

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 19.02.2025 09:50:12  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



### 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 . 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  $\Delta$  – 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  $\gamma$  – пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %;  $\Delta$  – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, устанавливаемые по формуле (1);  $X_N$  – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и  $\Delta$ ;  $p$  – 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  $\Delta$  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):<br>- если нормирующее значение выражено в единицах величины средств измерений;<br>- 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                     |

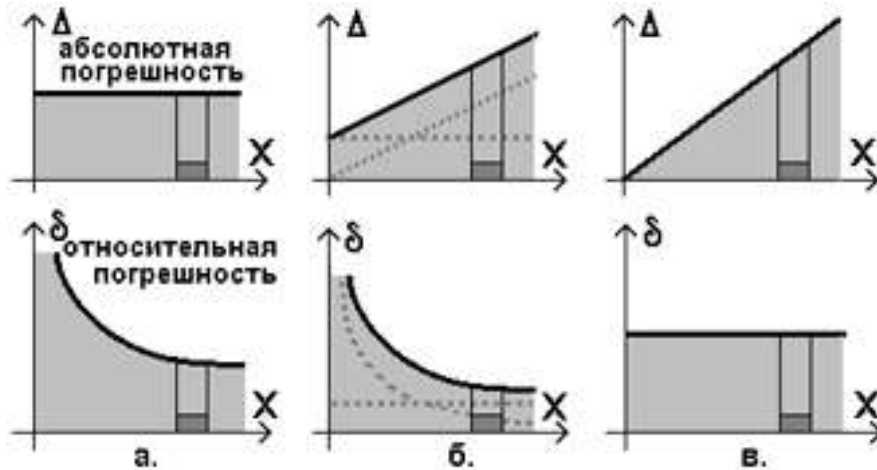


Рисунок 1 – Зависимость абсолютных и относительных погрешностей от значения измеряемой величины  $X$ :  
 а – аналоговые стрелочные и простые (не очень точные) цифровые приборы; б – отечественных цифровых приборов; в – аналоговые приборы

## 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, $\Delta$ , единица измерения | Относительная погрешность, $\delta$ , 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  $\Delta$  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  $\sphericalangle^{1,5}$  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.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
О.Г. Локтионова

« 26 » 05



## СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ГРУБЫХ И СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Способы обнаружения и устранения грубых и систематических погрешностей:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 15 с.:– Библиогр.: с. 15.

Содержат сведения о погрешностях измерений. Рассмотрены способы обнаружения и устранения грубых и систематических погрешностей. 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. 0,87. Уч.-изд. л. 0,79.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

## **1 Цель работы:**

Изучить основные теоретические сведения о грубых и систематических погрешностях и приобрести практические навыки исключения из результата измерения погрешностей.

## **2 Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание 1.** Для приведенного ряда измерений по заданию преподавателя ( $n=30$ ), используя критерий « $3\sigma$ », проверить, является ли выделенное значение промахом.

**Задание 2.** В приведенном ряду из пяти измерений по заданию преподавателя выделенный результат вызывает сомнения. Проверить по критерию Романовского, является ли он промахом.

### **Задание 3.**

В приведенном ряду из пяти измерений по заданию преподавателя проверить по критерию Диксона, не является ли выделенный результат промахом.

### **Задание 4.**

При измерении размера получены результаты, выданные преподавателем. Пользуясь критерием Шовине, проверить, является ли выделенный размер промахом.

### **Задание 5.**

Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в ряду результатов наблюдений, выданных преподавателем. Результаты расчетов свести в таблицу 3.

### **Задание 6.**

Было сделано 40 измерений диаметра детали восемью различными штангенциркулями. Каждым из них проводилось по пять измерений. Значения внутрисерийной и межсерийной дисперсий выдаются преподавателем для каждого варианта. Определить наличие систематической погрешности измерения диаметра детали.

## **3 Краткие теоретические сведения**

### **3.1 Понятие о погрешности измерений**

Любой результат измерений содержит погрешность, как бы тщательно оно не проводилось. Для определения понятия «погрешность» необходимо пояснить различие между такими

понятиями, как истинное и действительное значение физической величины [1].

**Истинное значение физической величины** – это значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. На практике это абстрактное понятие приходится заменять понятием «действительное значение».

**Действительное значение физической величины** – значение, найденное экспериментально и настолько приближающееся к истинному, что для данной цели оно может быть использовано вместо него. Результат измерения всегда отличается от истинного значения измеряемой величины и представляет ее приближенное значение.

**Погрешность результата измерения** (сокращенно – погрешность измерения) – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины [2].

Количество факторов, влияющих на точность измерения, достаточно велико, чем и объясняется большое количество видов погрешностей.

По характеру изменения результатов при повторных измерениях, погрешности разделяются на: систематические, случайные и грубые погрешности (промахи) [2].

**Систематическая погрешность измерения** – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

**Случайная погрешность измерения** – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

**Грубая погрешность (промах) измерений** – погрешность измерений, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях.

## 3.2 Грубые погрешности

### 3.2.1 Общие сведения о грубых погрешностях

**Грубая погрешность (или промах)** – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений,

которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда [3].

Источником грубых погрешностей нередко бывают резкие изменения условий измерения и ошибки, допущенные оператором. К ним можно отнести:

- неправильный отсчет по шкале измерительного прибора, происходящий из-за неверного учета цены малых делений шкалы;
- неправильная запись результата наблюдений, значений отдельных мер использованного набора, например гирь;
- хаотические изменения параметров напряжения, питающего средство измерения, например, его амплитуды или частоты.

Наиболее часто они допускаются неквалифицированным персоналом при неправильном обращении со средством измерения, неверным отсчетом показаний, ошибками при записи или вследствие внезапно возникшей посторонней причины.

Они сразу видны среди полученных результатов, так как полученные значения отличаются от остальных значений совокупности измерений.

Если в процессе измерений удастся найти причины, вызывающие существенные отличия, и после устранения этих причин повторные измерения не подтверждают подобных отличий, то такие измерения могут быть исключены из рассмотрения.

При однократных измерениях обнаружить промах не представляется возможным. Для уменьшения вероятности появления промахов измерения проводят 2-3 раза и за результат принимают среднее арифметическое полученных отсчетов.

При многократных измерениях для обнаружения промахов используют статистические критерии.

### ***3.2.2 Методы обнаружения и исключения грубых погрешностей***

Вопрос о том, содержит ли результат наблюдений грубую погрешность, решается общими методами проверки статистических гипотез.

Проверяемая гипотеза состоит в утверждении, что результат наблюдения  $x_i$  не содержит грубой погрешности, т.е. является одним из значений измеряемой величины. Пользуясь определенными статистическими критериями, пытаются

опровергнуть выдвинутую гипотезу. Если это удастся, то результат наблюдений рассматривают как содержащий грубую погрешность и его исключают.

Для выявления грубых погрешностей задаются вероятностью  $q$  (уровнем значимости) того, что сомнительный результат действительно мог иметь место в данной совокупности результатов измерений [4].

Обычно проверяют наибольшее и наименьшее значения результатов измерений. Для проверки гипотез используются следующие критерии.

**1. Критерий «трех сигм»** применяется для результатов измерений, распределенных по нормальному закону. Данный критерий надежен при числе измерений  $n > 20 \dots 50$ .

По этому критерию считается, что результат маловероятен и его можно считать промахом, если выполняется условие:

$$|\bar{x} - x^*| > 3\sigma \quad (1)$$

где  $\bar{x}$  – среднее арифметическое отдельных результатов измерений;  $x^*$  – результат измерения, вызывающий сомнение;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

где  $n$  – число измерений;  $x_i$  – результат  $i$ -го измерения.

Величины  $\bar{x}$  и  $\sigma$  вычисляют без учета экстремальных  $x^*$  (вызывающих подозрение) значений.

**2. Критерий Романовского** применяется, если число измерений меньше 20 [2, 5]. При этом расчетное значение критерия Романовского определяется по формуле:

$$\beta = \left| \frac{\bar{x} - x^*}{\sigma} \right| \quad (3)$$

и сравнивается с табличным значением  $\beta_m$ , выбранным из таблицы 1.

Величины  $\bar{x}$  и  $\sigma$  вычисляют без учета экстремальных  $x^*$  (вызывающих подозрение) значений.

Если  $\beta \geq \beta_m$ , то сомнительный результат является промахом и отбрасывается.



