства средств измерений данного типа.

1.4. Для применения при наиболее ответственных измерениях, когда ни в коем случае нельзя допускать, чтобы погрешность измерений хотя бы изредка превышала значение, рассчитанное по НМХ средства измерений, допускаются только такие средства измерений, случайная составляющая основной погрешности которых пренебрежимо мала, в соответствии с критериями существенности, установленными в разд. 2. При нормировании комплекса МХ таких средств измерений должна быть выбрана модель II их погрешности, т. е. комплекс НМХ должен состоять из НМХ 2-й группы. При этом по комплексу НМХ можно рассчитывать интервальные характеристики, установленные в МИ 1317—80, инструментальной составляющей погрешности измерений — такие интервалы погрешности, в которых погрешность находится с вероятностью, равной единице.

Модель II погрешности выбирается и для средств измерений, при применении которых в реальных условиях:

число таких составляющих их погрешности, которые должны быть введены в расчет по отдельности, мало (до трех), и случайная составляющая основной погрешности которых пренебрежимо мала;

инструментальная составляющая погрешности измерений может быть принята равной основной погрешности средства измерений, т. е. необходимость в объединении различных составляющих инструментальной составляющей погрешности измерений отсутствует.

В данном случае рассчитанный интервал погрешности будет представлять собой грубую оценку сверху искомой инструментальной составляющей погрешности измерений, охватывающую все возможные, в том числе весьма редко реализующиеся, значения погрешностей. Для подавляющего большинства измерений этот интервал будет существенно превышать интервал, в котором действительно будут находиться инструментальные составляющие погрешности измерений. Условие, что вероятность, с которой погрешность находится в данном интервале, должна быть равна единице, практически приводит к существенно завышенным требованиям к МХ средств измерений при заданной требуемой точности измерений.

1.5. Если при применении средств измерений данного типа допускается, что погрешность измерений изредка превышала значение, рассчитанное по НМХ средства измерений, то должна быть выбрана модель I погрешности средства измерений, т. е. комплекс НМХ должен состоять из МХ 1-й группы. При этом по комплексу НМХ можно рассчитывать точечные и интервальные характеристики, установленные в МИ 1317—80 — интервалы, в которых инструментальная составляющая погрешности измерений находится с любой заданной вероятностью, близкой к единице, но меньше ее.

В данном случае рассчитанный интервал будет охватывать не все возможные действительные значения инструментальной составляющей погрешности измерений, проводимых в реальных условиях применения средств измерений, данного типа. Однако подавляющее большинство возможных действительных значений инструментальной составляющей погрешности измерений будет этим интервалом охватываться. Малая часть возможных значений, не охватываемая данным интервалом, определяется задаваемым при расчете значением вероятности. Приближая значение вероятности (при расчете инструментальной составляющей погрешности измерений) к единице (но не принимая ее равной единице), можно получить оценки инструментальной составляющей погрешности измерений, достаточно достоверные в тех задачах, для решения которых проводят измерения. При этом требования, предъявляемые к МХ средств измерений, будут близко соответствовать заданной требуемой точности измерений.

1.6. Для типов средств измерений, предназначенных для применения в самых различных целях, так что при применении разных экземпляров средств измерений данного типа последствия неверных измерений (когда погрешности измерений превышают допускаемое значение) будут по своей тяжести принципиально различными, выбор модели погрешности средства измерений и, соответственно, группы НМХ должен быть основан на следующих положениях.

1.6.1. Если по тяжести последствий можно выделить предпочтительные применения данного типа средств измерений, то выбирают соответствующие модель погрешности и группу НМХ. При этом возможны два случая:

а) выбрана модель I и нормируют МХ 1-й группы. Тогда в НТД на средства измерений данного типа должно быть указано, что для экземпляров средств измерений, применяемых для целей, когда необходимо знать интервал, в котором инструментальная составляющая погрешности измерений находится с вероятностью, равной единице, потребителем данного экземпляра средства измерений должны быть определены его индивидуальные МХ, соответствующие 2-й группе, по которым можно рассчитать указанный интевал;

б) выбрана модель II и нормируют МХ 2-й группы. Тогда в НТД на средства измерений данного типа должны быть приведены в качестве справочных (не нормированных) данных МХ 1-й группы.

1.6.2. Правильность выбранных моделей и справочных данных (п. 1.6.1б) должны быть проверены при государственных приемочных испытаниях средств измерений по ГОСТ 8.001—80*.

1.6.3. Если по тяжести последствий выделить предпочтительные для средств измерений данного типа применения не представляется возможным, то необходимо следовать правилу, указанному в п. 1.6.1а.

1.7. В НТД на средства измерений данного типа, которые предназначены для применения в измерительных системах, следует нормировать комплексы, состоящие из МХ 1-й группы, соответствующие модели I погрешности средств измерений.

Примечание. Для применения в измерительных системах, погрешность которых должна находиться в установленном интервале с вероятностью, равной единице, допускаются только такие средства измерений, случайная составляющая основной погрешности которых пренебрежимо мала, в соответствии с критериями существенности, установленным в разд. 2. При нормировании комплекса МХ таких средств измерений должна быть выбрана модель II их погрешности.

1.8. В НТД на средства измерений наряду с комплексом НМХ следует указывать, какие характеристики инструментальной составляющей погрешности измерений, аналогичные показателям точности измерений в МИ 1317—2004, можно рассчитывать с использованием МХ средств измерений, нормированных в данном НТД.

1.9. При нормировании МХ 1-й группы, т. е. когда за основу берут модель I погрешности средств измерений, метод расчета должен заключаться в статистическом объединении характеристик всех существенных составляющих модели I и составляющей Δ_{int}, обусловленной взаимодействием средства измерений с объектом измерений. Такой же метод следует применять при расчете МХ измерительных систем, в состав которых могут входить средства измерений данного типа.

1.10. При нормировании МХ 2-й группы, т.е. когда за основу берут модель II погрешности средств измерений, метод расчета должен заключаться в арифметическом суммировании модулей наибольших возможных значений всех существенных составляющих инструментальной составляющей погрешности измерений. Эти наибольшие возможные значения представляют собой границы интервалов, в которых соответствующие составляющие находятся с вероятностью, равной единице.

1.11. Комплекс НМХ средств измерений, предназначенных для таких измерений, погрешность которых должна быть оценена экспериментально, а не путем расчета, должен обеспечивать только достижение цели, указанной в п. 1.1.4.

1.12. Комплексы НМХ, устанавливаемые в НТД на средства измерений конкретных типов, должны быть рациональными.

