ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.932— 2022

Государственная система обеспечения единства измерений

ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ (МЕТОДАМ) ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Основные положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом», Частным учреждением «Институт технического регулирования, обеспечения единства измерений и стандартизации Госкорпорации «Росатом», Акционерным обществом «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС») при участии Акционерного общества «Концерн Росэнергоатом»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 053 «Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2022 г. № 1394-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 8.932—2017

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 6
5 Классификация методик (методов) измерений 7
6 Показатели точности (метрологические характеристики) методик (методов) измерений 8
7 Требования к содержанию документов, регламентирующих методики (методы) измерений 12
8 Алгоритмы оценки метрологических характеристик методик измерений 15
Приложение А (справочное) Методики, не требующие регламентации и/или аттестации 16
Приложение Б (справочное) Отличительные признаки методик (методов) измерений. 18
Приложение В (справочное) Обоснование комплекса метрологических характеристик методик (методов) измерений 22
Библиография 24

Введение

Настоящий стандарт разработан в развитие требований Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» [1] и нормативного правового акта «Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии» [2].

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКАМ (МЕТОДАМ) ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Основные положения

State system for ensuring the uniformity of measurements. Requirement to methodologies (to the methods) of measuring in area of uses of nuclear-power. Substantive provisions

Дата введения — 2023—06—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на методики (методы) измерений (далее — МВИ), применяемые в области использования атомной энергии:

- при контроле показателей качества продукции (сырья, полуфабрикатов, веществ, материалов и изделий) в процессе ее производства, выпуска, приемки, хранения, переработки и утилизации;
- контроле параметров технологических процессов;
- производственном экологическом и санитарном контроле;
- дореакторных, реакторных и послереакторных исследованиях материалов и изделий, если результаты измерений используют в расчетах характеристик надежности, долговечности и работоспособности ядерных реакторов;
- получении стандартных справочных данных о составе и свойствах веществ и материалов;
- учете и контроле ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов;
- исследованиях метрологических характеристик стандартных образцов;
- радиационном контроле;
- производстве изыскательских геодезических и гидрометеорологических работ;
- осуществлении иных видов деятельности в соответствии со статьей 4 Федерального закона [3].

1.2 Настоящий стандарт устанавливает:

- общие требования к МВИ;
- классификацию МВИ в зависимости от сферы применения и характера получаемой информации об определяемой характеристике (параметре);
- способы установления и представления метрологических характеристик МВИ;
- правила представления результатов измерений по МВИ;
- требования к содержанию документов, регламентирующих МВИ, включая требования к применению, условиям измерений, средствам измерений, вспомогательному оборудованию, безопасности, измерительным процедурам, процедурам контроля качества измерений;
- основные требования к алгоритмам оценки метрологических характеристик МВИ.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на МВИ, предназначенные для выполнения прямых измерений (такие МВИ вносятся в эксплуатационную документацию на средства измерений в соответствии частью 2 статьи 5 Федерального закона [1]).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.638 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения

Издание официальное

ГОСТ 1497 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ Р 8.563 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 8.731 Государственная система обеспечения единства измерений. Системы допускового контроля. Основные положения

ГОСТ Р 8.984 Внутренний контроль качества измерений в области использования атомной энергии

ГОСТ Р 8.997 Государственная система обеспечения единства измерений. Алгоритмы оценки метрологических характеристик при аттестации методик измерений в области использования атомной энергии

ГОСТ Р 8.1015 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации в области использования атомной энергии. Организация и основные требования к содержанию

ГОСТ Р 50.05.05—2018 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Ультразвуковой контроль основных материалов (полуфабрикатов)

ГОСТ Р 57216 Радиационный контроль. Представление результатов измерений

ГОСТ Р 58144 Вода дистиллированная. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

измерение: Совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

[[1], статья 2, перечисление 8]

3.1.2 **объект измерений:** Образец или совокупность образцов продукции, вещество (материал), процесс, изделие и т. д., характеристики (параметры) которого подлежат измерению, в т. ч. при проведении испытаний и/или контроля.

3.1.3 **контроль:** Проверка соответствия объекта установленным требованиям, включающая принятие решения об отнесении объекта к одной из двух или более групп (классов эквивалентности), например к группе годных или группе дефектных объектов.

Примечание — Здесь понятие «группа» соответствует понятию «класс эквивалентности» по рекомендациям [4] (статья 2.3.5).

3.1.4 **измерительный контроль:** Контроль, при котором решение об отнесении объекта к одной из групп принимается на основе результата(ов) измерения или измерительного преобразования контролируемого параметра и их сравнения с заранее установленными значениями — границами поля контрольного допуска.

Примечание — Существуют виды контроля и испытаний, не требующие применения измерительных процедур. Настоящий стандарт на них не распространяется. С целью правильной идентификации таких методик контроля и испытаний, их описание представлено в приложении А.

3.1.5

испытания: Экспериментальное определение количественных и/или качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и/или воздействий.

[ГОСТ 16504—81, статья 1]

Примечания

1 Существуют виды контроля и испытаний, не требующие применения измерительных процедур (измерений или измерительных преобразований контролируемого параметра). Соответственно МВИ в таких видах контроля и испытаний не применяются, и объектов регулирования настоящим стандартом в них нет. С целью правильной идентификации таких методик контроля и методик испытаний их признаки представлены в приложении А.

2 Пояснения к терминам, относящимся к измерительному контролю и испытаниям, приведены в приложении Б.

3.1.6

средство испытаний: Техническое устройство, вещество и/или материал для проведения испытаний.

[ГОСТ 16504—81, статья 16]

3.1.7

испытательное оборудование: Средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

[ГОСТ 16504—81, статья 17]

3.1.8

аттестация испытательного оборудования: Определение нормированных точностных характеристик испытательного оборудования, их соответствия требованиям нормативно-технической документации и установление пригодности этого оборудования к эксплуатации.

[ГОСТ 16504—81, статья 18]

3.1.9

условия испытаний: Совокупность воздействующих факторов и/или режимов функционирования объекта при испытаниях.

[ГОСТ 16504—81, статья 2]

3.1.10

методика (метод) измерений: Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

[[1], статья 2, перечисление 11]

3.1.11 **методика измерений при испытаниях;** МВИс: Методика (метод) измерений, обеспечивающая получение результатов измерений при испытаниях.

Примечание — В настоящем стандарте рассматриваются измерения при испытаниях, классифицированных по ГОСТ 16504—81 (статья 38) как определительные испытания.

3.1.12 **методика измерений при измерительном контроле;** МВИк: Методика (метод) измерений, обеспечивающая получение результатов измерений при измерительном контроле с установленными показателями точности измерений.

3.1.13 **методика количественного химического анализа;** МКХА: Методика (метод) измерений, обеспечивающая получение результатов измерений величин, характеризующих состав исследуемого (анализируемого) объекта.

Примечания

1 В области использования атомной энергии под МКХА понимаются МВИ характеристик состава (химического, изотопного, фазового и т. д).

2 Для МКХА наряду с терминами «измерение», «результат измерения» допускается применение терминов «анализ», «результат анализа».

3.1.14 **методика измерений характеристик свойств;** МИС: Методика (метод) измерений, обеспечивающая получение результатов измерений величин, характеризующих свойства и/или физические характеристики (параметры) объектов измерений.

3.1.15

методика радиационного контроля; МРК: Установленная совокупность операций и правил при подготовке и выполнении радиационных измерений и обработки их результатов для получения измерительной информации о состоянии объекта в соответствии с установленными требованиями.

[ГОСТ 8.638—2013, пункт 3.1.13]

3.1.16

результат (измерения величины): Множество значений величины, приписываемых измеряемой величине вместе с любой другой доступной и существенной информацией.

[[5], статья 5.1]

3.1.17

истинное значение (величины): Значение величины, которое соответствует определению измеряемой величины.

[[5], статья 5.4]

Примечание — Следует различать истинное значение измеряемой, в т. ч. при испытаниях и контроле, величины (ее действительное, но неизвестное значение, которое она имеет при фактических условиях выполнения измерений, созданных/достигнутых в ходе испытаний/контроля) и истинное значение определяемого при испытаниях параметра, т. е. значение параметра, которое он имеет (каким бы оно могло быть) при условиях испытаний, точно равных своим номинальным значениям или тем значениям, при которых требуется определять параметр (см. пункт 5.3 рекомендаций [6] и 3.1.20 настоящего стандарта).

3.1.18

опорное значение (величины): Значение величины, которое используют в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода.

[[5], статья 5.3]

3.1.19

погрешность (результата измерения): Разность между измеренным значением величины и опорным значением величины.

[[5], статья 5.16]

3.1.20

погрешность испытаний: Разность между результатом измерений параметра, определяемого при испытаниях образца продукции, полученным при фактических условиях испытаний, и истинным значением определяемого параметра, которое он имеет при параметрах условий испытаний, точно равных своим номинальным значениям или тем значениям, при которых требуется определять параметр образца.

[Адаптировано из [6], пункт 5.3]

Примечание — В вопросах погрешности измерений при контроле и достоверности самого контроля, в рамках которого выполняются эти измерения, аналогичная ситуация описана в рекомендациях [6] (см. пункт 2.7, приложения А, Д, Ж). Для расчета показателей достоверности контроля используются аналогичные погрешности испытаний компоненты — погрешность измерений контролируемого параметра (погрешность измерений при измерительном контроле), суммированная с погрешностью сравнения этого результата измерений с нормой контроля. Случай, когда погрешность сравнения результата измерительного преобразования контролируемого параметра входит в погрешность измерений при измерительном контроле (результатом измерений по такой МВИ является значение результата сравнения, т.е. он возникает уже после устройства сравнения и характеризует разность, полученную в результате сравнения, а не величину самого контролируемого параметра), рассмотрен в 6.3 и приложениях Б и В.

3.1.21

неопределенность (измерений): Неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании измерительной информации.

[[5], статья 5.34]

3.1.22

показатель точности измерений: Установленная характеристика точности любого результата измерений, полученного при соблюдении требований и правил данной методики измерений.

[ГОСТ Р 8.563—2009, пункт 3.4]

Примечания

1 В настоящем стандарте использован также термин «показатели точности (результатов) измерений при испытаниях», означающий «характеристики погрешности измерений при испытаниях».