Таблица 1

Значения критерия Романовского  $\beta_m$ 

| $q$  | $n=4$ | $n=6$ | $n=8$ | $n=10$ | $n=12$ | $n=15$ | $n=20$ |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 0,01 | 1,73  | 2,16  | 2,43  | 2,62   | 2,75   | 2,90   | 3,08   |
| 0,02 | 1,72  | 2,13  | 2,37  | 2,54   | 2,66   | 2,80   | 2,96   |
| 0,05 | 1,71  | 2,10  | 2,27  | 2,41   | 2,52   | 2,64   | 2,78   |
| 0,10 | 1,69  | 2,00  | 2,17  | 2,29   | 2,39   | 2,49   | 2,62   |

### 3. Критерий Диксона

При применении этого критерия все результаты измерений располагаются в вариационный возрастающий ряд:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n \quad (x_1 < x_2 < \dots < x_n).$$

Значение критерия Диксона определяется по формуле:

$$K_D = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1}. \quad (4)$$

Критическая область для этого критерия  $P(K_D > Z_q) = q$ . Если выполняется это условие, то результат  $x_1$  или  $x_n$  – промах.

Значения  $Z_q$  приведены в таблице 2 [4,5].

Таблица 2

Значения критерия Диксона  $Z_q$ 

| $n$ | $Z_q$ при $q$ , равном |      |      |      |
|-----|------------------------|------|------|------|
|     | 0,10                   | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| 4   | 0,68                   | 0,76 | 0,85 | 0,89 |
| 6   | 0,48                   | 0,56 | 0,64 | 0,70 |
| 8   | 0,40                   | 0,47 | 0,54 | 0,59 |
| 10  | 0,35                   | 0,41 | 0,48 | 0,53 |
| 14  | 0,29                   | 0,35 | 0,41 | 0,45 |
| 16  | 0,28                   | 0,33 | 0,39 | 0,43 |
| 18  | 0,26                   | 0,31 | 0,37 | 0,41 |
| 20  | 0,26                   | 0,30 | 0,36 | 0,39 |
| 30  | 0,22                   | 0,26 | 0,31 | 0,34 |

Если расчетное значение  $K_D$  будет больше табличного  $Z_q$ , то результат измерения  $x_1$  или  $x_n$  является промахом и отбрасывается.

### 4. Критерий Шовине

Этот критерий может быть использован, если число измерений  $n < 10$ .

В этом случае грубой ошибкой (промахом) считается

результат  $x^*$ , если разность  $|\bar{x} - x^*|$  превышает значения  $\sigma$ , определяемые в зависимости от числа измерений [4,6]:

$$|\bar{x} - x^*| > \begin{cases} 1,6\sigma \text{ при } n = 3; \\ 1,7\sigma \text{ при } n = 6; \\ 1,9\sigma \text{ при } n = 8; \\ 2,0\sigma \text{ при } n = 10. \end{cases} \quad (5)$$

### 3.3 Систематические погрешности

#### 3.3.1 Классификация систематических погрешностей

Систематические погрешности принято классифицировать в зависимости от причин их возникновения и по характеру их проявления при измерениях [2,3].

**1. Инструментальная погрешность** – это составляющая погрешности измерения, зависящая от погрешностей применяемых средств измерений.

Пример: равноплечие весы не могут быть идеально равноплечими. В весах для точного взвешивания всегда обнаруживается некоторая неравноплечность, полностью устранить которую путем регулировки не удастся.

**2. Погрешности, возникающие в результате неправильной установки средств измерений.**

Правильность показаний ряда средств измерений зависит от положения их подвижных частей по отношению к неподвижным. К ним относятся все средства измерений, принцип действия которых в той или иной степени связан с механическим равновесием. Отклонение такого средства измерений от правильного положения, которое указывается в технической документации, может привести к прямому или косвенному искажению его показаний.

**3. Погрешности, возникающие вследствие влияния внешних величин.**

Это могут быть тепловые и воздушные потоки, магнитные и электрические поля, изменения атмосферного давления, слишком высокая влажность воздуха; вибрации, часто не ощущаемые человеком. Помехи могут создаваться рентгеновскими аппаратами, ионизирующими излучениями и т. п.

**4. Погрешность метода (теоретическая погрешность) измерения** – составляющая погрешности измерений, происходящая от несовершенства метода измерений.

Во многих методах измерения можно обнаружить теоретические погрешности, являющиеся следствием тех или иных допущений или упрощений, применения эмпирических формул и функциональных зависимостей. В некоторых случаях влияние таких допущений оказывается незначительным, т.е. намного меньше, чем допускаемые погрешности измерений; в других оно превышает эти погрешности.

**5. Субъективные систематические погрешности** – являются следствием индивидуальных свойств человека, обусловленных особенностями его организма или укоренившимися неправильными навыками выполнения измерений. К этой систематической погрешности относятся, например, погрешности отсчитывания, параллакса, реакции наблюдателя и т.п.

### **3.3.2 Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей**

При проведении измерений стараются в максимальной степени исключить или учесть влияние систематических погрешностей. Для того чтобы исключить систематические погрешности при измерении, необходимо проанализировать всю совокупность опытных данных.

Наиболее распространенные способы исключения систематических погрешностей из результатов измерений следующие.

1. Устранение источников погрешностей до начала измерения.
2. Исключение систематических погрешностей в процессе измерения с помощью способов [2-4]:

- замещения;
- компенсации погрешности по знаку;
- противопоставления;
- введения поправок;
- специальные статистические способы.

К специальным статистическим способам обнаружения систематических погрешностей относятся [5]:

- Способ последовательных разностей (критерий Аббе);

- Дисперсионный анализ (критерий Фишера).

### 1. Способ последовательных разностей (критерий Аббе) [3]

применяется для обнаружения изменяющейся во времени систематической погрешности и состоит в следующем.

Отношение

$$v = \frac{Q^2(x)}{\sigma^2(x)} \quad (6)$$

является критерием для обнаружения систематических погрешностей, где

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (7)$$

$$Q^2 = \frac{1}{2(n-1)} \cdot \sum_{i=2}^n (x_i - x_{i-1})^2. \quad (8)$$

Это две оценки дисперсии (среднего квадратического отклонения) результатов наблюдений: обычным способом и вычислением суммы квадратов последовательных (в порядке проведения измерений) разностей  $(x_i - x_{i-1})$ . Для удобства расчета среднего квадратического отклонения и суммы квадратов последовательных разностей следует воспользоваться таблицей 3.

Таблица 3

Форма таблицы результатов

| $n$ | $x_i$       | $\sigma^2(x)$ | $d_i = x_i - x_{i-1}$ | $d_i^2$        | $Q^2(x)$ | $v$ |
|-----|-------------|---------------|-----------------------|----------------|----------|-----|
| 1   |             |               | -                     | -              |          |     |
| 2   |             |               |                       |                |          |     |
| 3   |             |               |                       |                |          |     |
| 4   |             |               |                       |                |          |     |
| ... |             |               |                       |                |          |     |
| 11  |             |               |                       |                |          |     |
|     | $\bar{x} =$ |               |                       | $\sum d_i^2 =$ |          |     |

Критическая область для критерия Аббе определяется как:

$$P(v < v_q) = q,$$

где  $q = 1 - P$  – уровень значимости;  $P$  – доверительная вероятность.

Значения  $v_q$  для различных уровней значимости  $q$  и числа наблюдений  $n$  приведены в таблице 4.

Если полученное значение критерия Аббе меньше  $v_q$ , то обнаруживается систематическая погрешность результатов измерений.

Таблица 4

## Значения критерия Аббе [2,4]

| $n$ | $v_q$ при $q$ , равном |       |       |
|-----|------------------------|-------|-------|
|     | 0,001                  | 0,01  | 0,05  |
| 4   | 0,295                  | 0,313 | 0,390 |
| 5   | 0,208                  | 0,269 | 0,410 |
| 6   | 0,182                  | 0,281 | 0,445 |
| 7   | 0,185                  | 0,307 | 0,468 |
| 8   | 0,202                  | 0,331 | 0,491 |
| 9   | 0,221                  | 0,354 | 0,512 |
| 10  | 0,241                  | 0,376 | 0,531 |
| 11  | 0,260                  | 0,396 | 0,548 |
| 12  | 0,278                  | 0,414 | 0,564 |

**2. Дисперсионный анализ (критерий Фишера)** позволяет выяснить наличие систематической погрешности результатов наблюдений, обусловленной влиянием какого-либо постоянно действующего фактора, или определить, вызывают ли изменения этого фактора систематическую погрешность [3].

В данном случае проводят многократные измерения, состоящие из достаточного числа серий, каждая из которых соответствует различным значениям влияющего фактора. Влияющими факторами, по которым производится объединение результатов наблюдений по сериям, могут быть внешние условия (температура, давление), временная последовательность проведения измерений и т.п.

После проведения  $N$  измерений их разбивают на  $s$  серий ( $s > 3$ ) по  $n_j$  результатов наблюдений в каждой серии и затем устанавливают, имеется или отсутствует систематическое расхождение между результатами наблюдений в различных сериях.

Критерием оценки наличия систематических погрешностей в данном случае является дисперсионный критерий Фишера:

$$F = \frac{\sigma_{mc}^2}{\sigma_{bc}^2}, \quad (9)$$

где  $\sigma_{mc}^2$  – межсерийная дисперсия, выражает силу действия фактора, вызывающего систематические различия между сериями;  $\sigma_{bc}^2$  – внутрисерийная дисперсия, характеризует случайные погрешности

измерений, обуславливающие различия (отклонения результатов наблюдений) внутри серии.