---

* На территории Российской Федерации действуют ПР 50.2.009—94.

2. Критерии рациональности комплексов НМХ средств измерений

2.1. Рациональный комплекс НМХ средств измерений должен включать в себя МХ той группы по п. 1.2.3, которая соответствует назначению и свойствам средств измерений данного типа (пп 1.3—1.7).

2.2. Рациональный комплекс НМХ средств измерений должен включать в себя характеристики всех составляющих модели I или II, существенных для средств измерений данного типа.

2.3. Критерии существенности различных составляющих погрешности средств измерений

2.3.1. Систематическую составляющую Δ_{os} основной погрешности (если принята модель I) принимают существенной во всех случаях; ее характеристики в соответствии с настоящим стандартом следует нормировать для средств измерений всех типов.

2.3.2. Случайную составляющую основной погрешности аналоговых средств измерений и ЦАП принимают существенной при одновременном выполнении двух неравенств:

$$\frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{H_o} \geq 0{,}9 \text{ и } \frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{\Delta_{o\,sp}} \geq 0{,}1 \tag{3}$$

или

$$0{,}1 \leq \frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{H_o} < 0{,}9 \text{ и } \frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{\Delta_{o\,sp}} \geq \frac{1}{\sqrt{100 + 8{,}3\left(\frac{H_o}{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}\right)^2}}, \tag{4}$$

где $\sigma[\mathring{\Delta}_o]$ — среднее квадратическое отклонение случайной составляющей основной погрешности средств измерений;

H_o — основание закона распределения случайной составляющей основной погрешности средств измерений, от гистерезиса — вариация при нормальных условиях;

$\Delta_{o\,sp}$ — предел допускаемой систематической составляющей основной погрешности.

Если группы неравенств (3) или (4) не выполняются, то случайную составляющую основной погрешности средств измерений считают несущественной (пренебрежимо малой).

2.3.3. Случайную составляющую основной погрешности аналоговых средств измерений и ЦАП, обусловленную гистерезисом, принимают существенной при одновременном выполнении двух неравенств:

$$0{,}1 \leq \frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{H_o} < 0{,}9 \text{ и } \frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{\Delta_{o\,sp}} \geq \frac{1}{\sqrt{100 + 8{,}3\left(\frac{H_o}{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}\right)^2}}, \tag{4}$$

или

$$\frac{\sigma[\mathring{\Delta}_o]}{H_o} < 0{,}1 \text{ и } \frac{H_o}{\Delta_{o\,sp}} \geq 0{,}3. \tag{5}$$

Если группы неравенств (4) и (5) не выполняются, то случайную составляющую основной погрешности средств измерений, обусловленную гистерезисом, считают несущественной (пренебрежимо малой).

2.3.4. Условие существенности вариации H_o при нормировании характеристик основной погрешности аналоговых средств измерений и ЦАП в целом (без разделения ее на составляющие) следующее:

$$\frac{H_o}{\Delta_{o\,s_{max}}} \geq 0{,}4, \tag{6}$$

где $\Delta_{o\,s_{max}}$ — наибольшее возможное значение систематической составляющей основной погрешности средств измерений данного типа.

2.3.5. Для ЦИП и АЦП во всех случаях принимают существенной номинальную ступень квантования q_{sf} (номинальная цена единицы наименьшего разряда кода μ_{sf}). Номинальную ступень квантования определяют по формуле

$$q_{sf} = \frac{x_в - x_н}{M}, \tag{7}$$

где $x_в$, $x_н$ — соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений;

M — число возможных выходных кодов (показаний) на данном диапазоне.

В частном случае, при двоичном выходном коде, номинальная ступень квантования и номинальная цена единицы наименьшего разряда всегда равны друг другу. При двоично-десятичном выходном коде АЦП или при десятичном отсчетном устройстве ЦИП q_{sf} и μ_{sf} могут быть не равны друг другу, причем всегда $q_{sf} = k\mu_{sf}$, где k — целое число.

2.3.6. Случайную составляющую основной погрешности ЦИП и АЦП, обусловленную гистерезисом, в случае, если принята модель I основной погрешности, считают существенной при выполнении неравенства

$$\frac{H_o}{q_{sf}} > 0{,}3. \tag{8}$$

2.3.7. Случайную составляющую основной погрешности ЦИП и АЦП в случае, если принята модель I основной погрешности, считают существенной при выполнении неравенства

$$\sigma[\mathring{\Delta}_o] > 0{,}1\sqrt{H_o^2 + q_{sf}^2}. \tag{9}$$

2.3.8. Условие существенности вариации H_o при нормировании характеристик основной погрешности ЦИП и АЦП в целом (без разделения ее на составляющие — модель II) следующее:

$$\frac{H_o}{q_{sf}} > 0{,}2. \tag{10}$$

2.3.9. Если наибольшие возможные значения всех дополнительных погрешностей средства измерений, в соответствии с рабочими условиями применения средства измерений данного типа, соизмеримы, то все дополнительные погрешности принимают существенными при соблюдении неравенства

$$\sum_{i=1}^{l} \Delta_{c_i\,max} \geq 0{,}17\Delta_{MImax}, \tag{11}$$

где $\Delta_{c_i\,max}$ — наибольшее возможное значение i-й дополнительной погрешности в рабочих условиях применения средства измерений данного типа;

Δ_{MImax} — наибольшее возможное значение погрешности средства измерения в рабочих условиях применения средства измерений данного типа;

l — число дополнительных погрешностей в соответствии с рабочими условиями применения средства измерений данного типа;

Σ — арифметическое суммирование модулей величин $\Delta_{c_i\,max}$.

Если неравенство (11) не выполняется, то все дополнительные погрешности средства измерений принимают несущественными (дополнительные погрешности считают соизмеримыми, если их значения различаются не более чем на 30 %).

2.3.10. Если среди всех дополнительных погрешностей в соответствии с рабочими условиями применения средства измерений данного типа имеются погрешности, меньшие или несоизмеримые с другими, принимают несущественными те меньшие дополнительные погрешности, которые входят в группу, удовлетворяющую неравенству

$$\left(\sum_{i=1}^{r} \Delta_{c_i\,max}\right)_{м} < 0{,}17\Delta_{MImax}, \tag{12}$$

где м — показывает, что в сумму входят меньшие, не соизмеримые с большими, погрешности;

r — число дополнительных погрешностей, входящих в группу, удовлетворяющую неравенству (12).