2 В настоящем стандарте применен также термин «метрологические характеристики МВИ», использованный в нормативном правовом акте [2], означающий показатели точности измерений по данной МВИ.

3.1.23

случайная погрешность (измерения): Составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных в определенных условиях.

[[5], статья 5.17]

3.1.24

систематическая погрешность (измерения): Составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или же закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

[[5], статья 5.19]

3.1.25

точность измерений: Близость измеренного значения к истинному значению измеряемой величины.

[[5], статья 5.7]

3.1.26

правильность измерений: Близость среднего арифметического бесконечно большого числа повторно измеренных значений величины к опорному значению величины.

[[5], статья 5.8]

3.1.27

прецизионность измерений: Близость между показаниями или измеренными значениями величины, полученными при повторных измерениях для одного и того же или аналогичных объектов при заданных условиях.

[[5], статья 5.9]

3.1.28

условия воспроизводимости (измерений): Один из наборов условий измерений, включающий разные местоположения, разные средства измерений, участие разных операторов и выполнение повторных измерений на одном и том же или аналогичных объектах.

[[5], статья 5.14]

3.1.29

воспроизводимость (измерений): Прецизионность измерений в условиях воспроизводимости измерений.

[[5], статья 5.15]

3.1.30

условия повторяемости (измерений): Один из наборов условий измерений, включающий применение одной и той же методики измерений, того же средства измерений, участие тех же операторов, те же рабочие условия, то же местоположение и выполнение повторных измерений на одном и том же или подобных объектах в течение короткого промежутка времени.

Примечание — Наряду с термином условия повторяемости измерений используется термин условия сходимости измерений (условия сходимости).

[[5], статья 5.10]

3.1.31

повторяемость (сходимость) измерений: Прецизионность измерений в условиях повторяемости измерений.

[[5], статья 5.11]

3.1.32 **регламентация МВИ:** Оформление и утверждение в установленном порядке документа, регламентирующего МВИ.

Примечание — Документ, регламентирующий МВИ, далее также обозначается сокращением «МВИ».

3.1.33 **стандартизация МВИ:** Регламентация МВИ в виде документа по стандартизации.

Примечание — МВИ также может быть регламентирована в виде части или раздела документа: методики (и программы) испытаний, методики (регламента) контроля, стандарта, технических условий, технологической инструкции и т. п.

3.1.34

аттестация МВИ: Исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

[[1], статья 2, перечисление 1]

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГРОЕИ — государственное регулирование обеспечения единства измерений;

ПО — программное обеспечение;

СИ — средство измерений;

Уполномоченный орган — Уполномоченный орган управления использованием атомной энергии[1)].

4 Общие положения

4.1 В области использования атомной энергии в зависимости от характера получаемой информации об объекте измерений, особенностей установления и определения метрологических характеристик МВИ применяются МВИ, в т. ч.:

- МКХА;
- МИС;
- МВИс;
- МВИк;
- МРК.

Отличительные признаки и классификация этих видов МВИ приведены в приложении Б.

4.2 В области использования атомной энергии для измерений, выполняемых в соответствии с пунктами 3.5 и 3.6 нормативного правового акта [2], должны применяться аттестованные МВИ.

4.3 В названиях технической документации часто встречается термин «методика» (измерений, испытаний, контроля), при этом ее содержание может не соответствовать понятию МВИ, установленному Федеральным законом [1]. Поэтому такие «методики» не должны классифицироваться как МВИ или как содержащие МВИ в составе методик испытаний и методик контроля, и они не подлежат аттестации, т. к. в таких методиках нет объектов регулирования Федеральным законом [1] и настоящим стандартом. В приложении А рассмотрен ряд примеров таких «методик», а также целесообразности регламентации их в виде отдельного документа.

4.4 Методики испытаний и контроля, применяемые в области использования атомной энергии, в целом являются объектом метрологического обеспечения и подлежат метрологической экспертизе по ГОСТ Р 8.1015.

Одной из основных задач метрологической экспертизы является проверка правильности отнесения этих методик или их частей к МВИ или к методикам, не являющимся и/или не содержащим МВИ (и не требующим, соответственно, аттестации).

Если методика испытаний или методика контроля содержит МВИ, то рассмотрение этих МВИ при метрологической экспертизе и аттестации проводится и на соответствие настоящему стандарту.

4.5 Документы, регламентирующие МВИ, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563, с учетом положений настоящего стандарта.

4.6 МРК должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.638 с учетом положений настоящего стандарта, ГОСТ Р 57216 и рекомендациям [8].

4.7 Показатели точности измерений по МВИ (метрологические характеристики МВИ) должны быть установлены на основе следующих положений:

- комплекс метрологических характеристик должен быть достаточен для принятия достоверных решений по результатам измерений, в т. ч. при испытаниях и контроле;
- метрологические характеристики должны быть проверяемыми.

[1)] В соответствии с Федеральным законом [7].

4.8 Установление показателей точности измерений по МВИ (метрологических характеристик МВИ) должно быть основано на структуре и модели погрешности измерений и учитывать их особенности. Процедуры установления комплекса метрологических характеристик МВИ приведены в ГОСТ Р 8.997, отдельные пояснения по особенностям ряда МВИ в области использования атомной энергии приведены в приложении В.

4.9 Аттестацию МВИ осуществляют в соответствии с законодательством об обеспечении единства измерений путем теоретических и/или экспериментальных исследований и подтверждения соответствия аттестуемой МВИ установленным метрологическим требованиям к измерениям. При положительном результате аттестацию завершают оформлением заключения о соответствии МВИ установленным метрологическим требованиям к измерениям, оформлением свидетельства об аттестации МВИ и передачей сведений об аттестованной МВИ в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При отрицательном результате аттестации МВИ в соответствии с законодательством об обеспечении единства измерений оформляют заключение о несоответствии МВИ установленным метрологическим требованиям к измерениям.

4.10 Показатели точности измерений по МВИ (метрологические характеристики МВИ) должны выражаться в относительной форме или таких же единицах (допущенных к применению в Российской Федерации) измерений (или), что и измеряемая по МВИ величина.

4.11 Установленные при аттестации (приписанные) метрологические характеристики МВИ используют путем применения МВИ, в т. ч. при проведении испытаний и контроля, для принятия решений, в т. ч.:

- о качестве выпускаемой продукции;
- о безопасности того или иного объекта или технологического процесса;
- о состоянии и совершенствовании технологических процессов.

4.12 При оценке метрологических характеристик МВИ применяют «консервативный» подход к оцениванию составляющих погрешности или неопределенности измерений: если нет возможности оценить с известной погрешностью влияние какого-либо фактора, принимают верхнюю границу оценки для уровня значимости не более 5 %, в т. ч. и для составляющих погрешности измерений, оцениваемых экспериментальным способом (см. пункт 7.9 нормативного правового акта [2]).

4.13 МВИ, применяемые в области использования атомной энергии, должны:

а) содержать полно и правильно изложенные метрологические требования, включая требования к показателям точности МВИ, к применяемым в составе МВИ средствам измерений, стандартным образцам и аттестованным объектам (см. раздел 5 нормативного правового акта [2]);

б) обеспечивать соответствие показателей точности измерений заданным требованиям к объектам измерений;

в) обеспечивать правильность оценки показателей точности измерений, в т. ч. измерений при испытаниях и контроле;

г) содержать описание процедуры проведения и критерии контроля качества измерений;

д) обеспечивать соответствие алгоритмов обработки измерительной информации задачам измерений, испытаний и контроля.

4.14 Внесение аттестованных МВИ в разделы Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии в соответствии с приказом Минпромторга России [9] организует и обеспечивает Уполномоченный орган.

4.15 Аттестацию МВИ, не относящихся к сфере ГРОЕИ, проводят в соответствии с порядком, устанавливаемым Уполномоченным органом.

4.16 МВИ в области использования атомной энергии должны соответствовать нормативному правовому акту [2] и учитывать положения настоящего стандарта.

5 Классификация методик (методов) измерений

5.1 В зависимости от назначения и области регулирования (сферы ответственности) МВИ подразделяют:

- на МВИ сферы ГРОЕИ;
- на МВИ области регулирования (сферы ответственности) Уполномоченного органа;
- на МВИ области регулирования (сферы ответственности) организаций, осуществляющих измерения.

МВИ сферы ГРОЕИ применяют для измерений, которые в соответствии с частью 5 статьи 5 и частью 4 статьи 1 Федерального закона [1] отнесены к сфере ГРОЕИ.

МВИ области регулирования (сферы ответственности) Уполномоченного органа применяют для измерений по пункту 3.6 нормативного правового акта [2].

МВИ области регулирования (сферы ответственности) организаций применяют для измерений, не указанных в пунктах 3.5, 3.6 нормативного правового акта [2].

5.2 Типовые методики измерений

5.2.1 Если операции и правила выполнения измерений одних и тех же величин аналогичны для различных (но однотипных) объектов измерений и/или различных (но близких) условий измерений (испытаний, контроля), то целесообразна разработка методического документа, регламентирующего общие правила измерений для всех объектов и/или условий (далее — типовая методика), который оформляют в виде отдельного документа.

5.2.2 В типовой методике измерений могут быть регламентированы требования к МВИ, распространяющимся на конкретные типы объектов и/или условия измерений по 5.2.1 (далее в этом подразделе — рабочие МВИ в целях отличия от типовых методик измерений) и алгоритмы определения метрологических характеристик рабочих МВИ. Типовые методики измерений не являются МВИ, не подлежат аттестации (исключение описано в 5.2.5), но могут содержать значения метрологических характеристик, отражающие достигнутый минимальный уровень измерений, метрологического обеспечения и технического оснащения лабораторий и организаций, или требуемые значения метрологических характеристик.

5.2.3 В развитие типовой методики измерений разрабатывают (при необходимости выполнения непрямых, технически сложных измерений, в т. ч. косвенных, совокупных, требующих формализации операций выполнения измерения, расчета погрешности измерений по этим процедурам по нетривиальным, «неклассическим» формулам и т. п.) МВИ, описывающие процедуры выполнения измерений для конкретного объекта и/или конкретных условий (например, для условий конкретного места выполнения измерений). Рабочие МВИ должны содержать метрологические характеристики, процедуры и нормативы контроля качества измерений, устанавливаемые и подтверждаемые при аттестации МВИ. Если в типовой методике измерений содержатся требуемые значения метрологических характеристик, то значения характеристик погрешности измерений для рабочей МВИ не должны превышать этих значений.