Критическая область для критерия Фишера соответствует выражению  $P(F > F_q) = q$ .

Значения  $F_q$  для различных уровней значимости  $q$ , числа измерений  $N$  и числа серий  $s$  приведены в таблице 5.

Таблица 5

Значения критерия Фишера [2,4]

| $k_2$ | $F_q$ при $k_1$ , равном |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 1                        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 12    |
| 2     | 98,49                    | 99,00 | 99,17 | 99,25 | 99,30 | 99,33 | 99,36 | 99,42 |
| 4     | 21,20                    | 18,00 | 16,69 | 15,98 | 15,52 | 15,21 | 14,80 | 14,37 |
| 6     | 13,74                    | 10,92 | 9,78  | 9,15  | 8,75  | 8,47  | 8,10  | 7,72  |
| 8     | 11,26                    | 8,65  | 7,59  | 7,01  | 6,63  | 6,37  | 6,03  | 5,67  |
| 10    | 10,04                    | 7,56  | 6,55  | 5,99  | 5,64  | 5,39  | 5,06  | 4,71  |
| 12    | 9,33                     | 6,93  | 5,95  | 5,41  | 5,06  | 4,82  | 4,50  | 4,16  |
| 14    | 8,86                     | 6,51  | 5,56  | 5,03  | 4,69  | 4,46  | 4,14  | 3,80  |
| 16    | 8,53                     | 6,23  | 5,29  | 4,77  | 4,44  | 4,20  | 3,89  | 3,55  |
| 18    | 8,28                     | 6,01  | 5,09  | 4,58  | 4,25  | 4,01  | 3,71  | 3,37  |
| 20    | 8,10                     | 5,85  | 4,94  | 4,43  | 4,10  | 3,87  | 3,56  | 3,23  |
| 30    | 7,56                     | 5,39  | 4,51  | 4,02  | 3,70  | 3,47  | 3,17  | 2,84  |
| 35    | 4,12                     | 3,26  | 2,87  | 2,64  | 2,48  | 2,37  | 2,22  | 2,04  |

Для определения  $F_q$  необходимо вычислить

$$k_2 = N - s; k_1 = s - 1, \quad (10)$$

где  $k_2$  – число степеней свободы большей дисперсии,  $k_1$  – число степеней свободы меньшей дисперсии.

Если полученное значение критерия Фишера больше  $F_q$ , то гипотеза об отсутствии систематических смещений результатов наблюдений по сериям отвергается, т.е. обнаруживается систематическая погрешность, вызываемая тем фактором, по которому группировались результаты наблюдений.

Дисперсионный анализ (критерий Фишера) является наиболее эффективным и достоверным, так как позволяет не только установить факт наличия погрешности, но и дает возможность проанализировать источники ее возникновения.

### Вопросы для самопроверки и подготовки

1. Что такое погрешность результата измерения?
2. Что такое систематическая погрешность измерения?
3. Что такое случайная погрешность измерения?
4. Что такое грубая погрешность (промах) измерений?
5. Какова цель обнаружения и исключения грубых погрешностей?
6. В чем заключаются особенности применения критерия Романовского для обнаружения и исключения грубых погрешностей?
7. В чем заключаются особенности применения критерия «трех сигм» для обнаружения и исключения грубых погрешностей?
8. В чем заключаются особенности применения критерия Диксона для обнаружения и исключения грубых погрешностей?
9. В чем заключаются особенности применения критерия Шовине для обнаружения и исключения грубых погрешностей?
10. В чем заключаются особенности применения критерия Аббе для обнаружения систематических погрешностей?
11. В чем заключаются особенности применения дисперсионного анализа для обнаружения систематических погрешностей?

### 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. 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.
3. Основным нормативным актом по обеспечению единства

измерений является ....

4. Установите правильную последовательность выявления грубой погрешности с помощью критерия трех сигм:

1 – проверка гипотезы; 2 – расчет СКО; 3 – расчет среднего значения; 4 – выделение грубой погрешности; 5 – выдвижение гипотезы; 6 – расчет по критерию; 7 – использование таблицы распределения Стьюдента.

5 Погрешностью измерения называется

а) оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения

б) оценка отклонения измеренного значения величины от её математического ожидания

в) завышенное значение измеряемой величины

г) оценка отклонения рассчитанного значения величины от её истинного значения

д) заниженное значение измеряемой величины

6 Систематическая погрешность это:

а) составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины

б) отношение абсолютной погрешности к истинному или измеренному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины

г) погрешность, обусловленная разностью между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины

д) разница между абсолютной и относительной погрешностью

7 Случайная погрешность это:

а) составная часть погрешности результата измерения, изменяющаяся случайно, незакономерно при проведении повторных измерений одной и той же величины

б) отношение абсолютной погрешности к истинному или измеренному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины



г) погрешность, обусловленная разностью между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины

д) составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины

### 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.

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



**ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.  
ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ПОГРЕШНОСТИ**  
Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Интервальные оценки результатов измерений. Доверительные границы погрешности:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 12 с.:– Библиогр.: с. 8.

Содержат сведения об оценке доверительных интервалов для истинного значения измеряемой величины и погрешности измерений. Рассмотрены примеры определения интервальных оценок математического ожидания и среднего квадратического отклонения результатов измерений. Приведены задания для самостоятельного выполнения, а также вопросы для самопроверки и подготовки.

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. 0,7. Уч.-изд. л. 0,63.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

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

## 1 Цель работы:

Изучить теоретические сведения об оценке доверительных интервалов для истинного значения измеряемой величины и погрешности измерений и приобрести практические навыки определения интервальных оценок математического ожидания и среднего квадратического отклонения результатов измерений.

## 2 Задания для самостоятельного выполнения

**Задание 1.** На основании результатов 28-ми измерений, выданных преподавателем с известным средним квадратическим отклонением генеральной совокупности необходимо определить границы доверительного интервала для оценки математического ожидания результатов наблюдений. Уровень доверительной вероятности  $P = 90\%$ .

**Задание 2.** После обработки результатов 30-ти наблюдений, выданных преподавателем для каждого варианта необходимо найти границы доверительного интервала для оценки математического ожидания. Приняв уровень доверительной вероятности  $P = 99\%$ .

**Задание 3.** После обработки результатов 30-ти наблюдений, выданных преподавателем для каждого варианта необходимо найти границы доверительного интервала для оценки генерального среднего квадратического отклонения. Приняв уровень доверительной вероятности  $P = 95\%$ .

## 3 Краткие теоретические сведения

### 3.1 Доверительный интервал для истинного значения измеряемой величины

*Доверительным интервалом* называется интервал  $(x - \Delta, x + \Delta)$ , который с заданной степенью достоверности включает в себя истинное значение измеряемой величины.

*Доверительной вероятностью (надежностью)* результата серии наблюдений называется вероятность  $\alpha$ , с которой доверительный интервал включает истинное значение измеряемой величины.

*Интервальной* называют оценку, которая определяется двумя числами – концами интервала, покрывающего оцениваемый параметр [1, 2].

Доверительные границы результатов измерений определяются

как наибольшее и наименьшее значение результатов измерений ограниченные интервалом, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое истинное значение измерения.

Интервальной оценкой (с вероятностью  $\alpha$ ) математического ожидания  $\mu$  нормально распределенного признака  $X$  по выборочной средней  $x_{в.ср.}$  при известном среднем квадратическом отклонении  $\sigma$  генеральной совокупности служит доверительный интервал [5]:

$$x_{в.ср.} - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < x_{в.ср.} + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где  $t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  – доверительная граница математического ожидания результата измерений,  $n$  – объем выборки;  $t$  – значение аргумента функции Лапласа  $\Phi(t)$ , при котором  $\Phi(t) = 0,5$  [9,10].

Если генеральное стандартное отклонение  $\sigma$  не известно, то этот интервал находится по формуле [5]:

$$x_{в.ср.} - t \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < x_{в.ср.} + t \frac{s}{\sqrt{n}}, \quad (2)$$

где  $s$  – выборочное среднее квадратическое отклонение,  $t \frac{s}{\sqrt{n}}$  – доверительная граница математического ожидания результата измерений, с той поправкой, что коэффициент доверия  $t$  рассчитывается с помощью распределения Стьюдента.

**Пример 1.** Известно, что генеральная совокупность распределена нормально с генеральным средним квадратическим отклонением  $\sigma = 5$ . Необходимо найти доверительный интервал для оценки математического ожидания  $\mu$  с вероятностью 0,95, если выборочная средняя  $x_{в.ср.} = 24,15$ , а объем выборки  $n = 100$ .

