

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

Уникальный программный ключ: (ЮЗГУ)

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 О.Г. Локтионова

« 16 » 05 2023 г.

ВЫБОР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ С ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Методические указания по выполнению лабораторно-практической
и самостоятельной работы

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

Доктор технических наук, доцент *В.В. Куц*

Выбор средства измерения для определения параметров с требуемой точностью: методические указания по выполнению лабораторно-практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 10 с.:– Библиогр.: с. 10.

Содержат сведения о классах точности приборов и их погрешностях. Рассмотрена методика выбора средства измерения по точности сопоставлением предельной и допустимой погрешностей измерения. Приведены задания для самостоятельного выполнения, вопросы для самопроверки и подготовки, а также тест для самоконтроля.

Методические указания предназначены для бакалавров и специалистов всех направлений подготовки и специальностей и для всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 0,58. Уч.-изд. л. 0,53.

Тираж 100 экз. Заказ *424* Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1 Цель работы:

Изучить классы точности средств измерений, научиться рассчитывать погрешности средств измерений и определять какому классу точности соответствуют показания прибора.

2 Оборудование и материалы:

Лабораторный комплекс «Метрология длин»/1,00

Микрометр наружный 0-25 мм FIT/1.00

Микрометр МК 100-1/1,00

Микрометр «Эксперт» гладкий механический МК 125 Зубр /1,00

Микрометр «Эксперт» гладкий механический МК 75 Зубр /1,00

Штангенциркуль металлический нержавеющей 150мм/2,00

Штангенциркуль с глубиномером 250мм/1,00

Штангенциркуль металлический тип 1, класс точности 2, 125мм/2,00

Штангенциркуль металлический 150мм/0,1мм/2,00

Прибор для измерения твердости ТК-14-250(6000)/1,00

Оптиметр вертикальный ИКВ-6 1977г. выпуска (23400)/1,00

Прибор для измерения твердости ТК-14-250(6000)/1,00

Ультразвуковой толщиномер А1209/1,00

Портативный динамический твердомер МЕТ-1Д/1,00

Многофункциональный портативный измеритель шероховатости со свидетельством о поверке/1,00

Длинномер оптический КЗТЗ ПО-20/1,00

3 Задание для самостоятельного выполнения

Рассчитать погрешности средства измерения, и определить к какому классу точности соответствуют показания прибора, выданного преподавателем.

4 Краткие теоретические сведения

Под *классом точности* понимается обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами средств измерений, влияющих на точность. Общие положения деления средств измерений на классы точности установлены в ГОСТ 8.401 – 80 «Классы точности средств измерений».

Основная погрешность средств измерений определяется погрешностью в нормальных условиях его применения. *Дополнительная погрешность* средств измерений – составляющая погрешности средств измерений, дополнительно возникающая из-за отклонения какой из влияющих величин (температуры и др.) от ее нормального значения. Пределы допускаемых основной и дополнительных погрешностей следует выражать в форме приведенных, относительных или абсолютных погрешностей в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений, а также от условий применения и назначения средств измерений конкретного вида.

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности устанавливаются по формуле

$$\Delta = \pm a \quad (1)$$

или

$$\Delta = \pm(a + bx), \quad (2)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; a , b – положительные числа, не зависящие от x .

В обоснованных случаях пределы допускаемой абсолютной погрешности устанавливаются по более сложной формуле или в виде графика либо таблицы.

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности следует устанавливать по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} 100 = \pm p, \quad (3)$$

где γ – пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %; Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, устанавливаемые по формуле (1); X_N – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ ; p – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда

$$1 \cdot 10^n; 1,5 \cdot 10^n; (1,6 \cdot 10^n); 2 \cdot 10^n; 2,5 \cdot 10^n; (3 \cdot 10^n); \\ 4 \cdot 10^n; 5 \cdot 10^n; 6 \cdot 10^n$$

где $n = 1, 0, -1, -2$, и т. д.

Значения, указанные в скобках, не устанавливаются для вновь разрабатываемых средств измерений.

