

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.09.2022 16:36:53
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра управления качеством, метрологии и сертификации

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2015 г.



ПРЯМЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Методические указания по выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для обучающихся по направлениям подготовки бакалавров:
29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62),
19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62),
04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06
и по направлению подготовки специалистов
04.05.01 (020201.65)

Курск 2015

УДК 658.562

Составитель: О.В. Аникеева

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры
«Управление качеством, метрология и сертификация»

А.Г. Ивахненко

Прямые однократные измерения: методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Аникеева. Курск, 2015. 10 с. Библиогр.: с. 10.

Излагаются теоретические сведения о форме и правилах представления результатов прямых однократных измерений. Приводятся варианты заданий для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», а также примеры их выполнения.

Методические указания соответствуют требованиям программ, утвержденных учебно-методическим объединением по направлениям подготовки бакалавров: 29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62), 19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62), 04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06 и специалистов 04.05.01 (020201.65).

Предназначены для обучающихся по направлениям подготовки: 29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62), 19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62), 04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06, 04.05.01 (020201.65) всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 17.08.15. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 0,8. Уч. - изд. л. 0,5. Тираж 50 экз. Заказ 463.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

приобрести практические навыки обработки и представления результатов прямых однократных измерений.

Краткие теоретические положения**1. Форма представления результатов прямых однократных измерений.**

Прямые однократные измерения являются основным видом технических измерений и проводятся в том случае, когда ожидается пренебрежимо малая (по сравнению с инструментальной) случайная погрешность [1-3].

При однократных измерениях за измеренное значение величины принимают результат одного измерения:

$$\bar{X} = x_1.$$

По инструментальной погрешности Δ_i средства измерения определяют абсолютную погрешность измерения:

$$\Delta x = \Delta_i.$$

Относительную погрешность вычисляют по формуле [4,5]:

$$\delta_x = \left| \frac{\Delta x}{\bar{X}} \right| \cdot 100\%. \quad (1)$$

Результат измерений записывают следующим образом:

$$x = (A \pm B)C; \quad \delta_x = D\%; \quad P = 1, \quad (2)$$

где A – измеренное значение; B – абсолютная погрешность; C – единицы измерения; D – относительная погрешность; P – доверительная вероятность (вероятность того, что полученное значение является истинным – 100%).

Результат измерений записывают с учетом правил представления результатов.

2. Правила представления результатов измерений.

Любое число состоит из цифр, определяющих количество единиц в различных разрядах числа. Так, в число 312,42 включает 5 цифр, в нем содержится 3 сотни, 1 десяток, 2 единицы, 4 десятых и 2 сотых. Старший разряд – сотни, младший – сотые.

Цифры в числе могут быть значащими и незначащими.

Значащие цифры – это все цифры числа, кроме нулей, стоящих слева. Нули, стоящие в середине или в конце числа (справа) являются значащими, т.к. обозначают отсутствие единиц в соответствующем разряде. При этом цифры множителя 10^n не учитываются.

В таблице 1 представлены примеры определения количества значащих цифр в числах.

Таблица 1

Примеры определения
количества значащих цифр в числах

Число	Количество значащих цифр
0,0001	1
$0,1 \cdot 10^5$	1
0,00010	2
3,1250	5
$0,051 \cdot 10^{-4}$	2
$51,0 \cdot 10^{-4}$	3
51	2
302,0	4
302,010	6

В процессе измерения получают измеренное значение величины x и две погрешности: абсолютную ΔX и относительную δ_x . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов измерений, в погрешностях ΔX и δ_x необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам [2-4].

1. Погрешности измерения должны содержать не более двух (одну или две) значащих цифры.

2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2 значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «4», «5», «6», «7», «8» или «9», то в погрешности необходимо оставить 1 значащую цифру.

3. Измеренное значение X должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность ΔX .

4. В относительной погрешности δ_x число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности ΔX .

В таблице 2 представлены примеры ограничения количества значащих цифр в измеренном значении и его погрешностях.

Таблица 2

Примеры ограничения
количества значащих цифр в числах

Полученный результат	Верный результат с ограничением
$567,650 \pm 0,0789$	$567,65 \pm 0,08$
$567 \pm 0,013$	$567,000 \pm 0,013$ или $(5670,00 \pm 0,13) \cdot 10^{-1}$ или $(56700,0 \pm 1,3) \cdot 10^{-2}$
$567,65 \pm 33,6$	568 ± 34
$567,65 \pm 43,6$	$(57 \pm 4) \cdot 10$ или $(5,7 \pm 0,4) \cdot 10^2$
$567,65 \pm 0,297$	$567,7 \pm 0,3$

При ограничении числа значащих цифр необходимо использовать операцию округления – отбрасывание значащих цифр справа после определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.

Существуют следующие правила округления:

1. Если первая из отбрасываемых цифр меньше «5», то цифра предыдущего разряда не изменяется; если – больше «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

2. Если отбрасывается несколько цифр и первая из отбрасываемых «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

3. Если отбрасывается только одна цифра «5», а за ней нет цифр, то округление производится до ближайшего четного числа (если цифра предыдущего разряда четная, то она не изменяется, если нечетная, то увеличивается на единицу).

4. Округление выполняется сразу до желаемого числа значащих цифр.

Задания.

Задание 1.

Ограничить количество значащих цифр в представленных в табл. 3 измеренных значениях и их погрешностях.

Таблица 3

Исходные данные к заданию 1

№ вар.	Результаты измерений, мм				
1	$37,1 \pm 0,5902$	$91,509 \pm 0,8159$	$646,59 \pm 0,822$	$57,993 \pm 0,2441$	$10,368 \pm 0,6398$
2	$916,86 \pm 3,7768$	$28,81 \pm 0,3507$	$52,805 \pm 5,77$	$762,82 \pm 0,0523$	$756,6 \pm 0,197261$
3	$57,425 \pm 0,930$	$53,953 \pm 0,169$	$531,90 \pm 0,3$	$3272 \pm 0,0021$	$13,35 \pm 0,7348$
4	$20,260 \pm 2,216$	$779 \pm 2,261$	$1,98 \pm 7,542$	$19725 \pm 0,815$	$4,2811 \pm 15,6009$
5	$43405 \pm 20,662$	$46,92 \pm 0,4768$	$562 \pm 0,5757$	$1,0792 \pm 0,3942$	$26,899 \pm 0,320717$
6	$83,019 \pm 0,5367$	$85,358 \pm 0,07785$	$8,2048 \pm 0,6099$	$86,386 \pm 7,54857$	$5,7967 \pm 0,768427$
7	$5,891 \pm 0,0322$	$751,24 \pm 0,395$	$81766 \pm 0,401$	$988,51 \pm 5,184$	$5,551 \pm 0,457$
8	$152,33 \pm 0,542$	$472,14 \pm 0,838$	$4,4862 \pm 0,6090$	$9,138 \pm 0,4173$	$97,61 \pm 0,958$
9	$39,180 \pm 0,572$	$35,9 \pm 0,979$	$916,85 \pm 0,770$	$84,545 \pm 0,37217$	$27,5 \pm 0,664$
10	$243,64 \pm 0,855$	$506,18 \pm 0,6221$	$62,515 \pm 0,9113$	$26,820 \pm 0,632$	$78,96 \pm 6,5018$
11	$65,300 \pm 0,84$	$90,59 \pm 0,5303$	$6655,1 \pm 7,8492$	$55,083 \pm 0,53$	$23,59 \pm 0,873$
12	$91,034 \pm 0,9759$	$85,1 \pm 4,6966$	$4957 \pm 0,2992$	$63,675 \pm 0,717$	$40,34 \pm 0,6802$
13	$15,259 \pm 0,7458$	$39,51 \pm 0,636$	$55,683 \pm 0,02$	$46,0 \pm 0,7087$	$79146 \pm 9,6518$
14	$50,9 \pm 0,6690$	$59,28 \pm 7,7206$	$8,026 \pm 0,1718$	$4,7518 \pm 0,0164$	$44,75 \pm 0,9714$
15	$516,32 \pm 0,583$	$908,50 \pm 0,208$	$200,67 \pm 4,657$	$7710,1 \pm 7,1715$	$75,77 \pm 0,6796$
16	$4036,3 \pm 0,175$	$855,10 \pm 0,3082$	$115,51 \pm 0,2553$	$89,090 \pm 0,7444$	$86513 \pm 5,9237$

Задание 2.

Секундомером с известной погрешностью было проведено однократное измерение. Результаты измерения представлены в табл. 4. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 100%, записать в правильной форме результат измерения.