В данном случае вероятностью 0,95, следовательно:

$$2\Phi(t) = 0,95 \Rightarrow 2\Phi(t) = \frac{0,95}{2} = 0,475$$

И по таблице значений функции Лапласа (см. Приложение А), выясняем, что значению  $\Phi(t) = 0,475$  соответствует аргумент  $t \approx 1,96$ .

Таким образом, доверительная граница математического ожидания результата измерений:

$$t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1,96 \cdot 5}{\sqrt{100}} = \frac{9,8}{10} = 0,98$$

и искомый доверительный интервал по формуле (1):

$$x_{в.ср.} - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < x_{в.ср.} + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$24,15 - 0,98 < \mu < 24,15 + 0,98$$

$$23,17 < \mu < 25,13$$

**Вывод:** полученные результаты говорят о том, что истинное значение математического ожидания результатов наблюдений с вероятностью 95% лежит в интервале (23,17 ... 25,13). Следовательно, результат измерения можно записать так:  $x = 24,15 \pm 0,98$ .

**Пример 2.** Известны результаты шести измерений длины детали, мм: 15,5; 15,6; 15,4; 15,5; 15,5; 15,4.

Определить границы доверительного интервала для математического ожидания результатов наблюдений.

В качестве оценки математического ожидания длины детали  $\mu$  принимаем ее среднее арифметическое:  $\bar{X} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x_i = 15,483$  мм.

Точечная оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений составляет:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{X})^2} = 0,075 \text{ мм.}$$

При уровне доверительной вероятности  $P = 90\%$  (0,9) (уровень значимости  $q$  при этом будет равен  $100\% - 90\% = 10\%$  или 0,1) для числа степеней свободы  $k = n - 1 = 6 - 1 = 5$  по таблице распределения Стьюдента (см. Приложение Б) находим:  $t = 2,01$ .

Таким образом, доверительная граница математического ожидания результатов измерений:

$$t \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{2,01 \cdot 0,075}{\sqrt{6}} = \frac{0,15075}{2,45} = 0,0615$$

Находим границы доверительного интервала для математического ожидания результатов наблюдений по формуле (2):

$$x_{в.ср.} - t \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < x_{в.ср.} + t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$15,483 - 0,0615 < \mu < 15,483 + 0,0615$$

$$15,4215 < \mu < 15,5445$$

**Вывод:** полученные результаты говорят о том, что истинное значение математического ожидания результатов наблюдений с вероятностью 90% лежит в интервале (15,422 ... 15,545) мм.

Следовательно, результат измерения можно записать так:  
 $x = 15,483 \pm 0,062$  мм.

### 3.2 Доверительный интервал для погрешности измерений

Погрешности средств измерений могут быть выражены двумя различными способами: с помощью точечных оценок и с помощью интервальных [3, 4].

К *точечным оценкам* относятся математическое ожидание погрешности и среднеквадратическое отклонение.

В качестве *интервальной оценки* используют интервал погрешности, который охватывает все возможные значения погрешности измерений с вероятностью  $P$ . Эта вероятность называется *доверительной* или надежностью оценки погрешности.

Предел допускаемой погрешности можно рассматривать как точечную оценку или как интервальную для доверительной вероятности, равной единице.

Интервальная оценка является более гибкой, поскольку она позволяет указать погрешность измерений в зависимости от того, какая требуется вероятность реализации этой погрешности для конкретных условий эксплуатации средства измерений.

В качестве показателя точности измерений (погрешности измерительного прибора) используется среднеквадратичная ошибка  $\sigma$  или дисперсия  $\sigma^2$ .

*Доверительный интервал* для оценки неизвестной дисперсии  $\sigma^2$  нормально распределённой генеральной совокупности определяется следующим образом [5]:

$$\frac{(n-1)s^2}{\chi_{\alpha_1, k}^2} < \sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{\chi_{\alpha_2, k}^2}, \quad (3)$$

где  $s^2$  – выборочная дисперсия;  $n$  – объем выборки;  $\chi^2$  – распределение «хи-квадрат», а  $\chi_{\alpha_1, k}^2$ ,  $\chi_{\alpha_2, k}^2$  – его критические значения, вычисленные для  $\alpha_1 = \frac{1-q}{2}$ ,  $\alpha_2 = \frac{1+q}{2}$ ,  $k = n - 1$ .

Данный интервал с вероятностью  $\alpha$  (надёжностью) покрывает истинное значение  $\sigma^2$ . И если из всех частей неравенства извлечь корни, то получим соответствующий интервал для оценки генерального стандартного отклонения:

$$\frac{\sqrt{(n-1)}s}{\chi_{\alpha_1, k}} < \sigma < \frac{\sqrt{(n-1)}s}{\chi_{\alpha_2, k}} \quad (4)$$

**Пример 3.** Известны результаты шести измерений длины детали, мм: 15,5; 15,6; 15,4; 15,5; 15,5; 15,4.

Определить границы доверительного интервала для генерального среднего квадратического отклонения.

В качестве оценки математического ожидания длины детали  $\mu$  принимаем ее среднее арифметическое:  $\bar{X} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x_i = 15,483$  мм.

Точечная оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений составляет:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{X})^2} = 0,075 \text{ мм.}$$

При уровне доверительной вероятности  $P = 90\%$  (0,9) (уровень значимости  $q$  при этом будет равен  $100\% - 90\% = 10\%$  или 0,1) для числа степеней свободы  $k = n - 1 = 6 - 1 = 5$  по таблице распределения Пирсона (см. Приложение В) находим:

$$\chi_{k; \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{5; 0,05}^2 = 1,145; \chi_{5; 0,05} = 1,070;$$

$$\chi_{k; 1-\frac{1}{2}q}^2 = \chi_{5; 0,95}^2 = 11,070; \chi_{5; 0,95} = 3,327.$$

Находим границы доверительного интервала для генерального среднего квадратического отклонения результатов наблюдений по формуле (4):

$$\sigma_{\text{г}} = \frac{\sqrt{n-1} \cdot S}{\chi_{k; \frac{1}{2}q}} = \frac{\sqrt{6-1} \cdot 0,075}{1,070} = 0,157 \text{ мм;}$$

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{\sqrt{n-1} \cdot S}{\chi_{k; 1-\frac{1}{2}q}} = \frac{\sqrt{6-1} \cdot 0,075}{3,327} = 0,050 \text{ мм.}$$

**Вывод:** полученные результаты говорят о том, что истинное значение генерального среднего квадратического отклонения результатов наблюдений с вероятностью 90% лежит в интервале (0,050 ... 0,157) мм.

Как видим, интервал асимметричен относительно выборочного значения  $s = 0,075$ , и его широкий диапазон объясним малым объёмом выборки – велика вероятность, что при 6 измерениях полученное значение  $s$  действительно далеко от истинного значения  $\sigma$ .



### Вопросы для самопроверки и подготовки

1. Что такое доверительный интервал?
2. Что такое доверительная вероятность?
3. Что такое интервальная оценка?
4. Раскройте понятие «точечная оценка»?
5. Как определяют интервальные оценки математического ожидания при известном среднем квадратическом отклонении генеральной совокупности?
6. Как определяют интервальные оценки математического ожидания при неизвестном среднем квадратическом отклонении генеральной совокупности?
7. Как определяют доверительный интервал для оценки неизвестной дисперсии нормально распределённой генеральной совокупности?

### 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, 2013. - 820 с. - (Основы наук). - Текст : непосредственный.
5. Сидняев, Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. И. Сидняев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 219 с.