2.3.11. Динамические погрешности принимают существенными при удовлетворении неравенства

$$\Delta_{dyn\,max} \geq 0{,}17\,\Delta_{MImax}, \tag{13}$$

где $\Delta_{dyn\,max}$ — наибольшее возможное значение динамической погрешности средств измерений в рабочих условиях применения средства измерений данного типа.

2.4. Для средств измерений, для которых в соответствии с их назначением и свойствами полные динамические характеристики не нормируют, следует нормировать частные динамические характеристики, если они имеют смысл для средства измерений данного типа.

2.5. Рациональный комплекс НМХ средств измерений должен включать в себя характеристику средства измерений, влияющую на составляющую Δ_{int} (см. п. 1.1.2), во всех случаях, когда в соответствии со свойствами и назначением средства измерений данного типа возможно взаимодействие средства измерений с объектом измерений, оказывающее влияние на инструментальную составляющую погрешности измерений.

Если нормирование данной характеристики для средства измерений какого-либо типа не представляется возможным, то в НТД должно быть указано, что эту характеристику для средства измерений данного типа не

нормируют, но потребитель должен определить ее для каждого экземпляра средств измерений данного типа в соответствии с реальной методикой и условиями измерений.

2.6. Рациональный комплекс НМХ средств измерений должен включать в себя неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений во всех случаях, когда выходной сигнал средства измерений характеризуется этими параметрами и когда, в соответствии с назначением средства измерений данного типа, эти параметры могут влиять на работоспособность устройства, включаемого на выход средства измерений.

2.7. При установлении комплексов НМХ средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящего стандарта, следует стремиться к тому, чтобы трудозатраты на контрольные испытания и поверку средств измерений были возможно меньшими при соблюдении требований к достоверности контрольных испытаний и поверки, установленных в разделе «Методы испытаний» НТД на средства измерений и в НТД на методику поверки средств измерений.

2.8. Комплексы НМХ средств измерений в настоящем стандарте установлены отдельно для следующих функциональных групп средств измерений:

меры, ЦАП, в том числе многозначные меры;

аналоговые и цифровые измерительные и регистрирующие приборы;

аналоговые и аналого-цифровые измерительные преобразователи, в том числе измерительные коммутаторы сигналов.

2.9. Если измерительный или регистрирующий прибор имеет выходной сигнал, несущий информацию об информативном параметре входного сигнала, т. е. может применяться как измерительный преобразователь, в комплекс НМХ, установленный для него, должны входить МХ, нормируемые для соответствующего измерительного преобразователя.

2.10. Комплексы НМХ средств измерений указаны в табл. 1—3.

Таблица 1

Меры и ЦАП

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_0]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_0]$	
Номинальное значение меры или ряд номинальных значений для многозначной меры или ЦАП	+	+	+
Вид входного кода, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода ЦАП; цена деления равномерной шкалы или минимальная цена деления неравномерной шкалы с плавной регулировкой выходной величины	+	+	+
Пределы допускаемой основной погрешности	—	—	+
Верхняя и нижняя границы интервала, в котором находится основная погрешность с заданной вероятностью	—	—	×
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение основной погрешности	—	*	—
Пределы допускаемой систематической составляющей основной погрешности	+	+	—
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение систематической составляющей основной погрешности	*	—	—
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности	+	—	—
Номинальная функция спектральной плотности (или нормализованная автокорреляционная функция) случайной составляющей основной погрешности и наибольшие допускаемые отклонения от номинальной функции	*(2)	—	—
Предел допускаемой вариации (для многозначных мер или ЦАП)	+	+	+

Продолжение табл. 1

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	
Наибольшие допускаемые измерения погрешности, вызванные отклонениями влияющих величин от нормальных значений (пределы допускаемых дополнительных погрешностей)	—	—	+
Номинальная функция влияния и пределы допускаемых отклонений от номинальной функции	+(3)	+(3)	—
Динамические характеристики ЦАП по РД 50—206—80	+	+	+
Номинальное значение характеристики взаимодействия средства измерений с устройством, подключенным к его выходу, и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики или предел допускаемых значений характеристики	+(4)	+(4)	+(4)
Номинальные (нормальные) значения неинформативных параметров выходного сигнала и пределы допускаемых отклонений от номинального значения или пределы допускаемых значений неинформативного параметра	+(5)	+(5)	+(5)

Таблица 2

Аналоговые и цифровые измерительные показывающие и регистрирующие приборы

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	
Цена деления равномерной шкалы или минимальная цена деления неравномерной шкалы аналогового измерительного показывающего или регистрирующего прибора; вид выходного кода, число и вес разрядов кода; номинальная цена единицы наименьшего разряда кода цифрового измерительного прибора	+(6)	+(6)	+(6)
Пределы допускаемой основной погрешности	—	—	+
Верхняя и нижняя границы интервала, в котором находится основная погрешность с заданной вероятностью	—	—	×
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение основной погрешности	—	*	—
Пределы допускаемой систематической составляющей основной погрешности	+	+	—
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение систематической составляющей основной погрешности	*	—	—
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности	+	—	—
Предел допускаемой вариации	+	+	+

Продолжение табл. 2

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	
Наибольшие допускаемые изменения погрешности, вызванные отклонениями влияющих величин от нормальных значений (пределы допускаемых дополнительных погрешностей)	—	—	+
Номинальная функция влияния и пределы допускаемых отклонений от номинальной функции	+(3)	+(3)	—
Номинальное значение характеристики взаимодействия средства измерений с устройством, подключенным к его входу, и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики	+(4)	+(4)	+(4)
Частные динамические характеристики	+	+	+
Номинальная полная динамическая характеристика и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики для аналоговых регистрирующих приборов	+(7)	+(7)	—

Таблица 3

Аналоговые и аналого-цифровые измерительные преобразователи

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_o]$	
Номинальная функция преобразования аналогового измерительного преобразователя	+	+	+
Вид выходного кода, число и вес разрядов кода, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода аналого-цифрового измерительного преобразователя	+(6)	+(6)	+(6)
Пределы допускаемой основной погрешности	—	—	+
Верхняя и нижняя границы интервала, в котором находится основная погрешность с заданной вероятностью	—	—	×
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение основной погрешности	—	*	—
Пределы допускаемой систематической составляющей основной погрешности	+	+	—
Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение систематической составляющей основной погрешности	*	—	—
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности	+	—	—
Номинальная функция спектральной плотности (или нормализованная автокорреляционная функция) случайной составляющей основной погрешности и пределы допускаемых отклонений от номинальной функции	*(2)	—	—