Примечание: N – порядковый номер обучающегося в алфавитном списке академической группы.

Таблица 4

Исходные данные к заданию 2

№	Полученное значение, с	Погрешность секундомера, с
1	123 N	1 N
2	12,5 N	0,1 N
3	157,2 N	0,2 N
4	12,607 N	0,001 N
5	134,741 N	0,011 N
6	73,21 N	0,000143 N
7	32,6711 N	0,123 N
8	126 N	12,5 N
9	45,0004 N	0,000001 N
10	32,84567 N	0,01 N
11	94,4512 N	0,03 N
12	78,001 N	1,1 N
13	28,3931 N	0,39 N
14	99,99 N	0,999 N
15	5,945 N	0,0035 N
16	36,98643 N	2,0 N

Примеры выполнения заданий.**Пример 1.**

Ограничить количество значащих цифр в измеренных значениях и их погрешностях:

$87,236 \pm 0,0426 \approx 87,24 \pm 0,04$: в погрешности оставляем одну значащую цифру, т.к. первая значащая цифра – «4». Младший разряд – сотые, поэтому в измеренном значении также оставляем сотые, с предварительным округлением, т.к. первая отбрасываемая цифра – «6».

$87,236 \pm 0,0456 \approx 87,24 \pm 0,05$: в погрешности оставляем одну значащую цифру, т.к. первая значащая цифра – «4». Т.к. после нее первая отбрасываемая цифра «5», то «4»-ку округляем. Младший разряд – сотые, поэтому в измеренном значении также оставляем сотые, с предварительным округлением, т.к. первая отбрасываемая цифра – «6».

$87,231 \pm 0,103 \approx 87,23 \pm 0,10 \approx (872,3 \pm 1,0) \cdot 10^{-1}$: в погрешности оставляем две значащих цифры, т.к. первая значащая цифра – «1». Здесь возможны варианты: «0,10», «1,0». В первом случае младший разряд – сотые, во втором – десятые. Во втором случае должен появиться коэффициент 10^n ($n = -1$).

$287,231 \pm 39,8 \approx (29 \pm 4) \cdot 10 \approx (2,9 \pm 0,4) \cdot 10^2$: в погрешности оставляем две значащих цифры, но, т.к. отбрасываемая цифра «8», то «9»-ку перед ней необходимо округлить до «10»-ки, т.е. «39» округляем до «40». Т.к. теперь первая значащая цифра «4», то оставляем 1 цифру. Это может быть либо «4», либо «0,4». Во втором случае должен появиться коэффициент 10^n ($n = 2$). Измеренное значение округляем соответственно.

$0,0002872 \pm 0,00018 \approx (2,9 \pm 1,8) \cdot 10^{-4}$: в погрешности оставляем две значащих цифры. За скобки выносим общий множитель « 10^{-4} ». Младший разряд – десятые. Округляем измеренное значение до десятых.

Пример 2.

Некоторым СИ с погрешностью $\Delta_i = 0,04721$ у.е. было проведено однократное измерение, при этом полученное значение составило 45,9471 у.е. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 100%, записать в правильной форме результат измерения.

Абсолютной погрешностью измерения Δ является погрешность СИ: $\Delta = \Delta_i = 0,04721$ у.е.

Относительная погрешность измерения, согласно (1), равна:

$$\delta = \left| \frac{0,04721}{45,9471} \right| \cdot 100\% = 0,1027\%.$$

Учитывая правила представления результатов измерений, абсолютную и относительную погрешности нужно округлить, а затем ограничить количество значащих цифр в измеренном значении и его абсолютной погрешности.

С учетом округления $\delta \approx 0,10\%$.

С учетом округления $\Delta \approx 0,05$ у.е.

Тогда результат однократного измерения можно записать следующим образом:

$$x = (45,95 \pm 0,05) \text{ у.е.}; \quad \delta_x = 0,10 \%; \quad P = 1.$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и допол. – М.: Машиностроение, 1987. – 362 с.
2. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: [Текст]: учебник / Г.Д. Крылова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 671 с.
3. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: [Текст]: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Локтионов. – М.: Высшая школа, 2006. – 800 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. — М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
5. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация, сертификация: [Текст]: А.Г. Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегеря. – М.: Логос, 2005. – 560 с.