## Приложение А

Таблица значений функции Лапласа

| x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 0,00 | 0,00000   | 0,50 | 0,19146   | 1,00 | 0,34134   | 1,50 | 0,43319   | 2,00 | 0,47725   | 3,00 | 0,49865   |
| 0,01 | 0,00399   | 0,51 | 0,19497   | 1,01 | 0,34375   | 1,51 | 0,43448   | 2,02 | 0,47831   | 3,05 | 0,49886   |
| 0,02 | 0,00798   | 0,52 | 0,19847   | 1,02 | 0,34614   | 1,52 | 0,43574   | 2,04 | 0,47932   | 3,10 | 0,49903   |
| 0,03 | 0,01197   | 0,53 | 0,20194   | 1,03 | 0,34849   | 1,53 | 0,43699   | 2,06 | 0,48030   | 3,15 | 0,49918   |
| 0,04 | 0,01595   | 0,54 | 0,20540   | 1,04 | 0,35083   | 1,54 | 0,43822   | 2,08 | 0,48124   | 3,20 | 0,49931   |
| 0,05 | 0,01994   | 0,55 | 0,20884   | 1,05 | 0,35314   | 1,55 | 0,43943   | 2,10 | 0,48214   | 3,25 | 0,49942   |
| 0,06 | 0,02392   | 0,56 | 0,21226   | 1,06 | 0,35543   | 1,56 | 0,44062   | 2,12 | 0,48300   | 3,30 | 0,49952   |
| 0,07 | 0,02790   | 0,57 | 0,21566   | 1,07 | 0,35769   | 1,57 | 0,44179   | 2,14 | 0,48382   | 3,35 | 0,49960   |
| 0,08 | 0,03188   | 0,58 | 0,21904   | 1,08 | 0,35993   | 1,58 | 0,44295   | 2,16 | 0,48461   | 3,40 | 0,49966   |
| 0,09 | 0,03586   | 0,59 | 0,22240   | 1,09 | 0,36214   | 1,59 | 0,44408   | 2,18 | 0,48537   | 3,45 | 0,49972   |
| 0,10 | 0,03983   | 0,60 | 0,22575   | 1,10 | 0,36433   | 1,60 | 0,44520   | 2,20 | 0,48610   | 3,50 | 0,49977   |
| 0,11 | 0,04380   | 0,61 | 0,22907   | 1,11 | 0,36650   | 1,61 | 0,44630   | 2,22 | 0,48679   | 3,55 | 0,49981   |
| 0,12 | 0,04776   | 0,62 | 0,23237   | 1,12 | 0,36864   | 1,62 | 0,44738   | 2,24 | 0,48745   | 3,60 | 0,49984   |
| 0,13 | 0,05172   | 0,63 | 0,23565   | 1,13 | 0,37076   | 1,63 | 0,44845   | 2,26 | 0,48809   | 3,65 | 0,49987   |
| 0,14 | 0,05567   | 0,64 | 0,23891   | 1,14 | 0,37286   | 1,64 | 0,44950   | 2,28 | 0,48870   | 3,70 | 0,49989   |
| 0,15 | 0,05962   | 0,65 | 0,24215   | 1,15 | 0,37493   | 1,65 | 0,45053   | 2,30 | 0,48928   | 3,75 | 0,49991   |
| 0,16 | 0,06356   | 0,66 | 0,24537   | 1,16 | 0,37698   | 1,66 | 0,45154   | 2,32 | 0,48983   | 3,80 | 0,49993   |
| 0,17 | 0,06749   | 0,67 | 0,24857   | 1,17 | 0,37900   | 1,67 | 0,45254   | 2,34 | 0,49036   | 3,85 | 0,49994   |
| 0,18 | 0,07142   | 0,68 | 0,25175   | 1,18 | 0,38100   | 1,68 | 0,45352   | 2,36 | 0,49086   | 3,90 | 0,49995   |
| 0,19 | 0,07535   | 0,69 | 0,25490   | 1,19 | 0,38298   | 1,69 | 0,45449   | 2,38 | 0,49134   | 3,95 | 0,49996   |
| 0,20 | 0,07926   | 0,70 | 0,25804   | 1,20 | 0,38493   | 1,70 | 0,45543   | 2,40 | 0,49180   | 4,00 | 0,49997   |
| 0,21 | 0,08317   | 0,71 | 0,26115   | 1,21 | 0,38686   | 1,71 | 0,45637   | 2,42 | 0,49224   | 4,05 | 0,49997   |
| 0,22 | 0,08706   | 0,72 | 0,26424   | 1,22 | 0,38877   | 1,72 | 0,45728   | 2,44 | 0,49266   | 4,10 | 0,49998   |
| 0,23 | 0,09095   | 0,73 | 0,26730   | 1,23 | 0,39065   | 1,73 | 0,45818   | 2,46 | 0,49305   | 4,15 | 0,49998   |
| 0,24 | 0,09483   | 0,74 | 0,27035   | 1,24 | 0,39251   | 1,74 | 0,45907   | 2,48 | 0,49343   | 4,20 | 0,49999   |
| 0,25 | 0,09871   | 0,75 | 0,27337   | 1,25 | 0,39435   | 1,75 | 0,45994   | 2,50 | 0,49379   | 4,25 | 0,49999   |
| 0,26 | 0,10257   | 0,76 | 0,27637   | 1,26 | 0,39617   | 1,76 | 0,46080   | 2,52 | 0,49413   | 4,30 | 0,49999   |
| 0,27 | 0,10642   | 0,77 | 0,27935   | 1,27 | 0,39796   | 1,77 | 0,46164   | 2,54 | 0,49446   | 4,35 | 0,49999   |
| 0,28 | 0,11026   | 0,78 | 0,28230   | 1,28 | 0,39973   | 1,78 | 0,46246   | 2,56 | 0,49477   | 4,40 | 0,49999   |
| 0,29 | 0,11409   | 0,79 | 0,28524   | 1,29 | 0,40147   | 1,79 | 0,46327   | 2,58 | 0,49506   | 4,45 | 0,50000   |

## Окончание Приложения А

| x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ | x    | $\Phi(x)$ |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 0,30 | 0,11791   | 0,80 | 0,28814   | 1,30 | 0,40320   | 1,80 | 0,46407   | 2,60 | 0,49534   | 4,50 | 0,50000   |
| 0,31 | 0,12172   | 0,81 | 0,29103   | 1,31 | 0,40490   | 1,81 | 0,46485   | 2,62 | 0,49560   | 4,55 | 0,50000   |
| 0,32 | 0,12552   | 0,82 | 0,29389   | 1,32 | 0,40658   | 1,82 | 0,46562   | 2,64 | 0,49585   | 4,60 | 0,50000   |
| 0,33 | 0,12930   | 0,83 | 0,29673   | 1,33 | 0,40824   | 1,83 | 0,46638   | 2,66 | 0,49609   | 4,65 | 0,50000   |
| 0,34 | 0,13307   | 0,84 | 0,29955   | 1,34 | 0,40988   | 1,84 | 0,46712   | 2,68 | 0,49632   | 4,70 | 0,50000   |
| 0,35 | 0,13683   | 0,85 | 0,30234   | 1,35 | 0,41149   | 1,85 | 0,46784   | 2,70 | 0,49653   | 4,75 | 0,50000   |
| 0,36 | 0,14058   | 0,86 | 0,30511   | 1,36 | 0,41309   | 1,86 | 0,46856   | 2,72 | 0,49674   | 4,80 | 0,50000   |
| 0,37 | 0,14431   | 0,87 | 0,30785   | 1,37 | 0,41466   | 1,87 | 0,46926   | 2,74 | 0,49693   | 4,85 | 0,50000   |
| 0,38 | 0,14803   | 0,88 | 0,31057   | 1,38 | 0,41621   | 1,88 | 0,46995   | 2,76 | 0,49711   | 4,90 | 0,50000   |
| 0,39 | 0,15173   | 0,89 | 0,31327   | 1,39 | 0,41774   | 1,89 | 0,47062   | 2,78 | 0,49728   | 4,95 | 0,50000   |
| 0,40 | 0,15542   | 0,90 | 0,31594   | 1,40 | 0,41924   | 1,90 | 0,47128   | 2,80 | 0,49744   | 5,00 | 0,50000   |
| 0,41 | 0,15910   | 0,91 | 0,31859   | 1,41 | 0,42073   | 1,91 | 0,47193   | 2,82 | 0,49760   |      |           |
| 0,42 | 0,16276   | 0,92 | 0,32121   | 1,42 | 0,42220   | 1,92 | 0,47257   | 2,84 | 0,49774   |      |           |
| 0,43 | 0,16640   | 0,93 | 0,32381   | 1,43 | 0,42364   | 1,93 | 0,47320   | 2,86 | 0,49788   |      |           |
| 0,44 | 0,17003   | 0,94 | 0,32639   | 1,44 | 0,42507   | 1,94 | 0,47381   | 2,88 | 0,49801   |      |           |
| 0,45 | 0,17364   | 0,95 | 0,32894   | 1,45 | 0,42647   | 1,95 | 0,47441   | 2,90 | 0,49813   |      |           |
| 0,46 | 0,17724   | 0,96 | 0,33147   | 1,46 | 0,42785   | 1,96 | 0,47500   | 2,92 | 0,49825   |      |           |
| 0,47 | 0,18082   | 0,97 | 0,33398   | 1,47 | 0,42922   | 1,97 | 0,47558   | 2,94 | 0,49836   |      |           |
| 0,48 | 0,18439   | 0,98 | 0,33646   | 1,48 | 0,43056   | 1,98 | 0,47615   | 2,96 | 0,49846   |      |           |
| 0,49 | 0,18793   | 0,99 | 0,33891   | 1,49 | 0,43189   | 1,99 | 0,47670   | 2,98 | 0,49856   |      |           |

