**Задание 2. Задачи**

**Расчет погрешностей и округление результатов измерений**

Правила округления результатов и погрешностей измерений:

1. Результат измерения округляют до того же десятичного знака, которым оканчивается округленное значение абсолютной погрешности. Лишние цифры в целых числах заменяют нулями. Если десятичная дробь в числовом значении результата измерений оканчивается нулями, то нули отбрасывают до того разряда, который соответствует разряду числового значения погрешности

*Пример*. Результат 4,0800, погрешность 0,001. Решение. Результат округляют до 4,080

2. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остальные цифры числа не изменяют. Лишние цифры в целых числах заменяют нулями, а в десятичных дробях отбрасывают.

*Пример*. Число 174437 при сохранении четырех значащих цифр должно быть округлено до 174400, число 174,437 — до 174,4.

3. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5, но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю сохраняемую цифру увеличивают на единицу.

*Пример.* При сохранении трех значащих цифр число 12567 округляют до 12600, число 125,67 до 126.

4. Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней — неизвестны или нули, то последнюю сохраняемую цифру не изменяют, если она четная, и увеличивают на единицу, если она нечетная.

*Пример*. Число 232,5 при сохранении двух значащих цифр округляют до 232, а число 233,5 до 234.

5. Погрешность результата измерения указывают *двумя* значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и *одной* — если первая цифра равна 3 или более.

6. Округление результатов измерений производят лишь в окончательном ответе, а все предварительные вычисления проводят с одним-двумя лишними знаками

Если руководствоваться этими правилами округления, то количество значащих цифр в числовом значении результата измерений дает возможность ориентировочно судить о точности измерения. Это связано с тем, что предельная погрешность, обусловленная округлением, равна половине единицы последнего разряда числового значения результата измерения.

Погрешности измерений:

Основная задача физических измерений состоит в том, чтобы дать оценку истинного значения измеряемой величины и определить погрешность измерения.

Результаты измерений принято записывать в следующей форме:

*Хизм* = 〈*Х*〉 ± Δx,

где *Хизм* - измеряемая физическая величина, *Х* - оценка её истинного значения, Δx - абсолютная погрешность.

*АБСОЛЮТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ* – отклонение результата измерения *Х* от истинного значения *Хи* измеряемой величины:

** (1.1.)

О точности измерения удобно судить по относительной погрешности. *ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ* – отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины:

 (1.2.)

Если абсолютная погрешность измерения не известна, то относительная погрешность равна:

 (1.3)

где http://ok-t.ru/studopediaru/baza5/2005098922.files/image238.gif – это первая значащая цифра числа *a*, *n* – общее число значащих цифр в этом числе.

*ПРИВЕДЕНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ* – отношение абсолютной погрешности измерительного прибора к нормирующему значению *ХN*. Приведенную погрешность также выражают в процентах

 (1.4)

*ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ* – качество измерения, отражающее близость его результата к истинному значению измеряемой величины.

 (1.5.)

*ПОПРАВКА* – равна систематической погрешности по величине и обратна ей по знаку .

*Х* = *Х*п+, (1.6)

где *Х*п – значение ФВ снятое с прибора.

*ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ ШКАЛЫ*:

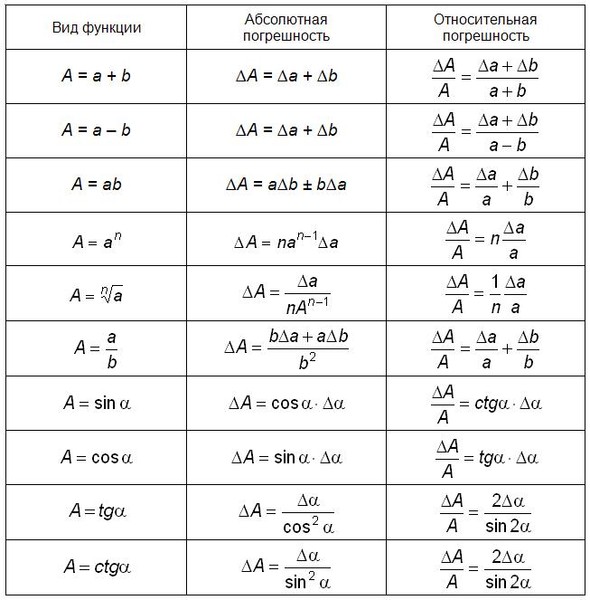
 …..(1.7)

где *С* – цена деления; *Хк* – конечное значение; *N* – полное число делений на шкале прибора.

 …..(1.8)

где *n* – порядковый номер деления.

Формулы для оценки абсолютной и относительной погрешности для значения функции и переменных



*Пример 1.*

1. Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °С, второй 110 °С. Определите истинное значение температуры, погрешность поверяемого прибора, поправку к его показаниям и оцените относительную погрешность термометра.