Нормирующее значение X_N для большинства средств измерений определяется по формуле

$$X_N = X_{max} - X_{min}, \quad (4)$$

где X_{max} , X_{min} – верхний и нижний предел шкалы измерительного средства. В ГОСТ 8.401 – 80 предусмотрены так же другие способы определения нормируемого значения (для приборов, имеющих неравномерную шкалу, имеющих номинальное значение измеряемой величины и пр.).

Пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливаются по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{x} = \pm q, \quad (5)$$

если Δ установлено по формуле (1), или по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{x} = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{X_K}{x} \right| \right) - 1 \right], \quad (6)$$

где q – отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда (7); X_K – больший (по модулю) из пределов измерений; c, d – положительные числа, выбираемые из ряда

$$c = b + d \quad (7)$$

Пределы допускаемых погрешностей, выраженные в форме абсолютных (относительных) погрешностей, устанавливаются одним из следующих способов в зависимости от характера изменения (в пределах диапазона измерений входного (выходного) сигнала) границ погрешностей средств измерений конкретного вида:

- по формуле (3), если границы абсолютных погрешностей можно полагать практически неизменными;
- по формуле (5), границы относительных погрешностей можно полагать практически неизменными;
- по формулам (2) или (6), если границы абсолютных погрешностей можно полагать изменяющимися практически линейно;
- по формуле (3), если границы приведенных погрешностей остаются практически постоянными;
- в виде функции, графика или таблицы – если границы погрешностей необходимо принять изменяющимися нелинейно (см. рисунок 1).

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Обозначения классов точности приборов

Форма выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности	
			в документации	на средстве измерений
Приведенная погрешность	По формуле (3): - если нормирующее значение выражено в единицах величины средств измерений; - если нормирующее значение принято равным длине шкалы или ее части	$\gamma = \pm 1,5$	Класс точности 1,5	1,5
		$\gamma = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	$\nabla 0,5$
Относительная погрешность	По формуле (5)	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	$\odot 0,5$
	По формуле (6)	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{X_K}{x} \right \right) - 1 \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01
Абсолютная погрешность	По формуле (1) или (2)		Класс точности М	М
Относительная или абсолютная погрешность	Определена в виде графика или таблицы		Класс точности С	С

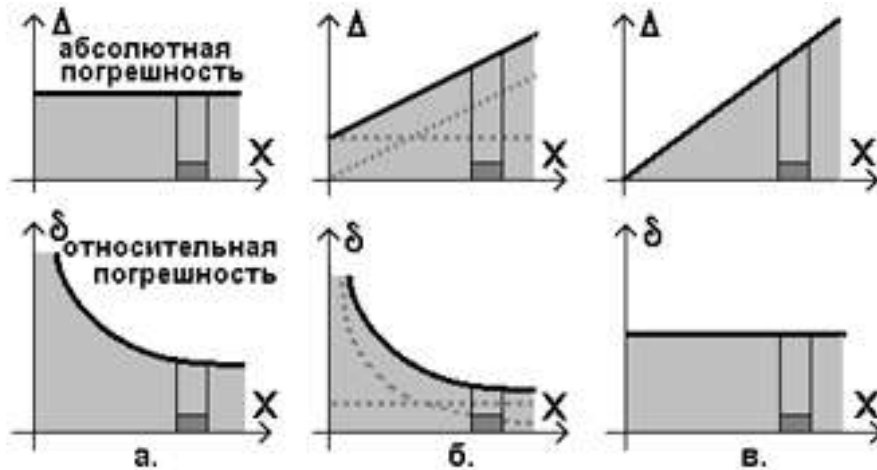


Рисунок 1 – Зависимость абсолютных и относительных погрешностей от значения измеряемой величины X :
 а – аналоговые стрелочные и простые (не очень точные) цифровые приборы; б – отечественных цифровых приборов; в – аналоговые приборы

5 Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством, техническими характеристиками, методикой измерения выданного преподавателем прибора.

1. Название прибора, диапазон шкалы и результаты измерений занести в таблицу 2 – столбы 1 и 2 соответственно с указанием единиц измерения.

2. Рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерений по формулам (8) и (9), результаты занести в таблицу 2 – столбы 4 и 5 соответственно с указанием единиц измерения.

Таблица 2

Расчет погрешностей измерений

Проверяемый прибор, диапазон шкалы	Измеренная величина, $X_{изм}$, единица измерения	Истинное значение измеренной величины, $X_{ист}$, единица измерения	Абсолютная погрешность, Δ , единица измерения	Относительная погрешность, δ , единица измерения
1	2	3	4	5

Расчетные формулы:

Абсолютная погрешность – определяется разницей между измеренным $X_{изм}$ и истинным значением физической величины $X_{ист}$

$$\Delta = X_{изм} - X_{ист} \quad (8)$$

Относительная погрешность определяется отношением абсолютной погрешности - Δ к истинному значению измеряемой величины, %:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{ист}} 100 \quad (9)$$

3. Определить абсолютную и относительную погрешность прибора, как среднее арифметическое абсолютных и относительных погрешностей измерений соответственно.

4. Определить приведенную относительную погрешность, %, по формуле (10)

$$\gamma = \frac{|\Delta|_{max}}{X_N} 100, \quad (10)$$

где $|\Delta|_{max}$ – максимальная по модулю абсолютная погрешность по таблице 2;

X_N – нормированное значение измеряемой величины, определяется по формуле (4).

5. Определить какому классу точности соответствуют показания прибора. За класс точности принять ближайшее большее или равное число из ряда чисел (см. пояснения к формуле (3)).

Вопросы для самопроверки и подготовки

1. Какие Вам известны методы оценки измеряемой величины?
2. Что такое абсолютный метод измерения размеров?
3. Что такое абсолютная погрешность измерения?
4. Что такое относительная погрешность измерения?
5. В чем заключается выбор измерительных инструментов по точности измерения?
6. Что такое истинное значение измеренной величины?
7. Что такое приведенная погрешность?
8. Что понимают под классом точности?
9. Что такое допустимая погрешность?

10. Как устанавливаются пределы допустимой погрешности?

Тест для самоконтроля

1. Погрешность, обусловленная несовершенством приемов использования средств измерений, некорректностью расчетных формул, неверным округлением результатов считается:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| а) методической | г) грубой |
| б) приведенной | д) субъективной |
| в) инструментальной | е) систематической |

2. Установите соответствие:

1) Класс точности выражен числом в кружке $\textcircled{1,5}$ а) $\delta = 1,5\%$

2) Класс точности выражен числом без кружка 1,5 б) $\gamma = 1,5\%$

3) Класс точности выражен числом в галочке $\checkmark^{1,5}$ в) $\gamma = 1,5\%$

3. Погрешность, обусловленная разностью между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины считается:

- а) абсолютной;
- б) приведенной;
- в) инструментальной;
- г) относительной.

4. Отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины считается

5. Отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины считается

- а) приведенной погрешностью;
- б) методической погрешностью;
- в) относительной погрешностью;
- г) систематической погрешностью;
- д) случайной погрешностью.

6. Отношение абсолютной погрешности к истинному или измеренному значению измеряемой величины считается

- а) относительной погрешностью;
- б) методической погрешностью;
- в) приведенной погрешностью;
- г) систематической погрешностью.

7. Основным нормативным актом по обеспечению единства измерений является

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волхонов, В. И. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. И. Волхонов, Е. И. Шклярова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2011. - 246 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430004>. – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
2. Червяков, В. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие / В. М. Червяков, А. О. Пилягина, П. А. Галкин. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 113 с. – URL : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444677>. – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
3. Основы стандартизации, метрологии и сертификации : учебник / Ю. П. Зубков, Ю. Н. Берновский, А. Г. Зекунов и др. ; ред. В. М. Мишин. – Москва : Юнити, 2015. – 447 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117687>. – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
4. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2010. - 820 с. - (Основы наук). - Текст : непосредственный.
5. Схиртладзе, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич, С. А. Сергеев. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 539 с. - Текст : непосредственный.