## Приложение Б

**Критические точки распределения Стьюдента**

| $k$ | Уровень значимости $\alpha$ (двусторонняя критическая область) |         |         |         |          |          |
|-----|--|---------|---------|---------|----------|----------|
|     | 0,1  | 0,05    | 0,02    | 0,01    | 0,002    | 0,001    |
| 1   | 6,3138   | 12,7062 | 31,8205 | 63,6567 | 318,3088 | 636,6192 |
| 2   | 2,9200   | 4,3027  | 6,9646  | 9,9248  | 22,3271  | 31,5991  |
| 3   | 2,3534   | 3,1824  | 4,5407  | 5,8409  | 10,2145  | 12,9240  |
| 4   | 2,1318   | 2,7764  | 3,7469  | 4,6041  | 7,1732   | 8,6103   |
| 5   | 2,0150   | 2,5706  | 3,3649  | 4,0321  | 5,8934   | 6,8688   |
| 6   | 1,9432   | 2,4469  | 3,1427  | 3,7074  | 5,2076   | 5,9588   |
| 7   | 1,8946   | 2,3646  | 2,9980  | 3,4995  | 4,7853   | 5,4079   |
| 8   | 1,8595   | 2,3060  | 2,8965  | 3,3554  | 4,5008   | 5,0413   |
| 9   | 1,8331   | 2,2622  | 2,8214  | 3,2498  | 4,2968   | 4,7809   |
| 10  | 1,8125   | 2,2281  | 2,7638  | 3,1693  | 4,1437   | 4,5869   |
| 11  | 1,7959   | 2,2010  | 2,7181  | 3,1058  | 4,0247   | 4,4370   |
| 12  | 1,7823   | 2,1788  | 2,6810  | 3,0545  | 3,9296   | 4,3178   |
| 13  | 1,7709   | 2,1604  | 2,6503  | 3,0123  | 3,8520   | 4,2208   |
| 14  | 1,7613   | 2,1448  | 2,6245  | 2,9768  | 3,7874   | 4,1405   |
| 15  | 1,7531   | 2,1314  | 2,6025  | 2,9467  | 3,7328   | 4,0728   |
| 16  | 1,7459   | 2,1199  | 2,5835  | 2,9208  | 3,6862   | 4,0150   |
| 17  | 1,7396   | 2,1098  | 2,5669  | 2,8982  | 3,6458   | 3,9651   |
| 18  | 1,7341   | 2,1009  | 2,5524  | 2,8784  | 3,6105   | 3,9216   |
| 19  | 1,7291   | 2,0930  | 2,5395  | 2,8609  | 3,5794   | 3,8834   |
| 20  | 1,7247   | 2,0860  | 2,5280  | 2,8453  | 3,5518   | 3,8495   |
| 21  | 1,7207   | 2,0796  | 2,5176  | 2,8314  | 3,5272   | 3,8193   |
| 22  | 1,7171   | 2,0739  | 2,5083  | 2,8188  | 3,5050   | 3,7921   |
| 23  | 1,7139   | 2,0687  | 2,4999  | 2,8073  | 3,4850   | 3,7676   |
| 24  | 1,7109   | 2,0639  | 2,4922  | 2,7969  | 3,4668   | 3,7454   |
| 25  | 1,7081   | 2,0595  | 2,4851  | 2,7874  | 3,4502   | 3,7251   |
| 26  | 1,7056   | 2,0555  | 2,4786  | 2,7787  | 3,4350   | 3,7066   |
| 27  | 1,7033   | 2,0518  | 2,4727  | 2,7707  | 3,4210   | 3,6896   |
| 28  | 1,7011   | 2,0484  | 2,4671  | 2,7633  | 3,4082   | 3,6739   |
| 29  | 1,6991   | 2,0452  | 2,4620  | 2,7564  | 3,3962   | 3,6594   |
| 30  | 1,6973   | 2,0423  | 2,4573  | 2,7500  | 3,3852   | 3,6460   |
| 40  | 1,6839   | 2,0211  | 2,4233  | 2,7045  | 3,3069   | 3,5510   |
| 50  | 1,6759   | 2,0086  | 2,4033  | 2,6778  | 3,2614   | 3,4960   |
| 60  | 1,6706   | 2,0003  | 2,3901  | 2,6603  | 3,2317   | 3,4602   |
| 70  | 1,6669   | 1,9944  | 2,3808  | 2,6479  | 3,2108   | 3,4350   |
| 80  | 1,6641   | 1,9901  | 2,3739  | 2,6387  | 3,1953   | 3,4163   |
| 90  | 1,6620   | 1,9867  | 2,3685  | 2,6316  | 3,1833   | 3,4019   |
| 100 | 1,6602   | 1,9840  | 2,3642  | 2,6259  | 3,1737   | 3,3905   |
| 110 | 1,6588   | 1,9818  | 2,3607  | 2,6213  | 3,1660   | 3,3812   |
| 120 | 1,6577   | 1,9799  | 2,3578  | 2,6174  | 3,1595   | 3,3735   |
| 200 | 1,6525   | 1,9719  | 2,3451  | 2,6006  | 3,1315   | 3,3398   |

## Приложение В

**Таблица критических точек распределения  $\chi^2$  (хи-квадрат)  
критерия Пирсона**

| Число степеней<br>свободы $k$ | Уровень значимости $\alpha$ |       |      |        |         |         |
|-------------------------------|-----------------------------|-------|------|--------|---------|---------|
|                               | 0,01                        | 0,025 | 0,05 | 0,95   | 0,975   | 0,99    |
| 1                             | 6,6                         | 5     | 3,8  | 0,0039 | 0,00098 | 0,00016 |
| 2                             | 9,2                         | 7,4   | 6    | 0,103  | 0,051   | 0,02    |
| 3                             | 11,3                        | 9,4   | 7,8  | 0,352  | 0,216   | 0,115   |
| 4                             | 13,3                        | 11,1  | 9,5  | 0,711  | 0,484   | 0,297   |
| 5                             | 15,1                        | 12,8  | 11,1 | 1,15   | 0,831   | 0,554   |
| 6                             | 16,8                        | 14,4  | 12,6 | 1,64   | 1,24    | 0,872   |
| 7                             | 18,5                        | 16    | 14,1 | 2,17   | 1,69    | 1,24    |
| 8                             | 20,1                        | 17,5  | 15,5 | 2,73   | 2,18    | 1,65    |
| 9                             | 21,7                        | 19    | 16,9 | 3,33   | 2,7     | 2,09    |
| 10                            | 23,2                        | 20,5  | 18,3 | 3,94   | 3,25    | 2,56    |
| 11                            | 24,7                        | 21,9  | 19,7 | 4,57   | 3,82    | 3,05    |
| 12                            | 26,2                        | 23,3  | 21,0 | 5,23   | 4,4     | 3,57    |
| 13                            | 27,7                        | 24,7  | 22,4 | 5,89   | 5,01    | 4,11    |
| 14                            | 29,1                        | 26,1  | 23,7 | 6,57   | 5,63    | 4,66    |
| 15                            | 30,6                        | 27,5  | 25   | 7,26   | 6,26    | 5,23    |
| 16                            | 32                          | 28,8  | 26,3 | 7,96   | 6,91    | 5,81    |
| 17                            | 33,4                        | 30,2  | 27,6 | 8,67   | 7,56    | 6,41    |
| 18                            | 34,8                        | 31,5  | 28,9 | 9,39   | 8,23    | 7,01    |
| 19                            | 36,2                        | 32,9  | 30,1 | 10,1   | 8,91    | 7,63    |
| 20                            | 37,6                        | 34,2  | 31,4 | 10,9   | 9,59    | 8,26    |
| 21                            | 38,9                        | 35,5  | 32,7 | 11,6   | 10,3    | 8,9     |
| 22                            | 40,3                        | 36,8  | 33,9 | 12,3   | 11      | 9,54    |
| 23                            | 41,6                        | 38,1  | 35,2 | 13,1   | 11,7    | 10,2    |
| 24                            | 43                          | 39,4  | 36,4 | 13,8   | 12,4    | 10,9    |
| 25                            | 44,3                        | 40,6  | 37,7 | 14,6   | 13,1    | 11,5    |
| 26                            | 45,6                        | 41,9  | 38,9 | 15,4   | 13,8    | 12,2    |
| 27                            | 47                          | 43,2  | 40,1 | 16,2   | 14,6    | 12,9    |
| 28                            | 48,3                        | 44,5  | 41,3 | 16,9   | 15,3    | 13,6    |
| 29                            | 49,6                        | 45,7  | 42,6 | 17,7   | 16      | 14,3    |
| 30                            | 50,9                        | 47    | 43,8 | 18,5   | 16,8    | 15      |

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



**РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОКРУГЛЕНИЕ  
РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ  
СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ**

Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Расчет погрешностей и округление результатов измерений. Оценка величины систематической погрешности: методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 14 с.:– Библиогр.: с. 14.**

Содержат сведения о правилах представления результатов измерений и порядке оценки величин погрешностей. Рассмотрены примеры округления погрешностей и определения величин погрешностей. 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. 0,81. Уч.-изд. л. 0,74.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

### **1 Цель работы:**

Изучить правила представления результатов измерений и приобрести практические навыки округления погрешностей и оценки величины систематической погрешности измерений.

### **2 Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание 1.** Округлить значения абсолютной и относительной погрешностей.