Продолжение табл. 3

Наименование МХ	Обязательность нормирования МХ средств измерений		
	1-я группа		2-я группа
	с нормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_0]$	с ненормируемым $\overset{\circ}{\sigma}[\Delta_0]$	
Предел допускаемой вариации	+	+	+
Наибольшие допускаемые изменения погрешности, вызванные отклонениями влияющих величин от нормальных значений (пределы допускаемых дополнительных погрешностей)	—	—	+
Номинальная функция влияния и пределы допускаемых отклонений от номинальной функции	+(3)	+(3)	—
Номинальное значение характеристики взаимодействия средства измерений с устройством, включенным на его вход, и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики или пределы допускаемых значений характеристики	+(4)	+(4)	+(4)
Номинальное значение характеристики взаимодействия средства измерений с устройством, включенным на его выход, и пределы допускаемых отклонений от номинального значения характеристики или пределы допускаемых значений характеристики	+	+	+
Номинальные (нормальные) значения неинформативных параметров выходного сигнала и пределы допускаемых отклонений от номинального значения или пределы допускаемых значений неинформативных параметров	+(5)	+(5)	+(5)
Номинальная полная динамическая характеристика и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики для аналоговых преобразователей	+(7)	+(7)	—
Номинальные частные динамические характеристики и пределы допускаемых отклонений от номинальной характеристики или пределы допускаемых значений частных динамических характеристик для аналоговых преобразователей	—	—	+(8)
То же, для АЦП по РД 50-148—79	+(8)	+(8)	+(8)

Примечания к табл. 1—3:

1. Знак «+» означает, что МХ нормируют; знак «—» — не нормируют; знак «*» — нормировать не обязательно, но рекомендуется; знак «×» — нормировать не рекомендуется, но допускается. Цифра в скобках указывает на номер примечания.

2. Функцию спектральной плотности или нормализованную автокорреляционную функцию погрешности средства измерений рекомендуется нормировать в тех случаях, когда при существенной случайной погрешности средство измерений предназначено для применения в измерительных системах.

3. Функцию влияния рекомендуется не нормировать в тех случаях, когда пределы допускаемых отклонений от номинальной функции не могут быть установлены менее 20 % номинальной функции влияния. В этих случаях рекомендуется нормировать наибольшее допускаемое изменение погрешности (или другой МХ средства измерений) во всем рабочем диапазоне изменений влияющей величины в соответствии с рабочими условиями эксплуатации средства измерений данного типа.

4. Характеристики взаимодействия средства измерений с объектом измерений часто отражают весьма сложные и разнообразные явления. Примерами таких явлений могут служить:

изменения электрического напряжения сверхвысокой частоты, вызываемые наличием тракта, соединяющего средство измерений (вольтметр) с генератором напряжения;

изменения измеряемой температуры объекта, обладающего малой теплоемкостью, вызванные контактированием датчика термометра с объектом.

При установлении комплекса НМХ средств измерений конкретного типа МХ взаимодействия должен выбирать разработчик НТД так, чтобы были возможны расчет инструментальной составляющей погрешности измерений, учитывающий взаимодействие средства измерений с объектом измерений, и определение характеристики взаимодействия при испытаниях средства измерений.

5. Перечень нормируемых неинформативных параметров выходных сигналов, их номинальные значения и пределы допускаемых отклонений от номинальных значений или пределы допускаемых значений неинформативных параметров должны соответствовать установленным в стандартах на сигналы.

6. Для АЦП и ЦИП, у которых номинальная цена единицы наименьшего разряда кода не совпадает с номинальной ступенью квантования, вместо номинальной цены единицы наименьшего разряда кода следует нормировать номинальную ступень квантования.

7. Номинальную полную динамическую характеристику средства измерений нормируют в тех случаях, когда пределы допускаемых отклонений динамической характеристики от номинальной характеристики могут быть установлены не более 20 % номинальной характеристики. В противном случае следует нормировать наихудшую границу возможных (допускаемых) динамических характеристик — граничную динамическую характеристику. В этих случаях применять средства измерений допускается только при условии предварительного экспериментального определения действительной для данного экземпляра средства измерений динамической характеристики. Тогда при расчете погрешности измерений следует учитывать действительную для данного экземпляра средства измерений динамическую характеристику. Граничную регламентированную характеристику используют в качестве критерия годности средства измерений.

8. Номинальные частные динамические характеристики регламентируют в тех случаях, когда пределы допускаемых отклонений частной динамической характеристики от номинального значения могут быть установлены не более 20 % номинального значения. В противном случае следует регламентировать наихудшие пределы возможных (допускаемых) значений частной динамической характеристики, которые используют и при расчете погрешности измерений, и в качестве критерия исправности средства измерений.

3. Проверка рациональности комплексов НМХ средств измерений

3.1. Комплекс НМХ, установленный в НТД на средства измерений данного типа, считают рациональным, если из представленных на государственные испытания НТД, а также из результатов государственных испытаний следует, что комплекс удовлетворяет критериям и требованиям, сформулированным в разд. 2.

3.2. В обоснованных случаях для средств измерений конкретных типов могут допускаться отступления от установленных требований к комплексам НМХ. Обоснованность таких отступлений проверяют при государственных приемочных испытаниях средств измерений, и обоснования излагают в материалах государственных испытаний. В этих случаях в НТД должен быть указан метод расчета инструментальной составляющей погрешности измерений с использованием МХ, нормированных для средств измерений данного типа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Выражения оценок характеристик (т.е. статистических характеристик) погрешностей средств измерений даются в качестве математических описаний. Они могут быть использованы как основа алгоритмов обработки экспериментальных данных при контроле и аттестации (поверке) средств измерений.

2. Оценка $\tilde{\Delta}_s H$ систематической составляющей Δ_s погрешности конкретного экземпляра средства измерений, обладающего вариацией, в точке x диапазона измерений определена формулой

$$\tilde{\Delta}_{sH} = \frac{\bar{\Delta}' + \bar{\Delta}''}{2}, \tag{1}$$

где $\bar{\Delta}'$ и $\bar{\Delta}''$ — средние значения погрешности в точке x диапазона измерений, полученные экспериментально при медленных непрерывных изменениях информативного параметра входного или выходного (для меры) сигнала со стороны меньших (для $\bar{\Delta}'$) и больших (для $\bar{\Delta}''$) значений до значения x:

$$\bar{\Delta}' = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta_i', \quad \bar{\Delta}'' = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta_i'', \tag{2}$$

где n — число реализаций погрешности при определении $\bar{\Delta}'$ или $\bar{\Delta}''$, которое должно быть настолько большим, чтобы разность между $\bar{\Delta}'$ и $(\bar{\Delta}'')$ и математическим ожиданием случайной величины $\Delta'(\Delta'')$ не превышала наибольшего допускаемого значения, установленного в НТД на методы испытаний и (или) методики поверки средств измерений данного типа;

Δ_i' и Δ_i'' — i-е реализации (отсчеты) погрешностей Δ_i' и Δ_i'', полученные экспериментально при изменении информативного параметра, входного или выходного (для меры) сигнала со стороны меньших (для Δ_i') и больших (для Δ_i'') значений до значения x.