5.2.4 Если нормативный или методический документ (стандарт или документы с наименованиями типа «регламент», «методика», «инструкция» по контролю, испытаниям, измерениям и т. п.) регламентирует только подготовительные и измерительные процедуры, но не содержит, как и типовая методика измерений, показателей точности, процедур проведения контроля качества измерений, то он также не является МВИ. В развитие таких документов при необходимости также разрабатывают и аттестуют МВИ, соответствующие требованиям к рабочим методикам измерений по 5.2.3.

5.2.5 Если описание всех операций и правил выполнения измерений достаточно полно изложено в типовой методике измерений, типовая методика измерений может быть аттестована и применяться как МВИ (разрабатывать дополнительно рабочие МВИ не требуется) с указанными в свидетельстве об аттестации показателями точности измерений для конкретного типа объектов или для групп объектов, условий измерений, в т. ч. измерений при испытаниях/контроле). Критерии контроля качества (при их отсутствии в типовой методике измерений) могут быть указаны в свидетельстве об аттестации МВИ, другие недостающие данные указываются в приложении к свидетельству.

5.2.6 Если нормативный или методический документ не содержит конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными в нем показателями точности, или показателей точности конкретно описанных в нем операций измерений (как и у типовой МВИ), то он не является МВИ. В развитие таких документов при необходимости разрабатывают и аттестуют МВИ. Для МВИ, которые не содержат раздела по проведению контроля качества измерений, для использования в области применения атомной энергии необходима разработка приложения с данными процедурами и нормативами (или указания ссылки на нормативный документ, где они установлены и могут применяться к данной МВИ).

6 Показатели точности (метрологические характеристики) методик (методов) измерений

6.1 Метрологические характеристики методик количественного химического анализа и методик измерений характеристик свойств

6.1.1 В настоящем стандарте метрологические характеристики МКХА и МИС представляют собой характеристики погрешности измерений в заданном диапазоне значений измеряемой величины.

6.1.2 Характеристиками погрешности измерений являются:

- границы интервала, в котором погрешность измерений находится с заданной доверительной вероятностью P (доверительные границы) — $\Delta_н$, $\Delta_в$; при симметричном интервале ($|\Delta_н| = \Delta_в$) — $\pm\Delta$;

- наибольшее возможное значение среднего квадратического отклонения (СКО) $\sigma_{сх}$ или доверительные границы $\varepsilon_{сх,н}$, $\varepsilon_{сх,в}$ случайной составляющей погрешности измерений, характеризующей сходимость измерений (результатов измерений в условиях сходимости).

Примечание — Вместо $\sigma_{сх}$ возможно использование обозначения $\sigma_{сх}(\Delta)$ или, если СКО устанавливают в относительной форме, — $\sigma_{сх}(\delta)$;

- границы интервала, в котором неисключенная систематическая составляющая погрешности измерений находится с заданной вероятностью P, — $\Theta_н$, $\Theta_в$; при симметричном интервале ($|\Theta_н| = \Theta_в$) — $\pm\Theta$.

Примечание — Далее доверительные границы погрешности измерений обозначены одним символом и без знака доверительной вероятности, например: «Δ» — вместо «$\Delta_н$, $\Delta_в$, P», «Θ» — вместо «$\Theta_н$, $\Theta_в$, P».

6.1.3 Для МКХА и МИС устанавливают следующие характеристики погрешности измерений:

- Δ;

- $\sigma_{сх}$, если МВИ предусматривает проведение нескольких параллельных определений, либо $\varepsilon_{сх}$ в случаях, если количество параллельных определений заранее оговорено или если величина $\sigma_{сх}$ незначима в сравнении с ценой деления (ценой наименьшего разряда) СИ, сообщающего конечный результат;

- если указаны $\sigma_{сх}$ или $\varepsilon_{сх}$, то устанавливают Θ.

6.1.4 При необходимости выражения метрологических характеристик МВИ в терминах неопределенности вместо характеристик погрешности измерений Δ, $\sigma_{сх}$, Θ допускается применять указанные в таблице 1 обозначения неопределенности с соответствующими наименованиями.

Таблица 1 — Обозначения и наименование характеристик погрешности и неопределенности измерений

Обозначение характеристик погрешности	Наименование и обозначение в терминах неопределенности
Δ	Расширенная неопределенность для коэффициента охвата $K = 2 – U$
$\sigma_{сх}$	Стандартная неопределенность, обусловленная влияющими факторами в условиях сходимости (повторяемости) $u_{сх}$
Θ	Стандартная неопределенность, обусловленная влияющими факторами, за исключением влияющих факторов в условиях сходимости (повторяемости) $u_{ос}$
Примечание — Величина $u_{ос}$ численно равна $\Theta/2$.	

6.2 Метрологические характеристики методик измерений при испытаниях

6.2.1 В настоящем стандарте метрологические характеристики МВИс представляют собой характеристики погрешности результатов измерений при испытаниях в заданном диапазоне значений величины, определяемой при испытаниях.

6.2.2 Модель погрешности измерений по МВИс включает составляющие, обусловленные погрешностью измерений параметра, определяемого при испытаниях, а также составляющие, обусловленные влиянием испытательного воздействия (в данном случае измеряемой величиной является истинное значение определяемого при испытаниях параметра).

Примечание — Составляющие погрешности измерений (косвенных) истинного значения определяемой при испытаниях величины, обусловленные влиянием испытательного воздействия, учитывают составляющие влияния испытательного воздействия при его допустимых отклонениях от номинального значения и влияния погрешности определения достигнутого испытательного воздействия при конкретном испытании.

6.2.3 Характеристиками погрешности результатов измерений при испытаниях являются:

- границы суммарной погрешности результатов измерений при испытаниях Δ для заранее заданной доверительной вероятности P (доверительные границы);

- наибольшее возможное значение СКО $\sigma_{сх}$ или доверительные границы $\varepsilon_{сх}$ составляющей погрешности, характеризующей сходимость результатов измерений при испытаниях;

- доверительные границы составляющей погрешности, обусловленной факторами, приводящими к разбросу результатов измерений при испытаниях в условиях воспроизводимости, за исключением факторов сходимости (далее — факторами «чистой» воспроизводимости).

Примечание — Обоснование комплекса метрологических характеристик МВИс приведено в приложении В.

6.2.4 Для МВИс устанавливают следующие характеристики погрешности измерений:

- Δ;

- $\sigma_{сх}$, если МВИс предусматривает проведение нескольких параллельных определений или при ее использовании предусматривается проведение испытаний нескольких однородных объектов в условиях сходимости, либо $\varepsilon_{сх}$, если количество параллельных определений заранее оговорено или величина $\sigma_{сх}$ незначима в сравнении с ценой деления (ценой наименьшего разряда) СИ, сообщающего конечный результат;

- если указаны $\sigma_{сх}$ или $\varepsilon_{сх}$, то устанавливают Θ;

- если МВИс предусматривает испытания нескольких объектов в условиях сходимости, то допускается вместо Θ указывать доверительные границы двух ее составляющих:

$^{усл}\Theta$ — доверительные границы составляющей погрешности измерений, обусловленной разбросом условий испытаний при их повторении;

$^{изм}\Theta$ — доверительные границы составляющей погрешности измерений, обусловленной факторами, не зависящими от условий испытаний.

6.3 Метрологические характеристики методик измерений при измерительном контроле

6.3.1 Модель погрешности измерений при измерительном контроле может включать:

- составляющие погрешности измерения и/или измерительного преобразования контролируемого параметра (измеряемой величины) на входе устройства сравнения;

- погрешности задания границ поля контрольного допуска и погрешности сравнения контролируемого параметра с границами поля контрольного допуска (далее — погрешности сравнения), если измерительной задачей по такой МВИ является определение количественного значения отклонения контролируемого параметра от установленной границы поля контрольного допуска (а не определение значения самого контролируемого параметра). Методики измерений таких отклонений при измерительном контроле в рамках настоящего стандарта далее называются также методиками измерений при измерительном контроле, а погрешность измерений при измерительном контроле является погрешностью измерений результата сравнения контролируемого параметра с нормой контроля.

6.3.2 Для МВИк с задачей определения количественного значения (измерения) отклонения контролируемого параметра от установленной нормы контроля и моделью погрешности измерения отклонения от нормы контроля, а не значения контролируемого параметра, должны определяться метрологические характеристики в виде характеристик погрешности измерений аналогично 6.1 с учетом погрешности сравнения.

6.3.3 Неисключенная систематическая составляющая погрешности Θ МВИк отклонения контролируемого параметра от установленной нормы контроля формируется с учетом вклада характеристик погрешности сравнения. Допускается характеристики погрешности сравнения указывать отдельно, в т. ч. в тексте МВИк отклонения контролируемого параметра от установленной нормы контроля, входящей в соответствующую методику контроля.

6.3.4 Если измеряемое по МВИк значение отклонения контролируемого параметра от нормы контроля, результат измерительного преобразования контролируемого по методике контроля параметра на входе устройства сравнения и величина самого контролируемого по методике контроля параметра выражаются в разных единицах величин, то характеристики погрешности измерений по такой МВИк необходимо выразить в единицах измеряемой величины.

Примечание — С этой целью необходимо строить функцию измерительного преобразования (градуировочную характеристику измерительного преобразователя) и оценивать погрешность ее построения, а также погрешность сравнения в единицах измеряемого отклонения контролируемого параметра от нормы контроля.

6.3.5 Характеристики погрешности измерений при измерительном контроле достаточно устанавливать в интервале значений измеряемой величины (контролируемого параметра) от границы зоны риска изготовителя до границ поля допуска (нормы контроля), выраженных в единице измерения контролируемого параметра.

6.3.6 Комплекс метрологических характеристик МВИк должен быть достаточен для оценки расчетным способом показателей достоверности контроля, в рамках которого применяется данная МВИк, — P_{baM}, P_{grM}. Определения показателей достоверности измерительного контроля и их связь с характеристиками погрешности измерений при измерительном контроле приведены в [6], а также в приложении Б.

6.3.7 Метрологические характеристики МВИк, применяемых в сфере ГРОЕИ и в сфере ответственности Уполномоченного органа, должны обеспечивать для контроля, в рамках которого применяются данные МВИк, величину P_{baM} не более 0,05 (обратную величину $P_{пр} = 1 - P_{baM}$ не менее 0,95).

6.4 Представление показателей точности и достоверности

6.4.1 При указании приписанных характеристик погрешности измерений в тексте МВИ и свидетельстве об аттестации МВИ указывают диапазон измеряемой величины и совокупность условий, для которых данные характеристики действительны. В состав условий могут входить типоразмеры изделий, диапазоны значений всех величин, существенно влияющих на погрешность измерений, и т. д. Если характеристики погрешности измерений различны для различных условий (например, в разных диапазонах), их указывают для каждой группы условий (например, для каждого диапазона).

6.4.2 Характеристики погрешности измерений указывают (для МВИ, применяемых в области использования атомной энергии):

- в абсолютной форме (в единицах измеряемой величины);
- в относительной форме (в процентах, относительных долях), относительную погрешность обозначают как δ;
- в виде функциональной зависимости от результата измерения, например,

$\Delta = a + bX$, или $\delta = c + d / \sqrt{x}$, где X — результат измерения.

6.4.3 При указании интервальных характеристик погрешности измерений Δ, Θ, $\varepsilon_{сх}$ указывают верхнюю и нижнюю границы доверительного интервала и доверительную вероятность P (не менее 0,95). Если доверительные границы характеристики погрешности измерений симметричны, их приводят со знаком «±», например $\Delta = \pm 0{,}008$ г/см^3, $P = 0{,}95$; $\delta = \pm 0{,}05$ %, $P = 0{,}95$.

6.4.4 При указании точечной характеристики погрешности измерений $\sigma_{сх}$ возможны следующие формы записи: «наибольшее возможное значение среднего квадратического отклонения результатов измерений — 0,015 мкм» или «среднее квадратическое отклонение результатов измерений — не более 0,015 мкм». При указании среднего квадратического отклонения, выраженного в относительной форме, используют форму записи «относительное среднее квадратическое отклонение».

6.4.5 Рекомендуются следующие правила округления.

Числовое значение характеристик погрешности, выраженных в абсолютной форме, округляют до одной или двух значащих цифр. Если первая значащая цифра характеристики погрешности 1 или 2, то должна присутствовать и вторая значащая цифра от 0 до 9, например 0,20 г/см^3; 0,0014 мм. Если первая значащая цифра характеристики погрешности 3 или 4, то должна присутствовать и вторая значащая цифра — 0 или 5, например 0,35 г/см^3; 0,0040 мм. Если первая значащая цифра характеристики погрешности более 4, то вторая значащая цифра должна отсутствовать, например 0,5 г/см^3; 6 мг/дм^3. Полученное при аттестации значение характеристики погрешности округляют в большую сторону, например: 0,31 г/см^3 ≈ 0,35 г/см^3, а не 0,31 г/см^3 ≈ 0,30 г/см^3; 0,61 мг/дм^3 ≈ 0,7 мг/дм^3; 2,72 мм ≈ 2,8 мм.

В числовом значении характеристики погрешности измерений, выраженной в относительной форме, а также в значениях коэффициентов, определяющих функциональную зависимость характеристики погрешности измерений (6.4.2), число значащих цифр может быть равно двум, вне зависимости от их первой значащей цифры.

6.4.6 Показатели достоверности контроля (в рамках которого применяется МВИк), которые могут указываться как дополнительные сведения в тексте МВИк, — вероятности неверного отнесения P_{baM}, P_{grM} — приводят с использованием терминологии по приложению Б, например:

- «Наименьшая вероятность отнесения к годным образца с дефектом недопустимого объема $G_\gamma = 1{,}2$ мм^3: $P_{baM} = 0{,}03$»;
- «Наибольшая вероятность забраковать годный образец с дефектом допустимого объема $G_\beta = 0{,}8$ мм^3: $P_{grM} = 0{,}05$».

Допускается также форма записи с оборотом «не более», например: «Вероятность отнесения к годным образцам с диаметром $G \geq 7{,}65$ мм (недопустимое значение) P_{baM} не более 0,05».

Для показателя достоверности $P_{пр} = (1 - P_{baM})$ допускается форма записи: «Вероятность обнаружения образца с недопустимым дефектом (...) $P_{пр}$ не менее 0,95».

6.4.7 Количество значащих цифр в числовых значениях вероятностей неверного отнесения P_{baM}, P_{grM} определено аналогично 6.4.5.

7 Требования к содержанию документов, регламентирующих методики (методы) измерений

7.1 Область применения методик (методов) измерений

7.1.1 Область применения МВИ устанавливают во вводной части документа, регламентирующего МВИ.

7.1.2 Область применения МВИ должна содержать описание характеристик объекта измерений, в т. ч. влияющих на результаты измерений, и характеристик измеряемой величины. Для МВИс описание характеристики измеряемой величины должно включать описание испытательного воздействия на объект измерений.

7.2 Метрологические характеристики (показатели точности измерений) методик (методов) измерений

7.2.1 В разделе МВИ «Показатели точности измерений» (допускаются также наименования «Характеристики погрешности измерений» и «Неопределенность измерений») приводят конкретные значения показателей точности измерений в установленном диапазоне измерений, полученные при аттестации МВИ.

7.2.2 Документ, регламентирующий МВИ, может распространяться на несколько различных измеряемых (количественно определяемых при выполнении испытаний, контроля) характеристик (параметров) объекта. В этом случае показатели точности измерений должны быть приведены для каждой такой измеряемой характеристики (параметра).

7.2.3 В типовую методику измерений (см. 5.2) может быть включен раздел «Показатели точности измерений», где приводят максимально допустимые для данной группы объектов (условий) значения показателей точности измерений, а также указывают: «Показатели точности измерений для конкретных типов объектов (условий измерений, в том числе при испытаниях или контроле) устанавливают и приводят в рабочих МВИ (свидетельстве об аттестации МВИ)».

7.3 Условия измерений

7.3.1 В МВИ должны быть оговорены требования к условиям измерений, в т. ч. к освещению помещений лабораторий, к электроустановкам и электроаппаратуре.

7.3.2 Условия измерений задают в виде номинальных значений и/или границ диапазонов возможных значений влияющих величин. При необходимости указывают предельные скорости изменений или другие характеристики влияющих величин.

7.3.3 Условия измерений должны находиться в пределах, установленных эксплуатационной документацией на СИ, средства испытаний, контроля, вспомогательное оборудование, применяющиеся в МВИ (прежде всего, если измерения выполняются в сфере ГРОЕИ). Если такие отличия все же имеются (допустимо, если измерения выполняются вне сферы ГРОЕИ), метрологические характеристики МВИ должны быть определены с учетом этих отличий.

7.3.4 В МВИс должны быть указаны условия измерений, при этом могут быть описаны процедуры, обеспечивающие воспроизведение условий испытаний (по методике испытаний, составной частью которой является МВИс) в заданных диапазонах с допускаемыми отклонениями в течение установленного интервала времени.

7.3.5 В МВИк должны быть описаны процедуры, обеспечивающие выполнение требований к условиям выполнения измерений при контроле.

7.4 Средства измерений, испытаний, материалы, реактивы, применяемые в методиках (методах) измерений

7.4.1 СИ при разработке МВИ для применения в сфере ГРОЕИ выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563.

7.4.2 В МВИ, применяемых вне сферы ГРОЕИ, допускается применение СИ, тип которых не утвержден, при этом возможны два варианта:

а) метрологические характеристики СИ определяют при их калибровке и учитывают при оценке характеристик погрешности измерений как отдельные составляющие, в этом случае:

- применяют, а при необходимости разрабатывают методику калибровки этих СИ, включающую нормативы контроля метрологических характеристик СИ (методика калибровки может быть включена в текст МВИ);

- МВИ должна предусматривать проведение периодической и внеочередной (после ремонта или замены) калибровки СИ;

б) метрологические характеристики СИ не определяют отдельно, но при проведении теоретических и/или экспериментальных исследований, выполняемых при аттестации МВИ, учитывают их влияние на характеристики погрешности измерений по МВИ, тогда:

- МВИ должна предусматривать проведение периодического контроля сходимости и правильности или точности измерений;

- в тексте МВИ должны быть указаны заводские (инвентарные) номера экземпляров СИ;

- при замене экземпляра СИ проводят аттестацию МВИ с новым экземпляром СИ.

7.4.3 Стандартные образцы, используемые в МВИ, предназначенных для применения в сфере ГРОЕИ, должны быть утвержденных типов. В МВИ допускается применение аттестованных объектов по нормативному правовому акту [2].

7.4.4 В МВИ применяют химические реактивы квалификаций не ниже ч. д. а., если в МВИ не оговорены иные требования. Допускается применение реактивов более высокой квалификации, чем указано в МВИ.

7.4.5 В МВИ для приготовления водных растворов применяют дистиллированную воду по ГОСТ Р 58144. Применение бидистиллированной или деионизированной воды должно быть специально оговорено.

7.4.6 Применяемое при испытаниях, в рамках которых используется МВИс, испытательное оборудование должно быть аттестовано. Комплекс точностных характеристик испытательного оборудования должен соответствовать возможности воспроизведения условий испытаний в заданных диапазонах с допускаемыми отклонениями в течение установленного интервала времени и должен быть достаточен для оценки воздействия условий испытаний на результаты измерений.

7.4.7 В МВИк должны быть регламентированы требования к средствам измерений, применяемых при измерительном контроле, в рамках которого применяется МВИк, к параметрам и режиму измерений в рамках проведения контроля.

7.5 Требования безопасности

7.5.1 В МВИ должно быть установлено, что при выполнении измерений, в т. ч. при испытаниях и контроле, необходимо соблюдать общие правила безопасности и должны быть приведены конкретные требования безопасности, связанные с выполнением конкретных измерений.

7.5.2 При использовании в качестве реактивов и материалов опасных (радиоактивных, токсичных, едких и т. д.) веществ в МВИ должны быть указаны требования безопасности, указанные в нормативной документации по обращению с этими материалами.