**Задание 2.** Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Необходимо:

- определить действительное значение температуры;
- определить погрешность поверяемого прибора;
- определить поправку к показаниям прибора;
- оценить относительную погрешность термометра.

### **3 Краткие теоретические сведения**

#### **3.1 Правила представления результатов измерения [1-3]**

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.

В процессе измерения получают измеренное значение величины  $x$  и две погрешности: абсолютную  $\Delta X$  и относительную  $\delta_x$ . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов измерений, в погрешностях  $\Delta X$  и  $\delta_x$  необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам.

1. Погрешности измерения должны содержать не более двух (одну или две) значащих цифры.
2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности



$\Delta X$  : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2 значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности  $\Delta X$  : «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  $\Delta X$ .

4. В относительной погрешности  $\delta_x$  число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности  $\Delta X$ .

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                        |

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.

**Пример 1.** Округлить значения абсолютной погрешности: 0,154; 8123; 41,1; 0,956; 0,394.

$0,154 \approx 0,15$  : первая значащая цифра погрешности – это «1», поэтому необходимо оставить 2 значащие цифры. Т.к. после второй значащей цифры стоит «4», и ее нужно отбросить, то после отбрасывания «4» цифру предыдущего разряда не изменяем.

$8123 \approx 8 \cdot 10^3$  : первая значащая цифра – это «8», поэтому оставляем одну значащую цифру.

$41,1 \approx 4 \cdot 10$  : первая значащая цифра – это «4», поэтому оставляем одну значащую цифру.

$0,956 \approx 1,0$  : первая значащая цифра – это «9», поэтому оставляем одну значащую цифру. Т.к. все стоящие после нее цифры меньших разрядностей нужно отбросить, а первая из отбрасываемых – «5», то «9» нужно округлить до «10», т.е. значение «0,9» до «1». Т.к. после округления первой значащей цифрой стала «1», то необходимо оставить 2 значащих цифры, т.е. «1,0»,

$0,394 \approx 0,39$  : первая значащая цифра погрешности – это «3», поэтому необходимо оставить 2 значащие цифры. Т.к. после второй значащей цифры стоит «4», и ее нужно отбросить, то после отбрасывания «4» цифру предыдущего разряда не изменяем.

## 3.2 Классификация погрешностей измерений

### 3.2.1 Погрешность средств измерения и результатов измерения

*Погрешности средств измерений* – это отклонения метрологических свойств или параметров средств измерений от номинальных, влияющие на погрешности результатов измерений (создающие так называемые инструментальные ошибки измерений) [1].

*Погрешность результата измерения* – это отклонение результата измерения от действительного (истинного) значения измеряемой величины [3].

### 3.2.2 Инструментальные и методические погрешности

*Методическая погрешность* обусловлена несовершенством метода измерений или упрощениями, допущенными при измерениях [2-4]. Она возникает из-за использования

приближенных формул при расчете результата или неправильной методики измерений. Выбор ошибочной методики возможен из-за несоответствия (неадекватности) измеряемой физической величины и ее модели.

Причиной методической погрешности может быть не учитываемое взаимное влияние объекта измерений и измерительных приборов или недостаточная точность такого учета. Например, методическая погрешность возникает при измерениях падения напряжения на участке цепи с помощью вольтметра, так как из-за шунтирующего действия вольтметра измеряемое напряжение уменьшается. Механизм взаимного влияния может быть изучен, а погрешности рассчитаны и учтены.

**Инструментальная погрешность** обусловлена несовершенством применяемых средств измерений [4, 5]. Причинами ее возникновения являются неточности, допущенные при изготовлении и регулировке приборов, изменение параметров элементов конструкции и схемы вследствие старения. В высокочувствительных приборах могут сильно проявляться их внутренние шумы.

### 3.2.3 Статическая и динамическая погрешности

**Статическая погрешность измерений** – это погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения, то есть при измерении постоянных величин после завершения переходных процессов в элементах приборов и преобразователей [1].

Статическая погрешность средства измерений возникает при измерении с его помощью постоянной величины. Если в паспорте на средства измерений указывают предельные погрешности измерений, определенные в статических условиях, то они не могут характеризовать точность его работы в динамических условиях.

**Динамическая погрешность измерений** – это погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения. Динамическая погрешность появляется при измерении переменных величин и обусловлена инерционными свойствами средств измерений. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической

погрешностью, соответствующей значению величины в данный момент времени. При разработке или проектировании средства измерений следует учитывать, что увеличение погрешности измерений и запаздывание появления выходного сигнала связаны с изменением условий.

Статические и динамические погрешности относятся к погрешностям результата измерений. В большей части приборов статическая и динамическая погрешности оказываются связаны между собой, поскольку соотношение между этими видами погрешностей зависит от характеристик прибора и характерного времени изменения величины.

### **3.2.4 Систематическая и случайная погрешности**

**Систематическая погрешность измерения** – это составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. Систематические погрешности являются в общем случае функцией измеряемой величины, влияющих величин (температуры, влажности, напряжения питания и пр.) и времени. В функции измеряемой величины систематические погрешности входят при поверке и аттестации образцовых приборов.

Причинами возникновения систематических составляющих погрешности измерения являются [5]:

- отклонение параметров реального средства измерений от расчетных значений, предусмотренных схемой;
- неуравновешенность некоторых деталей средства измерений относительно их оси вращения, приводящая к дополнительному повороту за счет зазоров, имеющих в механизме;
- упругая деформация деталей средства измерений, имеющих малую жесткость, приводящая к дополнительным перемещениям;
- погрешность градуировки или небольшой сдвиг шкалы;
- неточность подгонки шунта или добавочного сопротивления, неточность образцовой измерительной катушки сопротивления;
- неравномерный износ направляющих устройств для

базирования измеряемых деталей;

- износ рабочих поверхностей, деталей средства измерений, с помощью которых осуществляется контакт звеньев механизма;
- усталостные измерения упругих свойств деталей, а также их естественное старение;
- неисправности средства измерений.

**Случайной погрешностью** называют составляющие погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные погрешности определяются совместным действием ряда причин: внутренними шумами элементов электронных схем, наводками на входные цепи средств измерений, пульсацией постоянного питающего напряжения, дискретностью счета.

### **3.2.5 Погрешности адекватности и градуировки [5]**

**Погрешность градуировки средства измерений** – это погрешность действительного значения величины, приписанного той или иной отметке шкалы средства измерений в результате градуировки.

**Погрешностью адекватности модели** называют погрешность при выборе функциональной зависимости. Характерным примером может служить построение линейной зависимости по данным, которые лучше описываются степенным рядом с малыми нелинейными членами.

Погрешность адекватности относится к измерениям для проверки модели. Если зависимость параметра состояния от уровней входного фактора задана при моделировании объекта достаточно точно, то погрешность адекватности оказывается минимальной. Эта погрешность может зависеть от динамического диапазона измерений, например, если однофакторная зависимость задана при моделировании параболой, то в небольшом диапазоне она будет мало отличаться от экспоненциальной зависимости. Если диапазон измерений увеличить, то погрешность адекватности сильно возрастет.

### **3.2.6 Абсолютная, относительная и приведенная погрешности**

**Абсолютная погрешность** – это алгебраическая разность

между измеренным (полученным) и действительным (номинальным) значениями измеряемой величины. Абсолютная погрешность измеряется в тех же единицах измерения, что и сама величина, в расчетах её принято обозначать греческой буквой  $\Delta$ . На рисунке 1  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  – абсолютные погрешности.

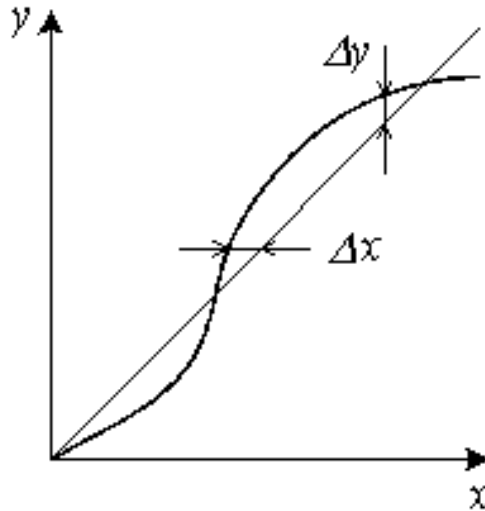


Рисунок 1 – Абсолютные погрешности измеряемых величин

Абсолютная погрешность  $\Delta X$  определяется по формуле:

$$\Delta X = X - X_n, \quad (1)$$

где  $\Delta X$  – абсолютная погрешность;  $X$  – измеренное (полученное) значение измеряемой величины;  $X_n$  – действительное (номинальное) значение измеряемой величины.