Если вариацию можно не учитывать или она отсутствует, то $\tilde{\Delta}_s$ определяют по формуле

$$\tilde{\Delta}_s = \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{2n}\Delta_i, \tag{3}$$

где $2n$ — число опытов при определении $\tilde{\Delta}_s$, которое должно быть достаточно большим, чтобы $\tilde{\Delta}_s$ была достаточно близка к математическому ожиданию случайной величины Δ;

Δ_i — i-я реализация (отсчет) погрешности. Число n регламентируют в НТД на средства измерений конкретных видов или типов.

3. Оценка $\tilde{\sigma}[\overset{\circ}{\Delta}_H]$ среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений, обладающего вариацией, определена формулой

$$\tilde{\sigma}[\overset{\circ}{\Delta}_H] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\Delta_i' - \bar{\Delta}')^2 + \sum_{i=1}^{n}(\Delta_i'' - \bar{\Delta}'')^2}{2n-1}} \tag{4}$$

или

$$\tilde{\sigma}[\overset{\circ}{\Delta}] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{2n}(\Delta_i - \tilde{\Delta}_s)^2}{2n-1}}, \tag{4а}$$

если вариацию не учитывают или она отсутствует.

Примечания:

1. Число n регламентируют в НТД на средства измерений конкретных видов или типов.

2. Число n устанавливают таким, чтобы оценка $\tilde{\sigma}[\overset{\circ}{\Delta}]$, полученная при $2n$ реализациях погрешности, отличалась от значения $\sigma[\overset{\circ}{\Delta}]$, полученного при $2n \to \infty$ реализациях, не более чем на заданное значение, указываемое в НТД на методы испытаний и (или) методики поверки средств измерений данного типа.

3. $2n$ отсчетов следует выполнять в возможно короткое время с учетом времени реакции средства измерений и любых других ограничений.

4. Оценка $\tilde{H}$ вариации должна быть определена как абсолютное значение разности между $\bar{\Delta}'$ и $\bar{\Delta}''$ при n, достаточно большом (см. п. 2), или между $\bar{\Delta}_1'$ и $\bar{\Delta}_1''$ при $n = 1$ (т.е. когда случайная составляющая погрешности средства измерений пренебрежимо мала):

$$\tilde{H} = \left|\bar{\Delta}' - \bar{\Delta}''\right| \text{ или } \tilde{H} = \left|\Delta_1' - \Delta_1''\right|. \tag{5}$$

5. Оценка $\tilde{\Delta}$ погрешности Δ (см. п. 3.6 настоящего стандарта) конкретного экземпляра средств измерений определена при $n = 1$:

при наличии вариации — как наибольшее по абсолютному значению из полученных экспериментально значений Δ_1' и Δ_1'';

при отсутствии вариации или, если ее не учитывают, — как единственное полученное значение погрешности.

Примечание. Если характеристики погрешности Δ средства измерений нормированы в соответствии с п. 3.6.2 настоящего стандарта, т. е. нормирован наибольший допускаемый интервал погрешности средств измерений при нормированной вероятности P, то оценка $\tilde{\Delta}$ погрешности Δ конкретного экземпляра средства измерений может быть определена как граница интервала, симметричного относительно нулевого значения погрешности, в который попадают p реализаций погрешности их общего числа $2n$ реализаций погрешности. Число p регламентируют в НТД на средства измерений конкретных видов или типов. Значение n устанавливают в соответствии с указаниями в примечаниях 1 и 3 к п. 3. При этом n и p должны быть такими, чтобы оценка $\tilde{\Delta}$, полученная при $2n$ реализациях погрешности, отличалась от наибольшей по модулю погрешности, которая может быть получена при $2n \to \infty$, не более чем на заданное значение, указываемое в НТД на методы испытаний и (или) методики поверки средств измерений данного типа.

6. Оценка $\tilde{M}[\Delta_s]$ (среднее арифметическое) математического ожидания $M[\Delta_s]$ систематической составляющей Δ_s погрешности средства измерений определена формулой

$$\tilde{M}[\Delta_s] = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\Delta_{si}, \tag{6}$$

где m — число средств измерений, используемых при оценке $M[\Delta_s]$;

$\tilde{\Delta}_{si}$ — значение $\tilde{\Delta}_s$ для i-го экземпляра средств измерений.

7. Оценка $\tilde{\sigma}[\Delta_s]$ среднего квадратического отклонения систематической составляющей погрешности Δ_s средств измерений определена формулой

$$\tilde{\sigma}[\Delta_s] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(\tilde{\Delta}_{si} - \tilde{M}[\Delta_s])^2}{m-1}}. \tag{7}$$

8. Оценка нормализованной автокорреляционной функции определена формулой

$$\underset{\Delta}{\tilde{r}_{\circ}}(\tau) = \frac{1}{\left(2n - \frac{\tau}{T_0}\right)\tilde{\sigma}^2[\Delta]}\sum_{i=1}^{2n-\frac{\tau}{T_0}}(\Delta_i - \bar{\Delta})\left(\Delta_i + \frac{\tau}{T_0} - \bar{\Delta}\right), \tag{8}$$

где $2n$ — число отсчетов погрешности при определении автокорреляционной функции;

T_0 — интервал времени между двумя последовательными отсчетами;

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{2n}\Delta_i; \tag{9}$$

$$\tilde{\sigma}^2[\Delta] = \frac{1}{2n-1}\sum_{i=1}^{2n}(\Delta_i - \bar{\Delta})^2. \tag{10}$$

Для средств измерений, допускающих плавное изменение входной величины, отсчеты Δ_i берут при подходе к данной точке диапазона измерений только с одной (любой) стороны.

Спектральную плотность определяют по формуле

$$S(\omega) = \frac{\sigma^2[\Delta]}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} r_{\Delta}^{\circ}(\tau)e^{-j\omega\tau}d\tau, \tag{11}$$

где $r_{\Delta}^{\circ}(\tau)$ — аналитическая функция, аппроксимирующая оценку $\tilde{r}_{\Delta}^{\circ}(\tau)$.

Примечания:

1. Нормализованную автокорреляционную функцию определяют по точкам для дискретных значений аргумента τ, при которых τ/T_0 принимает целочисленные значения.

2. Интервал времени, в течение которого выполняют $2n$ отсчетов при определении нормализованной автокорреляционной функции, равен $T = (2n - 1)\ T_0$.

3. Интервал времени T_0 должен удовлетворять неравенству

$$\frac{\tau_{max}}{2n} < T_0 \leq \tau_1,$$

где τ_1 — первое, после нулевого, значение аргумента τ, для которого определяют значение автокорреляционной функции;

τ_{max} — заданный верхний предел диапазона аргумента τ, в котором определяют нормализованную автокорреляционную функцию.

4. Число $2n$, определяющее требуемую точность оценки нормализованной автокорреляционной функции, и значение τ_{max} устанавливают в НТД на средства измерений конкретных видов или типов.

9. Методика экспериментального определения и формулы для вычисления оценок МХ по пп. 2—8 устанавливают в НТД на средства измерений конкретных видов.

Формулы для вычисления оценок могут быть иными, чем указанные в пп. 2—8, при условии, что вероятность признания (при контроле качества средства измерений) метрологическим исправным средства измерений, в действительности не удовлетворяющего предъявляемым к нему требованиям, не будет превышать значения, заданного в НТД на средство измерений, содержащих методику поверки, и в НТД на методы испытаний и (или) методики поверки средств измерений данного типа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАСТОЯЩЕМ СТАНДАРТЕ

1. Амплитудно-фазовая характеристика средства измерений — зависящее от круговой частоты отношение преобразования Фурье выходного сигнала линейного средства измерений к преобразованию Фурье его входного сигнала при нулевых начальных условиях.

2. Амплитудно-частотная характеристика средства измерений — зависящее от круговой частоты отношение амплитуды выходного сигнала линейного средства измерений в установившемся режиме к амплитуде входного синусоидального сигнала.

3. Вариация выходного сигнала средства измерений — основание закона распределения случайной составляющей погрешности средства измерений от гистерезиса — разность между двумя математическими ожиданиями информативного параметра выходного сигнала средства измерений, получающимися при измерениях величины, имеющей одно и то же значение, с плавным медленным подходом к этому значению со стороны меньших и больших значений.

4. Вид средств измерений — совокупность средств измерений, предназначенных для измерений величин определенного вида (например, средства измерений электрических величин, средства измерений массы и т.п.).

5. Временная характеристика средства измерений — динамическая характеристика, являющаяся функцией времени и описывающая изменение выходного сигнала средства измерений во времени при воздействии на входе средства измерений, принятом за типовое.

6. Время реакции средства измерений:

для показывающего измерительного прибора — время установления показаний;

для измерительного преобразователя — время установления выходного сигнала;

для цифро-аналогового преобразователя или многозначной управляемой меры — время, прошедшее с момента подачи управляющего сигнала до момента, начиная с которого выходной сигнал преобразователя или меры отличается от установившегося значения не более чем на заданное значение;

для аналого-цифрового преобразователя или цифрового измерительного прибора — время, прошедшее с момента скачкообразного изменения измеряемой величины в сторону возрастания и одновременной подачи сигнала запуска до момента, начиная с которого показания цифрового прибора или выходной код аналого-цифрового преобразователя отличаются от установившегося показания или установившегося выходного кода на значение, не превышающее заданного.

7. Динамическая характеристика средства измерений — МХ свойств средства измерений, проявляющихся в том, что на выходной сигнал этого средства измерений влияют значения входного сигнала и любые изменения этих значений во времени.

8. Дополнительная погрешность средства измерений — разность (без учета знака) между значением погрешности, соответствующим некоторому заданному значению влияющей величины в пределах рабочих условий применения, и значением погрешности, соответствующим нормальному значению влияющей величины.

9. Изменение МХ средства измерений, вызванное изменением влияющей величины, — разность (без учета знака) между значением МХ, соответствующим некоторому заданному значению влияющей величины в пределах рабочих условий применения, и значением данной МХ, соответствующим нормальному значению влияющей величины.

10. Измерительная система — совокупность средства измерений, образующих измерительные каналы, вычислительных и вспомогательных устройств, функционирующая как единое целое и предназначенная для автоматического (автоматизированного) получения информации о состоянии объекта путем измерительных преобразований в общем случае, множества изменяющихся во времени и распределенных в пространстве величин, характеризующих это состояние; машинной обработки результатов измерений; регистрации и индикации результатов измерений и результатов их машинной обработки; преобразования этих данных в выходные сигналы системы. Измерительные системы удовлетворяют признакам средств измерений (см. п. 36) и относятся к средствам измерений.

11. Импульсная переходная характеристика средства измерений — временная характеристика средства измерений, получаемая в результате приложения ко входу средства измерений входного сигнала в виде дельта-функции (функции Дирака).

12. Индивидуальная динамическая характеристика средства измерений — динамическая характеристика, принимаемая для конкретного экземпляра средства измерений и устанавливаемая, как правило, путем экспериментального исследования этого экземпляра средства измерений при определенных значениях влияющих величин.

13. Индивидуальная функция преобразования измерительного преобразователя — функция преобразования, принимаемая для конкретного экземпляра измерительного преобразователя и устанавливаемая, как правило, путем экспериментального исследования этого конкретного экземпляра при определенных значениях влияющих величин. Индивидуальную функцию преобразования используют в условиях, установленных для нее, в тех случаях, когда данные о МХ измерительного преобразователя получают путем непосредственного экспериментального исследования конкретного экземпляра измерительного преобразователя.

14. Инструментальная составляющая погрешности измерений — составляющая погрешности измерений, обусловленная свойствами применяемых средств измерений

15. Информативный параметр входного сигнала средства измерений — параметр входного сигнала, функционально связанный с измеряемой величиной и используемый для передачи ее значения (для промежуточных измерительных преобразователей и вторичных показывающих и регистрирующих приборов) или являющийся самой измеряемой величиной (для первичных преобразователей).

16. Информативный параметр выходного сигнала средства измерений — параметр выходного сигнала, функционально связанный с информативным параметром входного сигнала измерительного преобразователя или показывающего (регистрирующего) измерительного прибора и используемый для передачи или индикации значения информативного параметра входного сигнала или являющийся выходной величиной меры.

17. Истинная функция преобразования измерительного преобразователя — функция, совершенным образом отражающая зависимость информативного параметра выходного сигнала конкретного экземпляра измерительного преобразователя от информативного параметра его входного сигнала в тех условиях и в тот момент времени, когда функцию определяют.

Примечания:

1. Истинная функция преобразования представляет собой идеальное понятие и, в общем, не может быть известна.

2. Индивидуальная функция преобразования должна, по возможности, приближаться к истинной функции преобразования.

18. Коэффициент демпфирования средства измерений — коэффициент γ_{dam} в дифференциальном уравнении $\ddot{x} + 2\gamma_{dam}\omega_0\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$, описывающем линейное средство измерений второго порядка.

19. Метрологические характеристики средства измерений — характеристики свойств средства измерений, оказывающих влияние на результаты и погрешности измерений, предназначенные для оценки технического уровня и качества средства измерений, для определения результатов измерений и расчетной оценки характеристик инструментальной составляющей погрешности измерений.

20. Минимально-фазовое средство измерений — средство измерений, фазово-частотная и амплитудно-частотная характеристики которого однозначно функционально взаимосвязаны.

21. Неинформативный параметр входного сигнала средства измерений — параметр входного сигнала, не используемый для передачи значения измеряемой величины (является одним из видов влияющих величин).

22. Неинформативный параметр выходного сигнала средства измерений — параметр выходного сигнала, не используемый для передачи или индикации значения информативного параметра входного сигнала измерительного преобразователя или не являющийся выходной величиной меры.

23. Номинальная динамическая характеристика средств измерений — динамическая характеристика, устанавливаемая в НТД на данный тип средств измерений и принимаемая для любого экземпляра средства измерений данного типа. Используют в пределах рабочих условий применения для оценки динамической составляющей погрешности средств измерений в тех случаях, когда данные о МХ получают из НТД на данный тип средств измерений.

24. Номинальная функция преобразования измерительного преобразователя — функция преобразователя, принимаемая для любого экземпляра измерительного преобразователя данного типа и устанавливаемая в НТД на данный тип измерительного преобразователя. Используют в пределах рабочих условий применения для определения значения информативного параметра входного сигнала измерительного преобразователя по известному значению информативного параметра его выходного сигнала (или наоборот) в тех случаях, когда данные о МХ измерительного преобразователя получают из НТД на данный тип измерительного преобразователя.

25. Нормируемые граничные динамические характеристики средств измерений — указываемые в НТД границы области, в которой должна находиться динамическая характеристика любого средства измерений данного типа.

26. Нормируемые граничные функции влияния — указываемые в НТД границы области, в которой должна находиться функция влияния любого средства измерений данного типа.

27. Передаточная функция средства измерений — отношение преобразования Лапласа выходного сигнала линейного средства измерений к преобразованию Лапласа входного сигнала при нулевых начальных условиях.

28. Переходная характеристика средства измерений — временная характеристика средства измерений, полученная при ступенчатом изменении входного сигнала.

29. Погрешность датирования отсчета аналого-цифрового преобразователя или цифрового измерительного прибора — случайная величина — интервал времени, начинающийся в момент начала цикла преобразования (запуска) АЦП или ЦИП и заканчивающийся в момент, когда значение изменяющейся измеряемой величины и значение выходного цифрового сигнала на данном цикле преобразования оказались равны.

Примечание. Значение выходного цифрового сигнала АЦП или ЦИП выражено в единицах измеряемой величины.

30. Погрешность измерительного преобразователя по выходу — разность между истинной и номинальной (или индивидуальной) функциями преобразования измерительного преобразователя.

31. Погрешность средства измерений в интервале влияющей величины — погрешность средства измерений в условиях, когда одна из влияющих величин принимает любые значения в пределах рабочей области ее значений, а остальные влияющие величины находятся в пределах, соответствующих нормальным условиям.

Примечание. Погрешность средства измерений в интервале влияющей величины не является дополнительной погрешностью, поскольку последняя обусловлена только отличием значения влияющей величины от нормального значения.

32. Полная динамическая характеристика средства измерений — динамическая характеристика, полностью описывающая принятую математическую модель динамических свойств средства измерений. Описание может быть математическим, графическим и т.п.

33. Систематическая составляющая погрешности средства измерений — составляющая погрешности данного экземпляра средства измерений, при одном и том же значении измеряемой или воспроизводимой величины и неизменных условиях применения средства измерений остающаяся постоянной или изменяющаяся настолько медленно, что ее изменениями за время проведения измерения можно пренебречь, или изменяющаяся по определенному закону, если условия изменяются.

34. Случайная составляющая погрешности средства измерений — случайная составляющая погрешности средства измерений, обусловленная только свойствами самого средства измерений; представляет собой центрированную случайную величину или центрированный случайный процесс.

35. Случайная составляющая погрешности от гистерезиса средства измерений — случайная составляющая погрешности средства измерений, обусловленная различием (если оно имеет место) функций преобразования данного экземпляра измерительного преобразователя или различием зависимостей показаний данного экземпляра измерительного (регистрирующего) прибора от информативного параметра входного сигнала при разных направлениях изменений информативного параметра входного сигнала, а также направлением и скоростью изменения информативного параметра входного сигнала.

36. Средство измерений — средство, предназначенное для измерений, вырабатывающее сигнал (показание), несущий информацию о значении измеряемой величины, или воспроизводящее величину заданного (известного) размера. Средства измерений — это меры, компараторы, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные системы. Для средств измерений должны быть установлены МХ.

37. Фазово-частотная характеристика средства измерений — зависящая от частоты разность фаз между выходным сигналом и входным синусоидальным сигналом линейного средства измерений в установившемся режиме.

38. Функция влияния — зависимость изменения МХ средства измерений от изменения влияющей величины или от изменения совокупности влияющих величин.

39. Функция преобразования измерительного преобразователя — зависимость информативного параметра выходного сигнала измерительного преобразователя от информативного параметра его входного сигнала.

40. Частная динамическая характеристика средства измерений — функционал или параметр полной динамической характеристики средства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ПОЛНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование характеристики	Способ определения	Испытательный входной сигнал средства измерений для непосредственного измерения
1. Переходная характеристика	Непосредственное измерение	Ступенчатый входной сигнал
2. Амплитудно-частотная характеристика	Непосредственное измерение. Является полной динамической характеристикой только для минимально фазовых средств измерений	Синусоидальный входной сигнал
3. Амплитудно-фазовая характеристика	Непосредственное измерение с использованием приборов для измерения амплитуды и фазы синусоидальных сигналов	
	Вычисление по другим непосредственно измеримым полным динамическим характеристикам	—
4. Импульсная переходная характеристика	Непосредственное измерение при подаче на вход импульсного сигнала достаточно малой длительности	Импульсный сигнал достаточно малой длительности
	Непосредственное измерение как взаимно корреляционной функции входного и выходного сигналов	Псевдослучайный двух- или трехуровневый сигнал
	Вычисление по другим непосредственно измеримым полным динамическим характеристикам	—
5. Передаточная функция	Вычисление по другим непосредственно измеримым полным динамическим характеристикам	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

ПРИМЕРЫ НОРМИРОВАНИЯ МХ

1. Нормирование характеристик основной и дополнительной погрешностей штангенрейсмассов при цене деления нониуса 0,1 мм.