7.6 МВИ должна регламентировать требования к уровню квалификации (профессии, образованию, практическому опыту и др.) операторов, выполняющих измерения, с целью обеспечения безопасности при выполнении измерений квалифицированным персоналом.

7.7 Подготовительные процедуры

7.7.1 В МВИ приводят:

- процедуры отбора (при необходимости) и подготовки образцов (проб) для измерений, в т. ч. при испытаниях и контроле;

- порядок подготовки к работе применяемых в МВИ СИ, средств испытаний, контроля.

7.7.2 Проведение градуировки (настройки, калибровки) СИ должно обеспечивать требуемое значение погрешности градуировки (неопределенности результатов калибровки). Построение градуировочной (калибровочной) зависимости проводят расчетным способом, в т. ч. с применением средств вычислительной техники. Периодичность построения градуировочной (калибровочной) зависимости и настройки аппаратуры указывают в МВИ.

7.8 Выполнение измерений

7.8.1 При измерениях соблюдают требования эксплуатационной документации на применяемые СИ, испытательное оборудование и т. д.

7.8.2 В документе, регламентирующем МВИ, приводят перечень, объем, последовательность измерений, критерии приемлемости результатов промежуточных измерений, требования к их представлению.

7.8.3 Если МВИ предусматривает применение ПО, выполняющее измерительные функции, и существует возможность его несанкционированного изменения, то с целью контроля сохранности этого ПО МВИ должна регламентировать средства и методы тестирования сохранности ПО либо исходный текст ПО, а также предусматривать возможность его восстановления.

7.8.4 ПО, выполняющее измерительные функции и применяемое в МВИ, для которых невозможно оценить характеристики погрешности измерений с использованием эталонов, стандартных образцов, аттестованных объектов, должно удовлетворять следующим требованиям:

- в эксплуатационной документации на ПО (или в соответствующем разделе МВИ) должны быть описаны доступные параметры настройки ПО и их действие на результат измерений;
- ПО должно быть доступно по входу, т. е. должна быть описана структура входных данных (файла) и возможность запуска ПО с модельными входными данными;
- должны быть разработаны тестовые объекты (файлы), позволяющие тестировать правильность работы ПО.

Примечание — Влияние такого ПО на характеристики погрешности измерений должно быть определено при разработке ПО и МВИ и учтено при аттестации МВИ. ПО должно соответствовать требованиям стандарта Госкорпорации «Росатом» [10].

7.8.5 Если при выполнении процедур МВИ велика вероятность промаха (вследствие ошибок оператора при подготовке пробы, записи промежуточных результатов и т. д.) и МВИ предусматривает проведение параллельных определений, результаты параллельных определений могут быть проверены на наличие промахов. Для МВИ, в которых процедуры получения результата измерений осуществляются автоматически без участия оператора, исключение промахов не допускается.

7.9 Процедуры контроля качества измерений

7.9.1 В МВИ должны быть регламентированы процедуры, периодичность проведения и установлены критерии (нормативы) внутрилабораторного оперативного и периодического контроля качества измерений при применении МВИ.

7.9.2 Процедуры контроля качества измерений должны соответствовать подходам, изложенным в ГОСТ Р 8.984.

7.10 Вычисление и представление результатов измерений

7.10.1 Если в МВИ предусмотрены правила расчета результата измерений, выполняемого оператором, то должны быть приведены расчетные формулы.

7.10.2 Если МВИ предусматривает проведение нескольких параллельных определений, то:

- перед расчетом результата измерений в результаты параллельных определений вводят поправки, исключающие систематическую составляющую погрешности измерений (если при разработке или аттестации МВИ установлено, что требуется введение поправок);
- в случае симметричного распределения результатов параллельных определений результат измерения вычисляют как среднее арифметическое значение из n результатов параллельных определений;
- для логарифмически нормального распределения результат измерения вычисляют как среднее геометрическое значение из n результатов параллельных определений;
- в иных случаях асимметричного распределения в МВИ приводят последовательность расчета и представления результата измерения.

7.10.3 Числовое значение результата измерений должно содержать последнюю цифру в том же разряде, в котором находится последняя значащая цифра абсолютной погрешности результата измерений по 6.4.5. Результат измерений должен представляться после проведения округлений его значения по правилам настоящего стандарта с количеством значащих цифр как у погрешности этого результата.

7.10.4 Результат измерений представляют в виде $X \pm \Delta$, P, или $X \pm U$ (k) для симметричных доверительных границ погрешности, или X, $\Delta_н$, $\Delta_в$, P для асимметричных доверительных границ погрешности. Допускается не указывать доверительную вероятность $P = 0{,}95$.

7.10.5 Если при выполнении измерений получено значение, находящееся вне диапазона измерений МВИ, то результат приводят в виде $< {}^{н}A$ или $> {}^{в}A$, где ${}^{н}A$, ${}^{в}A$ — нижняя и верхняя границы диапазона измерений соответственно.

Число значащих цифр при указании ${}^{н}A$, ${}^{в}A$ должно быть таким же, как в МВИ или в свидетельстве об аттестации МВИ.

Если при выполнении измерений получено значение менее суммарной погрешности измерений Δ, то результат приводят в виде $<\Delta$.

7.10.6 Форма записи результатов измерений без указания погрешности измерений допустима, только если указана ссылка на применяемую аттестованную МВИ, по которой получен результат (для косвенных измерений), или на применяемое СИ (для прямых измерений).

8 Алгоритмы оценки метрологических характеристик методик измерений

8.1 Алгоритмы оценки метрологических характеристик МВИ должны соответствовать подходам, изложенным в ГОСТ Р 8.997, в котором приведены практически все необходимые алгоритмы оценки метрологических характеристик и учтены особенности способов оценки метрологических характеристик всех видов МВИ по 4.1.

8.2 При оценивании неопределенностей измерений используют подход, аналогичный приведенному в ГОСТ 34100.3, который классифицирует неопределенности измерений по способу их определения на два типа: по типу А определяют составляющие, которые оценивают путем применения статистических методов; по типу В — составляющие, которые оценивают другими способами.

8.3 При оценке характеристик погрешности или неопределенности любыми методами применяют «консервативный» подход, который направлен на выполнение требований пунктов 3.5, 3.6 нормативного правового акта [2].

Приложение А
(справочное)

Методики, не требующие регламентации и/или аттестации

А.1 Методики, не требующие аттестации

А.1.1 Методики, не являющиеся и не содержащие МВИ (не соответствующие определению МВИ по Федеральному закону [1])

А.1.1.1 Методики (включая методики измерений, методики испытаний и методики контроля), в которых отсутствует процедура измерения (или измерительного преобразования — для МВИк по определению/измерению значения отклонения контролируемого параметра от нормы контроля), включающие только качественную оценку (контроль) или непосредственное сравнение с нормой контроля (образцом).

А.1.1.2 Методики испытаний, включающие сложные процедуры задания и контроля (с выполнением измерений) параметров условий испытаний (например, требующие применения специального испытательного оборудования).

Примечания

1 Регламентация таких методик испытаний или методик контроля, возможно, является необходимой вследствие сложности процедур задания условий испытаний из-за необходимости документального описания образцов сравнения и т. д.

2 Методики непосредственного сравнения подлежат метрологической экспертизе с целью подтверждения соответствия условий испытаний (измерений) требуемым нормам, по результатам которой может быть установлена необходимость аттестации такой методики.

А.1.2 Методики прямых измерений, регламентация правил измерений по которым полностью определена нормативной документацией (руководством по эксплуатации или иными эксплуатационными документами) на применяемое СИ и результаты измерений полностью определены описанием типа на эти СИ — погрешность измерений равна инструментальной погрешности, которую можно определить расчетным способом исходя из метрологических характеристик СИ, свойств измеряемого объекта и условий измерений.

А.1.3 Методики, характеристики погрешности измерений по которым определяют в процессе или после их применения. Такие методики могут применяться, в частности, при исследовании метрологических характеристик стандартных образцов и при получении стандартных справочных данных. В этом случае отчет (протокол) исследования должен содержать описание методов экспериментального и теоретического определения характеристик погрешности измерений по данным методикам.

А.2 Методики измерений, не требующие регламентации

А.2.1 Не требуют отдельной регламентации методики измерений, описание которых вследствие его простоты может быть включено непосредственно в нормативный документ, регламентирующий технические требования (технические условия), технологическую карту, программу испытаний, регламент контроля и т. п.

А.2.2 Исследование метрологических характеристик таких методик измерений может оказаться необходимым. В этом случае характеристики погрешности измерений указывают непосредственно в нормативном документе согласно А.2.1.

А.3 Наиболее часто встречающиеся примеры

А.3.1 Методики порогового контроля, как правило, не требуют регламентации в виде отдельного документа, поскольку вследствие простоты процесса сравнения описание методики порогового контроля может быть включено непосредственно в документ, регламентирующий технические требования к продукции (технические условия).

Примечание — Пороговый контроль — это допусковый контроль, при котором решение об отнесении объекта к одной из групп принимают путем непосредственного сравнения контролируемого параметра с границами поля контрольного допуска без выполнения измерения (измерительного преобразования в рамках МВИк по определению значения отклонения контролируемого параметра от нормы контроля).

В соответствии с Е.6 рекомендациями [6] в случае не измерительного, а допускового контроля, когда при контроле не проводят измерений контролируемого параметра, т. е. результат и погрешность измерений контролируемого параметра отсутствуют, показатели достоверности контроля, характеризующие устройства допускового контроля, определяют формулами (Б.1), (Б.2) при замене в них погрешности Δ измерений при контроле на эквивалентную погрешность Δ_{eq} устройства допускового контроля, определяемую формулой

$$\Delta_{eq} = \Delta_{\gamma} * \Delta_{c}, \qquad (А.1)$$

где Δ_{γ} — погрешность задания (индикации) границ поля контрольного допуска G_{γ} (или, если контрольный допуск не вводят, то границ допуска G) на отклонение контролируемого параметра;

Δ_{c} — погрешность сравнения контролируемого параметра (или его отклонения) с границами поля контрольного допуска (или допуска G);

$*$ — символ суммирования погрешностей.

Примеры

1 Контроль размера изделия с помощью проходного калибра. Контроль (например, непревышения) допустимого уровня воды с помощью визуально наблюдаемой отметки на известной высоте или известной высоты преграды, других технических средств, например типа сигнализаторов на основе принципа «сухой контакт», плавкого элемента и т. п. или изменения температуры (других физических явлений) в районе контрольной отметки контролируемого другого физического явления (с помощью осязания или индикаторов изменения состояния явления, в т. ч. цветовых, стрелочных, цифровых).

2 Контроль уровня тока или напряжения в проводнике с помощью автоматов-выключателей, релейной защиты, микропроцессорных реле и т. п., если значения уровня тока или напряжения не измеряются, а также если погрешность преобразования тока или напряжения в цифровой код при сравнении с нормой в цифровом виде не существенна (или учтена в значении поля контрольного допуска) для принятия решения при контроле (срабатывания устройства порогового контроля).

А.3.2 Методики порогового контроля не классифицируются как содержащие МВИ (объект аттестации в них отсутствует). У них отсутствует результат и погрешность измерений, а их единственным показателем достоверности является наихудшее (наибольшее или наименьшее) значение контролируемого параметра любого объекта, который может быть отнесен к определенной группе (например, признан годным или дефектным), — Δ_{xMba} (см. рекомендации [6]). Соответствие значения показателя Δ_{xMba} требуемой норме может быть установлено путем метрологической экспертизы методики порогового контроля.

А.3.3 Методики качественного контроля требуют регламентации, включающей описание или визуальное представление (например, фотография) качественных признаков объекта контроля, по которым проводят отнесение объекта к той или иной группе, или описание (визуальное представление) объектов сравнения, заведомо относящихся к той или иной группе.

Примечание — Качественный контроль — это контроль, при котором решение об отнесении объекта к одной из групп принимают не только без выполнения измерений, но и без измерительных преобразований и без применения технических устройств сравнения, путем качественного (например, визуального) сравнения контролируемого объекта с объектами, заведомо принадлежащими к определенным группам, например к заведомо годным или заведомо дефектным объектам (применение линз, микроскопов, цветовых шкал и т. п. только по градациям годности без установления их соответствия значениям величины не относится к измерительным преобразованиям и использованию технических устройств контроля/сравнения).

Пример — Сравнение с образцами внешнего вида изделия.

А.3.4 Методики качественного контроля не классифицируются как содержащие МВИ, объект аттестации в них отсутствует.

А.3.5 Методики качественных испытаний регламентируют процесс задания условий испытаний и включают качественный контроль. Методики качественных испытаний не классифицируются как содержащие МВИ, объект аттестации в них отсутствует.

Приложение Б
(справочное)

Отличительные признаки методик (методов) измерений

Б.1 Нормативный правовой акт [2] и настоящий стандарт разработаны, исходя из основополагающего принципа, который изложен в рекомендациях [6]: «Измерения не являются самоцелью, а имеют определенную область использования, т. е. их проводят для достижения некоторого конечного результата…Вследствие этого результат измерений следует рассматривать как промежуточный результат, и номенклатуру характеристик погрешности измерений выбирают исходя из требуемого конечного результата (результат испытаний или контроля, результат оценки эффективности управления технологическим процессом и др.), методики его расчета, формы представления показателей достоверности конечного результата. Для этого устанавливают функциональную взаимосвязь результата измерений и характеристик погрешности измерений с требуемым конечным результатом и характеристиками (показателями) его погрешности (достоверности). Например, результатов и характеристик погрешности измерений с результатами испытаний и измерительного контроля, а также с характеристиками погрешности испытаний и показателями достоверности измерительного контроля». Поэтому раздел 1 нормативного правового акта [2] устанавливает цель измерений: «…для принятия обоснованных и надежных решений на основе получаемых результатов измерений и сведений об их погрешности или неопределенности». В ряде случаев достижение этой цели обеспечивается путем раздельного нормирования случайной и систематической составляющей погрешности измерений (для МКХА и МИС). Следует различать погрешность измерений при испытаниях и погрешность самих испытаний, показатели точности измерений при измерительном контроле и показатели достоверности самого измерительного контроля.

Б.2 Пояснения к терминам «испытания» и «методика измерений при испытаниях»

Б.2.1 Испытания могут не содержать процедур определения количественных характеристик свойств объекта испытаний и включать только качественную оценку характеристик свойств объекта. Методики таких испытаний не являются МВИ, не включают МВИ, и на них настоящий стандарт не распространяется.

Б.2.2 Испытание может включать определение количественных характеристик свойств объекта при его функционировании. Такое определение осуществляется либо прямыми измерениями с использованием СИ, либо косвенными измерениями с применением МВИ (и в их рамках — СИ), не включающих воздействие на объект измерений. Структура погрешности измерений для таких МВИ аналогична структуре погрешности измерений для МКХА и МИС.

Б.2.3 В ряде случаев определение количественных характеристик объекта при испытаниях (в результате воздействия на объект) осуществляются косвенными измерениями истинных значений этих параметров, определяемых при испытаниях, а не прямыми измерениями реальных значений. Структура погрешности измерений таких МВИ отличается от структуры погрешности измерений по МКХА и МИС и включает составляющие, обусловленные влиянием воздействующих на объект факторов.

Пример — Определение характеристик механических свойств (условный предел текучести) образцов металла по ГОСТ 1497 содержит измерения нагрузки P и размеров, определяющих площадь сечения образца S. Условный предел текучести определяют по формуле $\delta_{0,2} = P/S$, где нагрузка P соответствует определенной точке диаграммы деформации. Было бы неверно вычислять характеристики погрешности определенной величины $\delta_{0,2}$ по формуле для погрешности косвенных измерений, учитывая только погрешности измерений величин P и S, если задачей испытаний является определение истинного значения этой величины, а не фактически измеренного. Действительно, на погрешность косвенного измерения истинного значения величины $\delta_{0,2}$ влияют условия испытательного воздействия на образец: скорость деформации и «плавность» перемещения активного захвата испытательной машины, а также программное обеспечение для обработки диаграмм деформации и локальные неоднородности материала. Влияние всех этих факторов должно учитываться при расчете характеристик погрешности истинного значения величины $\delta_{0,2}$ (результата испытаний).

Б.2.4 Использование моделей объекта (вместо реальных объектов) и модельных воздействий (вместо воздействий в реальных условиях испытаний) на объект применяется на практике в соответствии с Б.2.3. Включение в состав погрешности измерений при испытаниях дополнительных характеристик, обусловленных неточностью задания испытательных воздействий и т. п. (отличия реальных условий испытаний от модельных, идеальных) допустимо при «измерении» в рамках таких испытаний не реального, а модельного объекта (истинного значения величины, определяемой при испытаниях, а не реально измеряемого значения), что должно быть четко указано в таких МВИс и самих методиках испытаний, в рамках которых применяются данного типа МВИ (по «косвенному измерению» модельных значений определяемого при испытаниях параметра).

Б.3 Отличительные признаки и классификация методик измерений при измерительном контроле

Б.3.1 Следует отличать МВИк от методик измерительного контроля. МВИк, как правило, являются составной частью методик измерительного контроля.

Б.3.2 Методики измерительного контроля содержат процедуру сравнения результата измерений контролируемого параметра или измерительного преобразования с границами поля контрольного допуска. При этом, если значение границы поля контрольного допуска воспроизводится техническим средством (например, стандартным образцом, аттестованным объектом, мерой, иным средством, выполняющим роль меры), погрешность (неопределенность) воспроизведения отлична от нуля и может оказаться значимой. Если процедура сравнения осуществляется техническим средством (компаратором), то погрешность компаратора также отлична от нуля и может оказаться значимой. Совокупность погрешности воспроизведения границы поля контрольного допуска и погрешности компаратора образует величину, названную в нормативном правовом акте [2] погрешностью сравнения контролируемого параметра с границами поля контрольного допуска. Для того чтобы использовать результат измерения или измерительного преобразования контролируемого параметра в соответствии с назначением (контроль величины, см. Б.1, расчет показателей достоверности контроля), эта погрешность должна быть учтена в модели по пункту 7.5.2 нормативного правового акта [2], регламентирующей косвенное измерение разности величины контролируемого параметра и значения границы поля контрольного допуска (косвенное измерение результата сравнения).

Б.3.3 МВИк подразделяют на МВИк измерительного типа и МВИк измерительно-преобразовательного типа.

Б.3.4 МВИк измерительного типа регламентируют процедуру получения результатов измерений характеристики объекта и, в случае указания в этой МВИ измерительной задачей определения именно разности контролируемого параметра и нормы контроля, процедуру их сравнения с границами поля контрольного допуска с целью отнесения объекта к нескольким группам, например к различным маркам сплавов, различным группам размеров и т. д. Наиболее часто встречается отнесение к двум группам: к группе годных объектов и к группе дефектных объектов. Процесс сравнения в МВИк измерительного типа, как правило, осуществляется с помощью технических средств (компаратор, контроллер, компьютерная программа).

Б.3.5 В МВИк измерительно-преобразовательного типа, в которых измерительной задачей указано определение (косвенное измерение) значения разности контролируемого параметра и нормы контроля, регламентируется выполнение измерительного преобразования контролируемого параметра в выходной сигнал измерительного преобразователя, который затем сравнивается с границами поля контрольного допуска, выраженного в единицах выходного сигнала измерительного преобразователя. Т.е. результат определения разности нормы контроля и контролируемого параметра первоначально выражен в единицах преобразованной величины, а не в единицах контролируемой величины. Для выражения результата определения разности нормы контроля и контролируемого параметра в единицах контролируемой величины необходимо построить функцию измерительного преобразования (градуировочную характеристику измерительного преобразователя) и оценивать погрешность ее построения, а также погрешность сравнения (по закономерностям установления нормы контроля в единицах сравниваемого сигнала из нормы контроля в единицах самого контролируемого параметра) в единицах измеряемого отклонения контролируемого параметра от нормы контроля.

Пример — Методика ультразвукового контроля (УЗК) несплошностей основного материала по ГОСТ Р 50.05.05—2018 содержит следующие положения:

«7.6.1 Нормы допустимых несплошностей по результатам УЗК указывают в документах по стандартизации в области использования атомной энергии и/или конструкторской документации. При этом используются характеристики несплошностей, доступные количественному определению и регистрации при УЗК.

7.6.2 При оценке несплошностей металла необходимо указывать фиксируемую и допустимую эквивалентную площадь (эквивалентный диаметр), …»

При контроле непосредственно измеряют не фиксируемую эквивалентную площадь в мм^2, а ослабление УЗ сигнала в дБ. Для перехода от дБ к мм^2 используют АРД-диаграммы, являющиеся в данном случае градуировочными характеристиками применяемых средств измерений.

Допустимую эквивалентную площадь в мм^2 указывают в стандартах или конструкторской документации. Для целей сравнения экспериментально определяют ослабление ультразвукового сигнала в дБ на настроечном образце (аттестованном объекте) с заданной площадью искусственного дефекта, соответствующей допустимой эквивалентной площади. При этом как воспроизводимое настроечным образцом значение площади искусственного дефекта, так и погрешность измерения ослабления УЗ-сигнала настроечным образцом имеют отличную от нуля погрешность, которая является значимой.

Б.4 Показатели достоверности измерительного контроля

Б.4.1 Приведенные в справочном порядке в настоящем стандарте показатели достоверности контроля P_{baM}, P_{grM} являются предельными показателями в отличие от ГОСТ Р 8.731, в котором рассмотрены показатели достоверности, усредненные по распределению контролируемого параметра. Обе группы показателей достоверности описаны в рекомендациях [6].

Б.4.2 Системы допускового контроля по ГОСТ Р 8.731 также допускается применять в области использования атомной энергии. Системы допускового контроля могут включать МВИ и/или СИ, но построенный на измерениях результат выполнения такой системы своей функции не будет результатом измерений, а результатом допускового контроля (качественного суждения, например годен/негоден).

Б.5 Понятия и термины, применяемые в методиках измерений при измерительном контроле

Б.5.1 Оперативная характеристика измерительного контроля — зависимость вероятности отнесения объекта к определенной группе (например, признания объекта дефектным) от значения контролируемого параметра X: $L(X)$.

Б.5.2 Параметрами контроля являются границы:

- поля допуска контролируемого параметра G. Иначе границы поля допуска называют нормами;
- поля контрольного допуска G_γ — значения, с которыми при выходном контроле (на предприятии-изготовителе) сравнивается результат измерения (измерительного преобразования). Иначе границы поля контрольного допуска допускается называть приемочными значениями или приемочными границами;
- зоны риска изготовителя G_β — значения, для которых неверное отнесение объекта к определенной группе (например, неверное признание годного объекта дефектным) имеет существенные отрицательные последствия для предприятия-изготовителя.

Примечание — Если на контролируемый параметр установлен односторонний допуск «не более», то:

- всегда имеет место соотношение $G_\beta < G_\gamma < G$;
- при контроле на предприятии-изготовителе объект признается годным, если $X \le G_\gamma$, на предприятии-потребителе — если $X \le G$;
- разность $Z = G - G_\gamma$ представляет собой смещение приемочных границ.

Б.5.3 Показателями достоверности измерительного контроля являются вероятности неверного отнесения (определения даны для случая отнесения объектов к группам годных и дефектных):

- P_{baM} — наибольшая вероятность ошибочного признания годным в действительности дефектного объекта, $P_{baM} = 1 - L(G_\gamma)$;
- P_{grM} — наибольшая вероятность ошибочного признания дефектным в действительности годного объекта, $P_{grM} = L(G_\beta)$.

Результат альтернативного контроля представляют в виде «годен, P_{baM}» или «брак, P_{grM}». Допускается не указывать вероятность неверного отнесения, равную $P_{baM} = 0{,}05$. Допускается не указывать вероятность неверного отнесения P_{grM}.

Б.5.4 Погрешность сравнения ε_{cp} — погрешность сравнения контролируемого параметра X с границами поля контрольного допуска G_γ (на предприятии-изготовителе) или с границами поля допуска G (на предприятии-потребителе), равная сумме погрешности задания границ $G_\gamma(G)$ и погрешности устройства сравнения контролируемого параметра X с $G_\gamma(G)$.

Б.5.5 Погрешность измерительного контроля или измерений при измерительном контроле в случае определения значения разности контролируемого параметра и нормы контроля — сумма погрешности (суммарной) измерения (измерительного преобразования) на входе устройства сравнения и погрешности сравнения.

Б.5.6 Связь между погрешностью измерительного контроля или погрешностью измерений при измерительном контроле в случае определения значения разности контролируемого параметра и нормы контроля и вероятностями неверного отнесения для случая одностороннего допуска «не более...» ($G > 0$) вычисляют по формулам:

$$P_{baM} = 1 - \int_{-\infty}^{G-G\gamma} \phi(\Delta)\, d\Delta; \qquad (Б.1)$$

$$P_{grM} = \int_{-\infty}^{G_\beta - G} \phi(\Delta)\, d\Delta, \qquad (Б.2)$$

где $\phi(\Delta)$ — плотность распределения вероятности измерительного контроля или погрешности измерений при измерительном контроле в случае определения значения разности контролируемого параметра и нормы контроля.

В случае нормального распределения вероятности с математическим ожиданием G_γ и дисперсией σ^2

$$\phi(\Delta) = (2\pi\sigma)^{-1/2} \exp(-\Delta^2/2\sigma^2) \qquad (Б.3)$$

связь между погрешностью измерительного контроля или погрешностью измерений при измерительном контроле при определении значения разности контролируемого параметра и нормы контроля и вероятностями неверного отнесения P_{baM}, P_{grM} представлена формулами:

$$P_{baM} = 1 - \Phi[(G - G_\gamma)/\sigma]; \qquad (Б.4)$$

$$P_{grM} = \Phi[(G_\beta - G_\gamma)/\sigma], \qquad (Б.5)$$

где

$$\Phi(t) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{t} \exp\left(-X^2/2\right) dX. \qquad (Б.6)$$

Б.5.7 На рисунке Б.1 показано графическое представление оперативной характеристики L(X), параметров методики измерительного контроля G, G_γ, G_β и вероятностей неверного отнесения P_{baM}, P_{grM} для случая одностороннего допуска «не более...».

Б.5.8 Пункты Б.5.1—Б.5.7 распространяются на одномерный двуальтернативный контроль (используют терминологию ГОСТ Р 8.731). Аналогично ГОСТ Р 8.731 задача многомерного многоальтернативного контроля сведена к многократному решению задач одномерного двуальтернативного контроля. В общем случае могут быть определены несколько величин X_i, каждая из которых, в свою очередь, является функцией нескольких измеряемых величин x_j:

$$X_i = f_i(x_1,\ldots,x_n). \quad (Б.7)$$

При этом можно применять решающее правило в виде совокупности условий вида

$$X_i \le C_i, \quad (Б.8)$$

объединенных логическими условиями вида «И» и «ИЛИ».

В общем случае характеристики погрешности величин X_i рассчитывают по правилам косвенных измерений, а показатели достоверности — по формулам (Б.4), (Б.5) и правилам суммирования вероятностей.

Б.5.9 Выполнение условия $P_{baM} \le 0{,}05$ обеспечивает выполнение требования пунктов 3.5 и 3.6 нормативного правового акта [2]: «Нормы точности или установленные приемочные значения должны обеспечивать вероятность правильного принятия положительного решения не менее 0,95» (см. также 6.3.7).

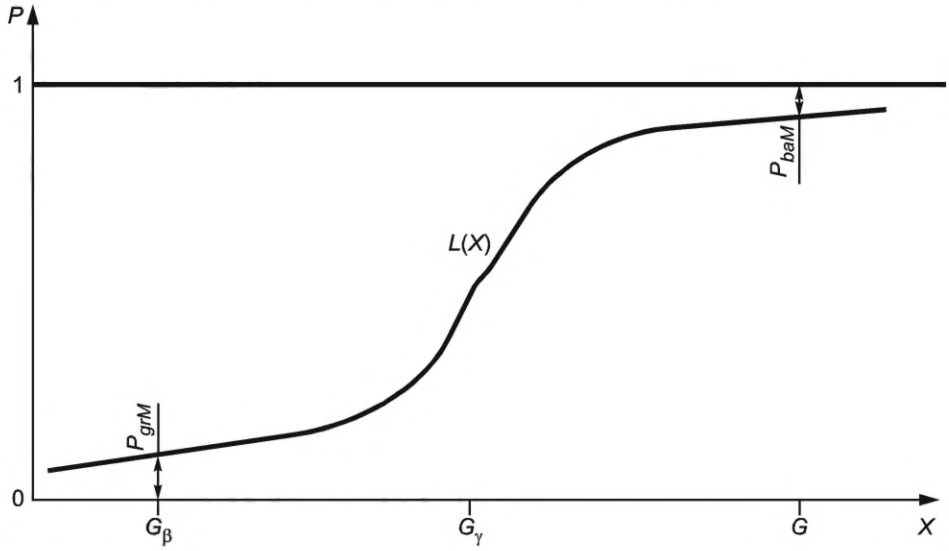

Рисунок Б.1 — Графическое представление оперативной характеристики

Приложение В
(справочное)

Обоснование комплекса метрологических характеристик методик (методов) измерений

В.1 Метрологические характеристики методик количественного химического анализа и методик измерений характеристик свойств

В.1.1 Установление характеристик погрешности измерений осуществляется на основе следующей модели представления суммарной погрешности:

$$F = f_{сх} * f_{вс\text{-}сх} + f_{прав}, \quad (В.1)$$

где $f_{сх}$ — часть погрешности измерений, обусловленная факторами, приводящими к разбросу результатов измерений в условиях сходимости (далее — факторы сходимости);

$f_{вс\text{-}сх}$ — часть погрешности измерений, обусловленная факторами, приводящими к разбросу результатов измерений в условиях воспроизводимости, за исключением факторов сходимости (далее — факторы «чистой» воспроизводимости);

$f_{прав}$ — часть погрешности измерений, обусловленная факторами, приводящими к отклонениям результата измерений от фактического значения, за исключением факторов сходимости и воспроизводимости (далее — факторы правильности);

* — символ суммирования погрешностей, рассматриваемых как случайные величины.

В.1.2 Составляющая погрешности $f_{сх}$ имеет случайный характер.

В.1.3 По отношению к измерениям, проводимым в условиях сходимости, составляющая погрешности $f_{вс\text{-}сх}$ имеет систематический характер, а по отношению к измерениям, проводимым в условиях воспроизводимости, — случайный характер.

В.1.4 Составляющая погрешности $f_{прав}$ имеет систематический характер, и ее исключают при разработке МВИ путем введения поправки к результатам измерений. Тогда модель погрешности измерений можно представить в виде

$$F = f_{сх} * f_{вс\text{-}сх} * f_{с}, \quad (В.2)$$

где $f_{с}$ — неисключенный остаток систематической составляющей погрешности.

Примечание — Значение характеристики неисключенного остатка систематической составляющей погрешности измерений $f_{с}$ численно равно величине критерия при оценке значимости систематической составляющей погрешности.

В.1.5 В настоящем стандарте составляющая погрешности $f_{вс\text{-}сх}$ рассмотрена как часть неисключенной систематической составляющей погрешности.

Для этого существуют следующие практические основания:

а) следует устанавливать такие характеристики погрешности, которые будут использоваться при применении МВИ. Многие МВИ используют в целях контроля продукции, при этом измерения осуществлены, как правило, в условиях сходимости. В то же время на показатели достоверности контроля продукции систематическая и случайная составляющие погрешности влияют по-разному. Поэтому необходимо разделение $f_{вс\text{-}сх}$ и $f_{сх}$;

б) если составляющая погрешности $f_{вс\text{-}сх}$ будет включена в случайную составляющую, у пользователя МВИ создастся впечатление, что он может уменьшить погрешность измерений путем увеличения количества параллельных определений и рассчитать ее, хотя это не так;

в) полностью обеспечить варьирование всех факторов воспроизводимости (разное время, разные экземпляры средств измерений, разные исполнители и т. д.) невозможно. В области использования атомной энергии применяют многие МВИ с уникальными СИ, существующие в ограниченном количестве экземпляров, а то и в единственном экземпляре. В таких случаях единственным способом определения составляющей погрешности $f_{вс\text{-}сх}$ является расчетно-экспериментальный способ, при котором она рассчитывается путем суммирования составляющих ее образующих, рассматриваемых как неисключенные систематические.

В.2 Метрологические характеристики методик измерений при испытаниях

В.2.1 Установление характеристик погрешности результатов измерений при испытаниях осуществляется на основе следующей модели представления суммарной погрешности измерений:

$$\begin{aligned} F &= {}^{изм}f_{сх} * {}^{изм}f_{вс\text{-}сх} * {}^{усл}f = ({}^{изм}f_{сх} * {}^{изм}f_{вс\text{-}сх}) * ({}^{усл}f_1 * \ldots * {}^{усл}f_i * \ldots * {}^{усл}f_m) = \\ &= {}^{изм}f_{сх,\,изм} * {}^{изм}f_{вс\text{-}сх,\,изм} * ({}^{усл}f_{сх,1} * \ldots * {}^{усл}f_{сх,k}) * ({}^{усл}f_{вс\text{-}сх,1} * \ldots * {}^{усл}f_{вс\text{-}сх,n}) = \\ &= {}^{изм}f_{сх} * {}^{изм}f_{вс\text{-}сх} * ({}^{усл}f_{сх}) * ({}^{усл}f_{вс\text{-}сх}) = ({}^{изм}f_{сх} * {}^{усл}f_{сх}) * ({}^{изм}f_{вс\text{-}сх} * {}^{усл}f_{вс\text{-}сх}) = {}^{исп}f_{сх} * {}^{исп}f_{вс\text{-}сх}, \end{aligned} \quad (В.3)$$

где ${}^{изм}f_{сх}$ — составляющая погрешности измерений, обусловленная факторами сходимости измерений параметра, определяемого при испытании;

$^{изм}f_{вс\text{-}сх}$ — составляющая погрешности измерений, обусловленная факторами «чистой» воспроизводимости измерений параметра, определяемого при испытании;

^{усл}f — составляющая погрешности измерений, обусловленная влиянием условий испытаний (воздействующих факторов);

$^{усл}f_i$(i от 1 до m) — составляющие погрешности результатов измерений, обусловленные влиянием i-го фактора влияния условий испытаний; эти составляющие разделены на две группы:

($^{усл}f_{сх,1}$, ... ,$^{усл}f_{сх,k}$) — составляющие погрешности измерений, приводящие к разбросу результатов испытаний в условиях сходимости;

($^{усл}f_{вс\text{-}сх,1}$, ... ,$^{усл}f_{вс\text{-}сх,n}$) — остальные составляющие погрешности измерений, обусловленные влиянием условий испытаний.

В.2.2 Таким образом, отличия модели погрешности МВИс, описываемой формулой (В.3), от модели, описываемой формулой (В.2), заключаются в следующем:

- погрешность измерений для МВИс складывается из составляющих погрешности измерений параметра, определяемого при испытаниях, и составляющих погрешности измерений, обусловленных влиянием условий испытаний;

- в модели погрешности измерений для МВИс отсутствует неисключенный остаток систематической составляющей погрешности f_c.

В.2.3 Поскольку достичь абсолютно точных значений параметров условий испытаний невозможно, нельзя определить и истинное значение определяемого при испытаниях параметра, которым бы оно было в случае достижения точного соответствия условий испытаний требуемым условиям (искомое модельное значение, нереально измеряемое в фактически достигнутых условиях испытаний) путем только измерений реальных значений определяемого при испытаниях параметра. За искомое по МВИс истинное значение определяемого при испытаниях параметра можно было бы принять математическое ожидание всех воображаемых результатов испытаний (по одной методике, но на разном испытательном оборудовании, в разных лабораториях и т. д.), что также практически недостижимо. Поэтому понятие правильности измерений для МВИс, в которых задачей указано определение не действительного значения определяемого параметра в реально достигнутых условиях испытаний, а именно модельного (истинного), при условном соответствии условий испытаний требуемым, носит условный характер, а особенности оценивания характеристик погрешности таких МВИс (см. ГОСТ Р 8.997) вытекают из особенности модели погрешности МВИс.

В.2.4 Некоторые МВИс предусматривают одновременное (или почти одновременное) выполнение измерений при испытаниях нескольких объектов при близких условиях испытаний (испытания сериями). В этом случае целесообразно устанавливать составляющую погрешности измерений, характеризующую сходимость результатов измерений при испытаниях. Также может оказаться целесообразным раздельное установление составляющих погрешности испытаний $^{изм}f_{вс\text{-}сх}$ и $^{усл}f_{вс\text{-}сх}$. При этом $^{усл}f_{вс\text{-}сх}$ — составляющая погрешности, обусловленная возможным разбросом условий испытаний при их повторении, и одинакова (хотя и неизвестна) в данном испытании, т.е. является систематической по отношению ко всем результатам измерений, полученным в данной серии, и случайной по отношению к возможному множеству серий испытаний; $^{изм}f_{вс\text{-}сх}$ — составляющая погрешности , обусловленная возможным разбросом факторов, влияющих на погрешность измерений при испытаниях, не зависящих от условий испытаний. Раздельное установление $^{изм}f_{вс\text{-}сх}$ и $^{усл}f_{вс\text{-}сх}$ целесообразно, если МВИс предполагается использовать при испытаниях, проводимых для сравнения параметров объектов из разных партий продукции путем их испытаний в одной серии. Тогда условия испытаний будут меньше влиять на погрешности разности результатов измерений характеристик объектов из разных партий.

В.3 Метрологические характеристики методик измерений при измерительном контроле

В.3.1 Способы установления метрологических характеристик МВИк, в которых измерительной задачей указано определение значения разности контролируемого параметра и нормы контроля, вытекают из их особенностей (см. Б.3.2) и по сути следуют из определений показателей достоверности измерительного контроля, изложенных в рекомендациях [6].

В.3.2 Установление характеристик погрешности и показателей достоверности измерительного контроля осуществляют на основе следующей модели представления суммарной погрешности определения значения разности контролируемого параметра и нормы контроля по МВИк:

$$F = f_{сх} * f_{вс\text{-}сх} * f_c * f_{ср}, \qquad (В.4)$$

где $f_{сх}$, $f_{вс\text{-}сх}$, f_c — составляющие погрешности измерения (или измерительного преобразования) при контроле, имеющие тот же смысл, что и в формуле (В.1);

$f_{ср}$ — погрешность сравнения контролируемого параметра X с границами поля контрольного допуска G_γ (на предприятии-изготовителе) или с границами поля допуска G (на предприятии-потребителе), равная сумме составляющих погрешности задания границ $G_\gamma(G)$ и погрешности устройства сравнения контролируемого параметра X с $G_\gamma(G)$.

В.3.3 В большинстве случаев погрешность сравнения имеет систематический характер (по отношению к измерениям, проводимым в условиях сходимости). Поэтому неисключенная систематическая составляющая погрешности измерений при измерительном контроле в случае определения значения разности контролируемого параметра и нормы контроля, характеристикой которой является Θ, равна $f_{вс\text{-}сх} * f_c * f_{ср}$.

Библиография

[1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[2] Метрологические требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии (утверждены приказом Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» от 31 октября 2013 г. № 1/10-НПА, зарегистрировано в Минюсте России 27 февраля 2014 г., регистрационный № 31442)

[3] Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»

[4] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 83—2007 — Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения

[5] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29—2013 — Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[6] Рекомендации по метрологии МИ 1317—2004 — Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров

[7] Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. № 317-ФЗ «О Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»

[8] Рекомендации по метрологии МИ 2453—2015 — Государственная система обеспечения единства измерений. Методики радиационного контроля. Общие требования

[9] Приказ Минпромторга России от 10 октября 2014 г. № 2037 «Об утверждении порядка организации и ведения разделов Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии»

[10] Стандарт Госкорпорации «Росатом» СТО 95 12073-2021 — Программное обеспечение, применяемое в измерительных целях. Основные требования

УДК 621.039:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: методика (метод) измерений, испытания, измерительный контроль, погрешность измерений, достоверность контроля

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 01.12.2022. Подписано в печать 14.12.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 3,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

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

gost.e-ecolog.ru