**Относительная погрешность** – это отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное. Относительная погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах, в расчетах обозначается буквой  $\delta$ :

$$\delta_x = \left| \frac{\Delta X}{X_n} \right|. \quad (2)$$

**Приведённая погрешность** – это погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона. Вычисляется по формуле:

$$\delta_{np} = \left| \frac{\Delta X}{X_n} \right|, \quad (3)$$

где  $X_n$  – нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы

измерительного прибора и определяется по его градуировке:

– если шкала прибора односторонняя и нижний предел измерений равен нулю (например, диапазон измерений  $0 \dots 100$ ), то  $X_H$  определяется равным верхнему пределу измерений ( $X_H = 100$ );

– если шкала прибора односторонняя, нижний предел измерений больше нуля, то  $X_H$  определяется как разность между максимальным и минимальным значениями диапазона (для прибора с диапазоном измерений  $30 \dots 100$ ,  $X_H = X_{\max} - X_{\min} = 100 - 30 = 70$ );

– если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора (диапазон измерений  $-50 \dots +50$ ,  $X_H = 100$ ).

Приведённая погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах.

### 3.2.7 Аддитивные и мультипликативные погрешности

**Аддитивной погрешностью** называется погрешность, постоянная в каждой точке шкалы (рис. 2а).

**Мультипликативной погрешностью** называется погрешность, линейно возрастающая или убывающая с ростом измеряемой величины (рис. 2б).

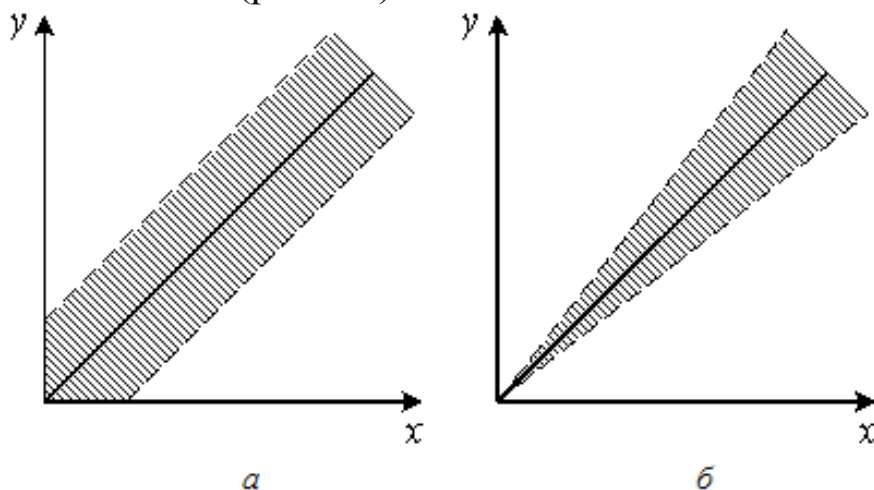


Рисунок 2 – Погрешности измерений:

а) аддитивная погрешность; б) мультипликативная погрешность

Если абсолютная погрешность не зависит от значения измеряемой величины, то полоса определяется аддитивной погрешностью. Иногда аддитивную погрешность называют погрешностью нуля.

Если постоянной величиной является относительная погрешность, то полоса погрешностей меняется в пределах диапазона измерений и погрешность называется мультипликативной. Ярким примером аддитивной погрешности является погрешность квантования (оцифровки).

**Пример 2.** При поверке СИ номинального размера 200 у.е. получено значение 200,0005 у.е. Необходимо:

- определить действительное значение измеряемой величины;
- определить погрешность поверяемого СИ;
- определить поправку к показаниям СИ;
- оценить относительную погрешность СИ.

1. Действительное значение – это номинальное значение, т.е. 200 у.е.

2. Погрешность (абсолютная погрешность) поверяемого СИ:

$$\Delta X = 200,0005 \text{ у.е.} - 200 \text{ у.е.} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}$$

3. Поправка к показаниям СИ – это абсолютная погрешность измерения, взятая с обратным знаком:

$$\nabla X = -\Delta X = -0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}$$

4. Относительная погрешность СИ:

$$\delta_x = \left| \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}}{200 \text{ у.е.}} \right| \cdot 100\% \approx 2,5 \cdot 10^{-6}\%$$

### Вопросы для самопроверки и подготовки

1. Сформулируйте правила представления результатов измерения.

2. Что такое погрешность средств измерений?

3. Как классифицируются погрешности измерений?

4. Раскройте понятие «методическая погрешность».

5. Раскройте понятие «инструментальная погрешность».

6. Раскройте понятие «статическая погрешность измерений».

7. Раскройте понятие «динамическая погрешность измерений».

8. В чем отличие систематической и случайной погрешностей?

9. Взаимосвязь абсолютной, относительной и приведенной погрешностей.

10. Особенности определения аддитивных и мультипликативных погрешностей.



## Тест для самоконтроля

1. Погрешностью измерения называется

а) оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения

б) оценка отклонения измеренного значения величины от её математического ожидания

в) завышенное значение измеряемой величины

г) оценка отклонения рассчитанного значения величины от её истинного значения

д) заниженное значение измеряемой величины

2. Погрешность измерения

а) Разность показаний прибора в единицу времени

б) Суммарное значение приведенной погрешности

в) Отклонение результата от истинного значения измеряемой величины

г) Погрешность средств измерений, используемых в нормальных условиях

3. Абсолютная погрешность измерительного прибора

а) Сумма относительной и допустимой погрешности

б) Разность между показанием прибора и истинным значением величины

в) Погрешность измерения, выраженная в единицу измерения

г) Отношение погрешности прибора к нормирующему значению

4. 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

5. 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.

6 Систематическая погрешность это:

а) составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины

б) отношение абсолютной погрешности к истинному или измеренному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины

г) погрешность, обусловленная разностью между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины

д) разница между абсолютной и относительной погрешностью

7 Случайная погрешность это:

а) составная часть погрешности результата измерения, изменяющаяся случайно, закономерно при проведении повторных измерений одной и той же величины

б) отношение абсолютной погрешности к истинному или измеренному значению измеряемой величины

в) отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины

г) погрешность, обусловленная разностью между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины

д) составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины.

**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, 2013. - 820 с. - (Основы наук). - Текст : непосредственный.
5. Сидняев, Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. И. Сидняев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 219 с.

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОСВЕННЫХ  
МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**  
Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Обработка результатов косвенных многократных измерений:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 8 с.:– Библиогр.: с. 8.

Содержат сведения о сущности косвенных измерений. Рассмотрены примеры обработки косвенных многократных измерений. 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. 0,47. Уч.-изд. л. 0,42.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

## 1 Цель работы:

Изучить особенности оценки косвенных измерений и приобрести практические навыки оценки погрешности косвенных измерений и представления результатов косвенных многократных измерений.

## 2 Задание для самостоятельного выполнения

Обработать результаты косвенных многократных измерений следующей величины:  $F = \frac{\gamma D^3 G m}{2P}$

## 3 Краткие теоретические сведения

Классификация средств измерений может проводиться по перечисленным ниже критериям [1].

1. По характеристике точности измерения делятся на:

- равноточные;
- неравноточные.

**Равноточными измерениями** физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

**Неравноточными измерениями** физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

2. По количеству измерений измерения делятся на:

- однократные;
- многократные.

3. По типу изменения величины измерения делятся на:

- статические;
- динамические.

**Статические измерения** – это измерения постоянной, неизменной физической величины.

**Динамические измерения** – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. По назначению измерения делятся на:

- технические;
- метрологические.

**Технические измерения** – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

**Метрологические измерения** – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

5. По способу представления результата измерения делятся на:
- абсолютные;
  - относительные.

**Абсолютные измерения** – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы.

**Относительные измерения** – это измерения, при которых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей).

6. По методам получения результатов измерения делятся на: прямые; косвенные; совокупные; совместные.

**Прямые измерения** – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

**Косвенные измерения** – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений.

**Совокупные измерения** – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений.

**Совместные измерения** – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

Косвенные измерения осуществляются с помощью датчиков, которые сами по себе не являются измерительными инструментами, а выполняют роль преобразователей информации.

Таким образом, при выполнении косвенных измерений велика вероятность возникновения погрешностей измерений. При этом общая погрешность косвенного измерения будет включать погрешности всех измеренных величин, составляющих искомую величину.

Пусть каждая из  $m$  физических величин  $x_i$  измерена с

некоторой погрешностью  $\Delta x_i$ . Если предположить, что погрешности  $\Delta x_i$  малы, то для погрешности косвенного измерения можно записать [2]:

$$dZ = \sum_{i=1}^m \frac{df}{dx_i} \Delta x_i, \quad (1)$$

где  $f(x_i)$  – функция, характеризующая искомую величину.

Каждое слагаемое  $\frac{df}{dx_i} \Delta x_i$  представляет собой частную погрешность результата косвенного измерения, вызванную погрешностью  $\Delta x_i$ . Частные производные называются **коэффициентами влияния** соответствующих погрешностей [2].

**Пример.** