



Обозначение: E29-13

**Стандартное практическое руководство по применению значащих цифр
в данных испытаний для определения соответствия спецификациям**

**Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine
Conformance with Specifications**

Перевод настоящего стандарта осуществлен ООО «Нормдокс» с официального разрешения Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM) 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM не утверждает и не подтверждает данный перевод, и только английская версия, опубликованная со знаком копирайта ASTM, может рассматриваться как оригинальная версия.

Воспроизведение данного перевода возможно только с разрешения ASTM.

Translation of this standard has been made by Normdocs OOO under the official permission from the American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM does not confirm or approve this translation, and only the English version as published and copyrighted by ASTM can be considered as the original version.

Reproduction of this translation is possible by authority of ASTM only.



Обозначение: E29-13

Стандартное практическое руководство по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям¹

Настоящий стандарт выпускается под неизменным обозначением E29; номер, следующий непосредственно за обозначением, означает год исходного выпуска или, в случае измененной редакции, год последней редакции. Номер в скобках указывает год последнего повторного утверждения. Надстрочный индекс с буквой эpsilon (ϵ) указывает на наличие редакторских правок с момента выпуска последней редакции или повторного утверждения

Настоящий стандарт был утвержден к применению ведомствами Министерства обороны США.

1. Область применения*

1.1 Настоящее практическое руководство предназначено в помощь различным техническим комитетам для использования единых методов указания разрядов числа, которые должны считаться значащими для установленных пределов, например, при указании максимальных значений и указании минимальных значений. Его задача – описание методов, которые должны помочь в пояснении предлагаемых при определении соответствия техническим условиям значений установленных пределов, которые сравниваются с наблюдаемыми величинами или рассчитанными результатами испытаний.

1.2 Настоящее практическое руководство предназначено для использования при определении соответствия техническим условиям, когда применяемые технические условия или стандарты ASTM дают прямую ссылку на эту методику.

1.3 Ссылка на эту методику действительна только в том случае, когда указан выбранный метод, а именно, либо *абсолютный метод*, либо *метод округления*.

1.4 Система единиц для данного практического руководства не уточняется. Размерные величины в практическом руководстве представлены только в качестве иллюстрации методов расчета. Примеры не являются обязательными для рассматриваемых продуктов или методов испытаний.

1.5 *Настоящий стандарт не ставит целью описание всех проблем безопасности, если они имеются, связанных с его использованием. На пользователе настоящего стандарта лежит ответственность за определение надлежащих методов техники безопасности и охраны труда, а также определение применимости нормативных ограничений перед его использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 Стандарты ASTM²:

- E177 Практическое руководство по использованию терминов «точность» и «погрешность» в Методах испытаний ASTM
- E456 Терминология, относящаяся к качеству и статистике
- E2282 Руководство по изложению результатов испытаний какого-либо метода испытаний
- SI10 Стандарт по использованию Международной системы единиц (СИ) (Модернизированной метрической системы)

3. Терминология

3.1 *Определения* — Терминология E456 дает наиболее расширенный список терминов в стандартах E11.

3.1.1 *наблюдаемая величина* — значение, полученное в результате наблюдения. **E 2282**

3.1.2 *условия воспроизводимости* — условия, при которых получаются независимые результаты испытаний для идентичных испытуемых объектов при применении одного и того же метода, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, при использовании одного и того же оборудования, в рамках коротких промежутков времени. **E177**

3.1.3 *стандартное отклонение воспроизводимости* (s_r) — стандартное отклонение результатов испытаний, полученное в условиях воспроизводимости. **E 177**

3.1.4 *значащий разряд (цифра)* — любая из цифр от 0 до 9, которая используется со своим разрядным значением для указания численной величины с некоторым заданным приближением, за исключением всех начальных нулей и некоторых конечных нулей в числах, не имеющих десятичной точки.

3.1.4.1 *Пояснение* — Это определение значащих разрядов относится к тому, как определенное число представляется как десятичное. Это не означает, что измеренная величина должна уточняться до количества значащих цифр, используемых для ее представления.