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*  *t1* = 111°С  *t2* = 110°С | *Решение:*  1. Истинное значение – это показания образцового прибора, т.е. *t* = 111°С.  2. Погрешность поверяемого прибора:  Δ=*t*д-*t*и,  где *t*д – действительное значение, *t*и – истинное значение.  Δ= 110 °С – 111 °С = –1 °С.  3. Поправка – это погрешность измерения, взятая с обратным знаком: ∇*x* = +1°С.  4. Относительная погрешность термометра:      *Ответ: t* = 111°С ;Δ= – 1°С ; ∇= +1°С ; δ = 0,9%. |
| *Найти:*  *tи,* Δ, ∇, δ |

*Пример 2.*

Погрешность измерения одной и той же величины, выраженная в долях этой величины: 1⋅10-3 – для одного прибора; 2⋅10-3 – для другого. Какой из этих приборов точнее?

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*  Δ*1* = 1·10-3  Δ*2* = 2·10-3 | *Решение:*  Точности характеризуются значениями, обратными погрешностям,    т.е. для первого прибора это 1/(1⋅10-3) = 1000, для второго 1/(2⋅10-3) = 500; 1000>500. Следовательно, первый прибор точнее второго в 2 раза.  *Ответ:* точнее первый. |

**1.7.** К зажимам элементов с Е = 10 В и r = 1 Ом подсоединим вольтметр с сопротивлением Rи = 100 Ом. Определите показания вольтметра и вычислите абсолютную погрешность его показания, возникновение которой обусловлено тем, что вольтметр имеет не бесконечно большое сопротивление; классифицируйте погрешность

**Практическое занятие №2**

**Метрологические характеристики средств измерений**

*КЛАСС ТОЧНОСТИ* - обобщенная характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также рядом других свойств, влияющих на точность осуществляемых с их помощью измерений.

Таблица 2.1

Формулы вычисления погрешностей и обозначение классов точности средств измерений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Формулы для определения пределов допускаемой основной погрешности | Примеры пределов допускаемой погрешности | Обозначения на средстве измерений |
| 1 | 2 | 4 |
| Δ=±а  Δ=±(а+bx) | Δ=±0,2 А | E,F,M  I - специальный  II – высокий  III – средний |
| где *Х*N – в единицах величины | γ=±1.5% | 1.5 |
| где *Х*N определяется длиной шкалы или ее части | γ=±0.5% |  |
|  | δ=±0.5 |  |
|  |  | 0.05/0.02 |

*Пример 1.*

Определить пригодность к дальнейшему применению рабочего вольтметра класса точности 1,0 с диапазоном измерений от 0 В до 300 В, если при непосредственном сравнении его показаний с показаниями образцового вольтметра были получены следующие данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Рабочий вольтметр, В | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| Образцовый вольтметр, В | 60,5 | 119,7 | 183,5 | 238,7 | 298,8 |

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*  Λ=1,0  U0=0 В  UВ=300 В | *Решение:*  По условию приведенная погрешность Λ=γ =1%.  Δ=Uр- Uо  Δmax =183,5 −180 = 3,5 *В*      *Ответ:* Рабочий вольтметр не пригоден. |
| *Найти:*  *tи,* Δ, ∇, δ |

*Пример 2.*

Вольтметр типа Д566/107, класса точности 0,2, имеет диапазон измерений от 0 В до 50 В. Определить допускаемую абсолютную и относительную погрешности, если стрелка вольтметра остановилась на делении шкалы против цифры 20 В.

|  |  |
| --- | --- |
| *Дано:*  Λ=0,2  U0=0 В  UВ=50 В  U0=20 В | *Решение:*  По условию приведенная погрешность Λ = γ = 0,2%.          *Ответ:* 0,1 В; 0,5 %. |

**2.7.** Класс точности приборов Б и В одинаков, а верхний предел измерения прибора Б больше. В каком соотношении будут находиться максимальные значения абсолютных погрешностей измерений: Δmax*Б* и Δmax*В*? Класс точности характеризовать приведенной погрешностью.

**Здание 3. Основы стандартизации**

**Выбор рядов предпочтительных чисел**

*Цель работы:* закрепить теоретические знания по предпочтительным числам.

*Задание на работу:*

Изучить:

1. Научиться анализировать предложенный стандарт.
2. Получить практические навыки выбора предпочтительных чисел.

*Теоретические основы работы:*

Система предпочтительных чисел является основой параметрической стандартизации.

Применение стандартизованных предпочтительных чисел позволяет широко унифицировать параметры изделий не только в пределах одной отрасли, но и в масштабах всего народного хозяйства.

Предпочтительные числа и их ряды используются:

* при установлении стандартных значений и рядов стандартных значений величин;
* при нормировании значений исходных параметров продукции, условий ее существования и процессов, а также разрешенных и допускаемых их отклонений;
* при нормировании значений параметров продукции, связанных логарифмируемой зависимостью с исходными параметрами, значения которых нормируются посредством предпочтительных чисел;
* при приведении значений параметров и процессов (в том числе природных констант), если использование предпочтительных чисел не влечет выхода за пределы допускаемого отклонения.

Предпочтительные числа образуют ряды чисел, построенные по определенным закономерностям. Наиболее целесообразными рядами предпочтительных чисел являются ряды, построенные по арифметическим или геометрическим прогрессиям.

*Ряды, построены по арифметическим прогрессиям*, представляют собой последовательность чисел, в которой разность *d* между любыми соседними числами *a*i и *a*i-1 остается постоянной. Например, по существующим стандартам внутренние диаметры подшипников качения средней серии в интервале от 20 до 110 мм имеют следующие значения: 20, 25, 30, 35, . . . 100, 105, 110 мм, т. е. Образуют арифметическую прогрессию с разностью *d*=5.

Существенным недостатком рядов, построенных на арифметической прогрессии, является неравномерное распределение членов ряда в заданных пределах. В арифметических прогрессиях наблюдается разреженность членов в зоне малых величин и сгущенность членов в зоне больших величин.

*Ряды построены по геометрическим прогрессиям*, имеют постоянное отношение каждого последующего члена к предыдущему, которое называется знаменателем прогрессии *q*.

Любой член геометрической прогрессии может быть вычислен по формуле *N*i=*Q*i.

В настоящее время для построения рядов предпочтительных чисел используют обе системы, но чаще применяют ряды, построенные по геометрическим прогрессиям. Многолетним опытом установлено, что требования всех отраслей промышленности наиболее полно удовлетворяются рядами предпочтительных чисел, составляющих геометрические прогрессии со знаменателем q, равным корню из 10 степени: 5, 10, 20, 40 или 80 и 160.

ГОСТ 8032-84 составлен с учетом рекомендаций ИСО и устанавливает четыре основных ряда предпочтительных чисел (R5, R10, R20, R40) и два дополнительных (R80, R160). Степень корня входит в условное обозначение ряда, напр. R5. Членами ряда являются округленные значения, полученные путем умножения предыдущих чисел на знаменатель прогрессии.

Ряды предпочтительных чисел безграничны. Числа свыше 10 получают умножением предпочтительных чисел на 10, 100, 1000 и т. д. Числа, менее 1, наоборот деление на 10, 100, 1000 и т. д., т. е. умножением на 10-1, 10-2 и т. д.

Число членов в каждом ряду равно показателю степени, т. е. Числу в обозначении ряда.

В общем случае следует отдавать предпочтение ряду с меньшим числом в обозначении, например R5 предпочтительнее, чем R10.

При необходимости можно использовать производные ряды, полученные путем отбора каждого второго, третьего или иных членов ряда. Применяют и составные ряды.

Ряды предпочтительных чисел имеют ряд свойств, наличием которых объяснятся их широкое применение в стандартизации. Эти свойства позволяют переходить от стандартизации линейных величин к площадям, объёмам, энергетическим параметрам (производительности, мощности и др.).

*Наиболее значимые из свойств рядов следующие:*

1. Каждый последующий ряд содержит числа предыдущего ряда.

2. Произведение 2-х чисел рядов является числом, содержащимся в рядах, т.е. предпочтительным, что позволяет стандартизовать площади.

3. Произведение 3-х чисел ряда является числом, содержащимся в рядах, т.е. предпочтительным, что позволяет стандартизовать объёмы.

4. Начиная с ряда R10, в рядах содержится число 3,15 близкое к числу Пи, что позволяет стандартизовать длину окружностей, площадь кругов и объём цилиндров.

5. Произведение или частное любых членов ряда является, с учётом правил округления, членом ряда. Это свойство используется при увязке между собой стандартизованных параметров в пределах одного ряда предпочтительных чисел.

*Порядок проведения практического занятия*

Выбрать ряды взаимосвязанных параметров *А* и *В* и определить порядковые номера членов этих рядов на основе следующих данных:

а) зависимость, определяющая связь параметров, имеет вид: *А* = *с*∙*B*n , где *с* – постоянный коэффициент; *n* – показатель степени - определяются по варианту из табл. 1;

Табл. 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Варианты | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *с* | 0,25 | 1,4 | 0,25 | 2 | 16 | 0,1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| *n* | 2 | ½ | 2 | ½ | 2 | ½ | 2 | 1/2 | 2 | ½ |
|  | R5/3 | R40/3 | R20/3 | R10/3 | R5/2 | R40/2 | R20 | R10 | R5 | R10/2 |
|  | 2,5…10000 | 2,8…8 | 1,4…11,2 | 2…125 | 1…250 | 1,25…2,5 | 2…4 | 1,6…6,3 | 1…16 | 1,6…25 |

б) параметр *А* задан рядом, определяемым из табл. 1.

Результаты расчета свести в табл. 2.

Табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение парам. | Обозначение ряда | Знаменатель ряда | Значения параметров | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Порядковые номера членов ряда | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| В |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Порядковые номера членов ряда | | | | | | |

*Указания*. Задание выполняется в следующей последовательности.

1. На основе системы предпочтительных чисел находим ряд параметров *А* и определяем его знаменатель φА.

2. Находим приближенное значение параметра *В1*, соответствующее первому члену *А1*  ряда *А*.

3. Определяем знаменатель ряда *В*, находя значение φ*В* из соотношения

φА = φ*В n* .

4. Определяем ряд параметра *В*, его обозначение и порядковые номера членов ряда.

5. Результаты вносим в соответствующие графы табл. 2.