мм

Пределы измерений	Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности
До 630 От 630 до 1000	± 0,1
От 1000 до 1600 » 1600 » 2500	± 0,15 ± 0,20

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С, составляют $\pm 12 \times 10^{-3}$ %.

2. Нормирование характеристик основной погрешности, вариации и функций влияния температуры окружающей среды силоизмерительных тензорезисторных датчиков ГСП категории точности 0,1, предназначенных для работы в диапазоне температур ± 50 °С.

Наименование характеристики	Значение характеристики в процентах от номинального значения рабочего коэффициента преобразования
Пределы допускаемой систематической составляющей основной погрешности	± 0,1
Предел среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности	0,05
Предел допускаемой вариации	0,1
Граничные функции влияния температуры окружающей среды на начальный коэффициент преобразования	$5 \cdot 10^{-3} (\Theta - \Theta_н)$
Граничные функции влияния температуры окружающей среды на рабочий коэффициент преобразования	$5 \cdot 10^{-3} (\Theta - \Theta_н)$

Θ — температура окружающей среды; $\Theta_н$ — нормальная температура, равная 20 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В НАСТОЯЩЕМ СТАНДАРТЕ

$f(x)$ — функция преобразования измерительного преобразователя;

Y — значение меры;

$f_{sf}(x)$ — номинальная функция преобразования измерительного преобразователя;

Y_{sf} — номинальное значение меры;

Δ — погрешность конкретного экземпляра средства измерений;

Δ_s — систематическая составляющая погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

$\overset{\circ}{\Delta}$ — случайная составляющая погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

Δ_p — предел допускаемой погрешности средств измерений данного типа;

Δ_{sp} — предел допускаемой систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$M[\Delta_s]$ — математическое ожидание систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$\sigma[\Delta_s]$ — среднее квадратическое отклонение систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$\sigma[\overset{\circ}{\Delta}]$ — среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

$\sigma_p[\overset{\circ}{\Delta}]$ — предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$r^{\circ}_{\Delta}(\tau)$ — нормализованная (выраженная в долях дисперсии) автокорреляционная функция случайной составляющей погрешности средства измерений;

$S^{\circ}_{\Delta}(\omega)$ — спектральная плотность случайной составляющей погрешности средства измерений;

$M[\Delta]$ — математическое ожидание погрешности средств измерений данного типа;

$\sigma[\Delta]$ — среднее квадратическое отклонение погрешности средств измерений данного типа;

$\overline{\Delta}'$ — среднее значений погрешности средства измерений в точке x диапазона измерений, полученных экспериментально при медленных непрерывных изменениях информативного параметра входного сигнала при подходах со стороны меньших значений;

$\overline{\Delta}''$ — среднее значений погрешности средства измерений в точке x диапазона измерений, полученных экспериментально при медленных непрерывных изменениях информативного параметра входного сигнала при подходах со стороны бóльших значений;

$\overset{\circ}{\Delta}_H$ — случайная составляющая погрешности конкретного экземпляра средства измерений от гистерезиса;

H — вариация выходного сигнала конкретного экземпляра средства измерений;

H_p — предел допускаемой вариации выходного сигнала средств измерений данного типа;

$\psi(\xi)$ — функция влияния влияющей величины ξ;

$\psi_{sf}(\xi)$ — номинальная функция влияния;

$\psi_*(\xi)$ — граничная функция влияния (нижняя);

$\psi^*(\xi)$ — граничная функция влияния (верхняя);

$\epsilon(\xi)$ — изменение метрологической характеристики конкретного экземпляра средства измерений, вызванное изменением влияющей величины ξ;

$\epsilon_p(\xi)$ — наибольшее допускаемое изменение метрологической характеристики средства измерений данного типа, вызванное изменениями влияющей величины ξ;

$h(t)$ — переходная характеристика средства измерений;

$g(t)$ — импульсная переходная характеристика средства измерений;

$G(j\omega)$ — амплитудно-фазовая характеристика средства измерений;

$A(\omega)$ — амплитудно-частотная характеристика средства измерений;

$G(S)$ — передаточная функция средства измерений;

t_r — время реакции средства измерений;

t_d — погрешность датирования отсчета АЦП или ЦИП;

$A(\omega_0)$ — значение амплитудно-частотной характеристики средства измерений на резонансной частоте;

γ_{dam} — коэффициент демпфирования средства измерений;

T — постоянная времени средства измерений;

ω_0 — значение резонансной круговой частоты средства измерений;

f_{max} — максимальная частота (скорость) измерений;

$\tilde{\Delta}_s$ — оценка систематической погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

$\tilde{\Delta}_{sH}$ — оценка систематической составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений, обладающего гистерезисом;

$\tilde{M}[\Delta_s]$ — оценка математического ожидания систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$\tilde{M}[\Delta]$ — оценка математического ожидания погрешности средств измерений данного типа;

$\tilde{\sigma}[\Delta_s]$ — оценка среднего квадратического отклонения систематической составляющей погрешности средств измерений данного типа;

$\tilde{\sigma}[\mathring{\Delta}]$ — оценка среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

$\tilde{\sigma}[\mathring{\Delta}_H]$ — оценка среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений, обладающего гистерезисом;

$\tilde{\sigma}[\Delta]$ — оценка среднего квадратического отклонения погрешности средств измерений данного типа;

$\tilde{H}$ — оценка вариации выходного сигнала конкретного экземпляра средства измерений;

$\tilde{r}^{\circ}_{\Delta}(\tau)$ — оценка нормализованной автокорреляционной функции случайной составляющей погрешности конкретного экземпляра средства измерений;

x — измеряемая величина (информативный параметр входного сигнала);

ξ — влияющая величина;

ξ_{ref} — нормальное значение влияющей величины.

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 26.12.2005. Подписано в печать 16.02.2006. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,80. Тираж 60 экз. Зак. 12. С 2468.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Набрано во ФГУП «Стандартинформ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «Стандартинформ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6

gost.e-ecolog.ru