3.1.4.2 *Пояснение* — Цифра ноль может либо указывать определенную величину, либо только определять место. Нули, предшествующие первой ненулевой цифре, указывают только порядок величины, а не значащие цифры. Например, число 0.0034 имеет две значащие цифры. Нули, идущие следом за последней значащей цифрой в числах, представленных с десятичной точкой, являются значащими цифрами. Например, числа 1270. и 32.00, каждое имеет по четыре значащих цифры. Важность конечных нулей для чисел, представленных без десятичной точки, может быть идентифицирована только при знании об источнике этой величины. Например, критерий прочности, выраженный как 140 000 Па, может иметь от двух до шести значащих цифр.

3.1.4.3 *Пояснение* — Для устранения двусмысленности можно использовать экспоненциальное представление цифр. Таким образом, 1.40×10^5 показывает, что критерий указан либо как ближайший к 0.01×10^5 , либо как 1000 Па.

3.1.4.4 *Пояснение* — Для метрических единиц рекомендуется использование соответствующих СИ префиксов, что снижает необходимость конечных нулей неопределенного значения. Таким образом, 140 кПа (без десятичной точки) показывает, что критерий указан либо как ближайший к 10, либо как 1 кПа, что является двусмысленным относительно числа значащих цифр.

¹ Данное практическое руководство находится в ведении Комитета E11 ASTM по качеству и статистике, а непосредственную ответственность за него несет Подкомитет E1 1.30 по статистическому контролю качества.

Настоящее издание было утверждено 1 августа, 2013 г. Опубликовано в августе 2013 г. Первоначально утверждено в 1940 г. Предпоследнее издание опубликовано в 2008 г. под обозначением E29 — 08. DOI:10.1520/E0029-13.

² Для ознакомления со стандартами ASTM, посетите веб-сайт ASTM, www.astm.org, или ASTM Customer Service на веб-сайте service@astm.org. Для получения информации, относящейся к ежегодному выпуску Каталога стандартов ASTM, откройте страницу «Document Summary page» на веб-сайте ASTM.

*В конце данного стандарта имеется раздел «Сводка изменений».

Однако 0.140 МПа ясно указывает, что критерий показан как ближайший к 1 кПа, а 0.14 МПа однозначно указывает, что критерий показан как ближайший к 10 кПа.

3.1.5 *результат испытаний* — величина характеристики, полученная при выполнении заданного метода испытания.

Е 2282

4. Значение и применение

4.1 Настоящее практическое руководство описывает два широко распространенных метода округления данных, именуемых как «Абсолютный метод» и «Метод округления». При применении этой методики для определенного материала или материалов важно указывать, какой из методов должен использоваться. При отсутствии такого указания ссылка на данную методику, которая не дает предпочтения, какой из методов следует применить, бессмысленна. Выбор метода зависит от существующей практики в конкретной отрасли промышленности или используемой технологии, и поэтому должен определяться в основной публикации.

4.1.1 Решительное заявление численного предела, такое как "макс. 2.50 дюйма", в силу различных признанных методик и привычек, не может рассматриваться как содержащее определенное оперативное значение, касающееся количества цифр, которые должны быть оставлены в наблюдаемой или рассчитанной величине в целях определения соответствия техническим условиям.

4.1.2 *Абсолютный метод* — В некоторых областях установленные пределы: макс.2.5 дюйма, макс. 2.50 дюйма и макс. 2.500 дюйма - все означают один и тот же абсолютный предел в два с половиной дюйма, и для определения соответствия техническим условиям наблюдаемая или рассчитанная величина должна сравниваться непосредственно с этим заданным пределом. Таким образом, любое отклонение, как бы мало оно ни было, от установленного предела означает несоответствие техническим условиям. Этот метод носит название *абсолютного*, и *обсуждается в разделе 5*.

4.1.3 *Метод округления* — В других областях установленные пределы: макс.2.5 дюйма, макс. 2.50 дюйма и макс. 2.500 дюйма подразумевают, что для определения соответствия техническим условиям наблюдаемая или рассчитанная величина должна округляться до ближайшего 0.1 дюйма, 0.01 дюйма, 0.001 дюйма, соответственно, и затем сравниваться с заданным пределом. Этот метод носит название *метода округления*, и *обсуждается в разделе 6*.

4.2 Раздел 7 этой методики дает указания по использованию окончательного результата для данных испытаний при выполнении записей, расчетов и составлении отчета.

5. Абсолютный метод

5.1 *Где применяется* — Абсолютный метод применяется в тех случаях, когда все цифры в наблюдаемой или рассчитанной величине при определении соответствия техническим условиям считаются важными. При таких обстоятельствах установленные пределы называются абсолютными пределами.

5.2 *Как применяется* — При использовании абсолютного метода наблюдаемая величина или рассчитанная величина не должны округляться, но должны непосредственно сравниваться с заданным предельным значением. Соответствие или несоответствие техническим условиям определяется в результате этого сравнения.

5.3 *Как выражается* — Это может быть выражено в стандартной или одной из перечисленной ниже форм:

5.3.1 Если абсолютный метод должен применяться ко всем заданным пределам в стандарте, это можно указывать, включением в стандарт следующей фразы:

Для определения соответствия этим техническим условиям все заданные в данном стандарте пределы являются абсолютными пределами, как это определено в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

5.3.2 Если абсолютный метод должен применяться ко всем заданным пределам определенного общего типа в этом стандарте (таким как пределы размерных допусков), это можно указывать, включением в стандарт следующей фразы:

Для определения соответствия этим техническим условиям, все заданные (допустимое отклонение размеров) пределы являются абсолютными пределами, как это определено в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

5.3.3 Если абсолютный метод должен применяться ко всем заданным пределам, приведенным в этой таблице, это можно указывать включением сноски к таблице, как указано ниже:

Объем мл	Отклонение объема ^A ± мл
10	0.02
25	0.03
50	0.05
100	0.10

^A Отклонение пределов задано как абсолютные пределы в соответствии с определением в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6. Метод округления

6.1 *Где применяется* — Метод округления применяется, когда для определения соответствия техническим условиям в наблюдаемой или рассчитываемой величине используется ограниченное число цифр, которые считаются важными для этих целей.

6.2 *Как применяется* — При использовании метода округления наблюдаемая или рассчитанная величина должна округляться в соответствии с методикой, описанной в параграфе 4.1.3 до ближайшей единицы в заданном месте чисел, указанном в стандарте, например, "до ближайшего кПа," "до ближайших 10 Ом," "до ближайшего 0.1 процента" и т.п. Затем округленная величина должна сравниваться с заданным пределом, и на основании этого сравнения определяется соответствие или несоответствие техническим условиям.

6.3 *Как выражается* — Это может быть выражено в стандартной или одной из перечисленной ниже форм:

6.3.1 Если метод округления должен применяться ко всем заданным пределам в стандарте, это можно указывать, включением в стандарт следующей фразы:

Следующее применяется ко всем заданным в этом стандарте пределам: Для определения соответствия этим техническим условиям наблюдаемая величина или рассчитанная величина должна округляться "до ближайшей единицы" в последней цифре справа, используемой при выражении заданного предела, в соответствии с методом округления, описанном в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6.3.2 Если метод округления применяется только к заданным пределам для конкретных выбранных требований, это можно указывать включением в стандарт следующей фразы:

Следующее применяется к заданным пределам для требований по (прочности на растяжение), (удлинению) и (...), указанным в ... (номер и название используемого раздела) и (...) данным стандарте: В целях определения соответствия этим техническим условиям наблюдаемая или рассчитанная величина должна округляться до ближайшего 1 кПа для (прочности на растяжение), до ближайшего (1 процента) для (удлинения), и до ближайшего (...) для (...) в соответствии с методом округления, описанным в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6.3.3 Если метод округления должен применяться ко всем заданным пределам, перечисленным в таблице, это может быть указано в виде примечания, как это показано на приведенных ниже примерах:

6.3.3.1 *Пример 1* — Одинаковые значащие цифры для всех объектов:

	состав, % по массе
Медь	4.5 ± 0.5
Железо	макс. 1.0
Кремний	2.5 ± 0.5
Другие вещества (марганец + цинк + марганец)	макс. 0.5
Алюминий	остатки

Для определения соответствия этим техническим условиям наблюдаемая или рассчитываемая величина должна округляться до ближайшей 0.1 процента в соответствии с методом округления, описанным в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6.3.3.2 *Пример 2* — Значащие цифры для всех объектов разные; аналогичные требования:

	Химический состав, % по массе	
	мин	макс
Никель	57	
Хром	14	18
Марганец		3
Кремний		0.40
Углерод		0.25
Сера		0.03
Железо		остатки

Для определения соответствия этим техническим условиям наблюдаемая или рассчитываемая величина должна округляться "до ближайшей единицы" в последней справа значащей цифре, используемой в выражении предельного значения, в соответствии с методом округления, описанным в ASTM E29 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6.3.3.3 *Пример 3* — Значащие цифры для всех объектов разные; различные требования:

	Требования к растяжению
Прочность при растяжении, psi	от 60 000 до 72 000
Предел текучести, мин, psi	33 000
Удлинение в 2 дюйма, мин % (psi = фунт на дюйм ²)	22

Для определения соответствия этим техническим условиям наблюдаемая или рассчитываемая величина должна округляться до ближайших 1000 psi для прочности при растяжении и предела текучести, и до 1 процента для удлинения, в соответствии с методом округления, описанным в ASTM E29-08 практическом руководстве по применению значащих цифр в данных испытаний для определения соответствия спецификациям.

6.4 *Процедура округления* — Фактически процедура³ округления должна быть следующей:

6.4.1 Когда цифра, идущая следом за последней оставляемой, менее 5, цифра на последнем оставляемом месте не изменяется.

6.4.2 Когда цифра, идущая следом за последней оставляемой, больше 5, цифра на последнем оставляемом месте увеличивается на 1.

6.4.3 Когда цифра, идущая следом за последней оставляемой, равна 5, и за этой цифрой 5 больше цифр нет, или находятся только нули,

увеличивайте последнюю оставляемую цифру на 1, если она нечетная, оставляйте цифру без изменения, если она четная. Увеличивайте на 1 последнюю оставляемую цифру, если за этой цифрой 5 идут ненулевые цифры.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Этот метод округления 5-ок не является повсеместно используемым, применяется в программном обеспечении.

6.4.4 Эту процедуру округления можно перефразировать следующим образом: При округлении числа до числа, имеющего указанное количество заданных цифр, выбирайте ближайшее. Если возможны два выбора, как в случае, когда отбрасываемой цифрой является 5, или за цифрой 5 следуют только нули, число должно заканчиваться на четную цифру. В Таблице 1 приведены примеры применения этой процедуры округления.

6.5 Округленная величина должна получаться в один этап прямым округлением наиболее точного имеющегося значения, а не после двух или более последовательных округлений. Например: число 89 490, округленное до ближайшей 1 000 представляется как 89 000; было бы неправильно округлить сначала до ближайших 100, получив 89 500, и затем до ближайшей 1 000, что дало бы в результате 90 000.

6.6 *Особый случай, округление до ближайших 50, 5, 0.5, 0.05 и т.п.* — Если, в особых случаях, требуется округлять до ближайших 50, 5, 0.5, 0.05 и т.п., это можно сделать, как указано в этом стандарте. Чтобы округлить до ближайших 50, 5, 0.5, 0.05 и т.п., удвойте наблюдаемую или рассчитанную величину, округлите полученную цифру до ближайших 100, 10, 1.0, 0.10 и т.п., в соответствии с процедурой, изложенной в параграфе 6.4, а затем разделите на 2. Например, при округлении числа 6 025 до ближайших 50, удвоенная цифра 6 025 даст число 12 050, которое при округлении до ближайших 100 становится числом 12 000 (6.4.3). При делении числа 12 000 на 2 получим число 6 000, которое и будет округленным значением числа 6 025. При округлении числа 6 075 до ближайших 50, удвоенное число 6 075 даст число 12 150, которое при округлении до ближайших 100 становится числом 12 200 (6.4.3). При делении числа 12 200 на 2 получим число 6 100, которое и будет округленным значением числа 6 075.

6.7 *Особый случай, округление до ближайшего интервала, не покрываемого в параграфах 6.4 или 6.6* — В некоторых методах испытаний может требоваться округлять величину до интервала, который не покрывается в параграфах 6.4 или 6.6, например, до ближайших 0.02, 0.25, 0.3 и т.п. В таких случаях для округления до любого интервала можно использовать описанную ниже процедуру:

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Использование расчетной подпрограммы, которая была составлена для выполнения процедуры округления, описанной в параграфах 6.7.1, 6.7.2 и 6.7.3, может оказаться полезной при оценке лабораторных данных.

ТАБЛИЦА 1 Примеры^A округления

Установленный предел	Наблюдаемая величина или рассчитанная величина	Должна округляться до ближайшего	Округленная Величина, используемая в целях определения соответствия	Соответствует заданному пределу
Предел текучести, 36 000	35 940	100 psi	35 900	нет
psi, мин	{ 35 950	100 psi	36 000	да
Никель, 57 %, по массе, мин	56.4	1 %	56	нет
	{56.5	1 %	56	нет
	56.6	1 %	57	да
Водная вытяжка	40.4	1 мс/м	40	да
электропроводность, 40мс/м, макс	{40.5	1 мс/м	40	да
	40.6	1 мс/м	41	нет
Бикарбонат натрия	0.54	0.1 %	0.5	да
0.5 %, макс, сухой массы	{0.55	0.1 %	0.6	нет
	0.56	0.1 %	0.6	нет

^A Эти примеры даются с целью иллюстрации правил округления, и не обязательно отражают свойственный этим методам испытаний набор цифр.

³ Процедура округления, приведенная в этой методике, та же, что изложена в ASTM Руководстве 7 по представлению данных и анализу контрольной карты.

6.7.1 Разделите результат на заданное приращение или интервал округления.

6.7.2 Округлите результат, полученный в параграфе 6.7.1, до ближайшего целого числа, используя правила, описанные в параграфах 6.4, 6.4.1, 6.4.2 и 6.4.3 по обстоятельствам.

6.7.3 Умножьте результат, полученный в параграфе 6.7.2, на заданное приращение или интервал округления.

6.7.4 Например, при округлении 0.07 до ближайшего 0.02, деление 0.07 на 0.02 дает величину 3.5. Округление этой величины до ближайшего целого числа дает величину 4, в соответствии с информацией, изложенной в параграфе 6.4.3. Умножение 4 на 0.02 дает 0.08. При округлении 0.09 до ближайших 0.02, делением 0.09 на 0.02 получаем величину 4.5. Округляя эту величину до ближайшего целого числа, получаем 4, в соответствии с информацией, изложенной в параграфе 6.4.3. Умножая 4 на 0.02 получаем 0.08.

7. Указания по оставляемым значащим цифрам при выполнении расчетов и составлении отчета по результатам испытаний

7.1 *Общее обсуждение* — Округление результатов испытаний предотвращает возможность ложного представления о точности, в то же время, исключая потерю информации вследствие низкой разрешающей способности. Любой способ сохранения значащих цифр неизбежно несет в себе некоторые потери информативности; поэтому, следует тщательно отбирать степень округления с учетом, как планируемых, так и потенциальных использований данных. Количество значащих цифр должно, прежде всего, быть адекватным для сравнения с установленными пределами (смотри 6.2). Приведенные ниже указания предназначены для сохранения данных при статистических выводах. Для конкретных задач, например, когда расчеты включают расхождения измерений, близкие по величине, и для некоторых статистических расчетов, можно рекомендовать включать большее количество значащих цифр в данные при составлении отчетов.

7.2 *Запись наблюдаемых величин* — При ведении записи прямых измерений, таких как отсчетные метки на бюретке, линейке или шкале прибора, следует записывать все цифры, которые известны точно, плюс одна цифра, которая может быть неточной из-за ошибки глаза. Например, если бюретка отградуирована по 0.1 мл, тогда наблюдаемую величину следует записывать, как 9.76 мл, когда показание находится между отметками на бюретке 9.7 и 9.8, и на глаз можно оценить примерно шесть десятых между этими отметками. Когда измерительный прибор имеет шкалу верньера, записывается последняя указываемая цифра на нониусе.

7.2.1 Количество значащих цифр, даваемых цифровым дисплеем, или распечаткой прибора, должно быть больше или равно тому количеству, которое указано в правиле по записи результатов испытаний, изложенному в параграфе 7.4 ниже.

7.3 *Расчет результата испытания по наблюдаемым величинам* — При расчете результата испытаний из наблюдаемых величин избегайте округления промежуточных значений. Насколько это практично с используемым расчетным устройством или формой, выполняйте расчеты с наблюдаемыми величинами точно, и округляйте только конечный результат.

7.4 *Составление отчета по результатам испытаний*— Предлагаемое правило устанавливает связь значащих цифр в результате испытания с точностью измерения, выраженную как среднее квадратическое отклонение σ . Применяемое среднее квадратическое отклонение – это стандартное отклонение воспроизводимости. Альтернативное положение о предлагаемом правиле: Запишите стандартное отклонение. Округлите результаты испытаний до первой значащей цифры в стандартном отклонении при цифре два или выше, до следующего разряда, при его наличии.

Интервал округления для результатов испытаний не должен быть больше 0.5σ и меньше 0.05σ , но не больше единицы в технических условиях (смотри 6.2). Когда для σ имеется только оценка, s , в предыдущей фразе вместо σ можно использовать s .

Пример: Результат испытания рассчитан как 1.45729. Среднеквадратическое отклонение метода испытания оценивается как 0.0052. Округляем до 1.457 или до ближайшей 0.001, так как это единица округления, 0.001, находится между $0.05 s = 0.0002\sigma$ и $0.5s = 0.0026$.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Логическое обоснование этого правила исходит из поправки Шеппарда на группировку, которая представляет собой среднеквадратическое отклонение округленного результата испытания $\sqrt{\sigma^2 + w^2/12}$, где σ – это среднеквадратическое отклонение неокругленного результата испытания, а w – округляющий интервал. Значение $w/\sqrt{12}$ – это среднеквадратическое отклонение ошибки, равномерно распределенной в диапазоне w . Округление с тем, чтобы w было менее 0.5σ гарантирует, что среднеквадратическое отклонение увеличивается не более, чем на 1%.

7.4.1 Когда оценка среднеквадратического отклонения σ не известна, тогда для определения количества значащих цифр для отчета на основании значащих цифр в данных испытания можно использовать правила по сохранению значащих цифр в рассчитанных значениях.

7.4.1.1 Правило, когда сложение или вычитание данных испытаний дает результат, который не должен содержать значащих цифр, идущих за местом последней значащей цифры какой-либо заданной величины.

Примеры:

(1) $11.24 + 9.3 + 6.32 = 26.9$, так как последняя значащая цифра 9.3 – это первая цифра, следующая за десятичным знаком, 26.9 получается округлением точной суммы 26.86 до этого разряда цифр.

(2) $926 - 923.4 = 3$

(3) $140\,000 + 91\,460 = 231\,000$, когда первая величина записывалась до ближайшей тысячи.

7.4.1.2 Правило, когда умножение или деление дает результат, который не должен содержать больше значащих цифр, чем величина с меньшим количеством значащих цифр.

Примеры:

(1) $11.38 \times 4.3 = 49$, так как коэффициент 4.3 имеет две значащие цифры

(2) $(926 - 923.4)/4.3 = 0.6$ Только одна цифра является значащей, так как разность числителя имеет только одну значащую цифру.

7.4.1.3 Правила для логарифмов и показателей следующие: Цифры $\ln(x)$ или $\log_{10}(x)$ являются значащими до n -го места после десятичного знака, когда x имеет n значащих цифр. Количество значащих цифр e^x или 10^x равно месту последней значащей цифры в x после десятичного знака.

Примеры:

$\ln(3.46) = 1.241$ – три места после десятичного знака, так как 3.46 имеет три значащих цифры. $10^{3.46} = 2900$ имеет две значащих цифры, так как 3.46 указывается с двумя разрядами после десятичного знака.

7.4.1.4 Правило для чисел, представляющих точный отсчет или математические константы, когда они должны интерпретироваться как имеющие бесконечное число значащих цифр.

Примеры:

(1) $1 - 0.23/2 = 0.88$, где числа 1 и 2 являются точными, а 0.23 – приблизительное значение.

(2) 50-кратный подсчет при измерении толщины 0.124 мм - $50 \times 0.124 = 6.20$ мм, имеет три значащие цифры.

(3) Измерение 1.634 дюйма до ближайшей тысячной преобразуется в мм. Результат, $1.634 \times 25.4 = 41.50$ мм, имеет четыре значащие цифры. Константа преобразования, 25.4, является точной.

ПРИМЕЧАНИЕ 4—Более подробно о размерном преобразовании изложено в IEEE/ASTM SI 10.

7.5 *Заданные пределы* — Когда метод округления применяется к данным установленным пределам, желательно, чтобы значащие цифры заданных пределов соответствовали бы точности испытания, вытекающей из правила 7.4. То есть, единица округления для установленных пределов должна быть кратной от 0.05 до 0.5 среднеквадратическому отклонению испытания.

7.6 Средние величины и среднеквадратические отклонения — При указании в отчете среднего значения и среднеквадратического отклонения повторных измерений или повторного отбора проб материала правилом, предлагаемым в большинстве случаев, является округление среднеквадратического отклонения до двух значащих цифр, и округление среднего значения до одного и того же последнего разряда значащих цифр. Когда число наблюдений велико (более 15, когда первая цифра среднеквадратического отклонения 1, более 50 с первой цифрой 2, более 100 в других случаях), может быть полезно привлекать дополнительные цифры.

7.6.1 Альтернативные методы для средних значений включают запись \bar{x} с точностью от 0.05 до 0.5, умноженной на среднеквадратическое отклонение средней величины σ/\sqrt{n} , или применение правил для сохраняемых значащих цифр для расчета \bar{x} . ASTM Руководство 7 излагает методы записи \bar{x} и s для этих применений.³

ПРИМЕЧАНИЕ 5—Логическое обоснование этого правила исходит из неопределенности рассчитанного среднеквадратического отклонения s . Среднеквадратическое отклонение s , основанное на выборке из нормального распределения с n наблюдениями, составляет приблизительно $\sigma/\sqrt{2n}$. Запись s с точностью от 0.05 до 0.5 от этого значения, с использованием правила 7.4, приводит к двум значащим цифрам для большинства значений σ , когда число наблюдений n равно 100 или меньше.

Пример: Анализ шести образцов дает величины 3.56, 3.88, 3.95, 4.07, 4.21 и 4.47 для элемента. Среднее значение и среднеквадратическое отклонение, неокругленные, составляют $\bar{x} = 4.0233\dots$ и $s = 0.3089\dots$. С использованием предлагаемого правила следует записывать \bar{x} и s как 4.02 и 0.31.

8. Ключевые слова

8.1 абсолютный метод; соответствие; округление; значащие цифры; технические условия; данные испытания

СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ

Комитет E11 определил изменения в данном стандарте, начиная с момента последнего выпуска (E29 - 08), которые могут повлиять на использование данного стандарта.

(1) Пересмотрены пп. 7.4, 7.4.1.1, 7.4.1.2, а также Примечание 3.

(2) Добавлены пп. 1.4, 1.5, а также раздел 8.

ASTM International не занимается вынесением решений относительно действительности любых патентных прав, заявляемых в связи с любым объектом, упоминаемым в настоящем стандарте. Пользователям этого стандарта в явной форме сообщается, что на них возлагается вся полная ответственность за определение действительности любых таких патентных прав и риска нарушения таких прав.

Настоящий стандарт может быть пересмотрен в любой момент времени ответственным техническим комитетом и должен пересматриваться раз в пять лет; в случае несоблюдения требования о пересмотре он должен быть либо повторно утвержден, либо отозван. Мы с готовностью рассмотрим ваши предложения по изменению этого стандарта или по составлению дополнительных стандартов; они должны направляться по адресу штаб-квартиры ASTM International. Ваши замечания будут внимательно рассмотрены на совещании ответственного технического комитета, на котором вы можете присутствовать лично. Если вы полагаете, что ваши замечания не были заслушаны должным образом, вы должны довести свое мнение до сведения Комитета по стандартам ASTM по приведенному ниже адресу.

Авторские права на этот стандарт принадлежат ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States – США. Отдельные репринты (в одном или нескольких экземплярах) настоящего стандарта можно получить, связавшись с ASTM по указанному выше адресу или по номеру 610-832-9585 (телефон), 610-832-9555 (факс), по адресу service@astm.org (электронная почта), или через веб-сайт ASTM (www.astm.org). Разрешение на снятие фотоконий данного стандарта может быть также получено через веб-сайт ASTM (www.astm.org/COPYRIGHT).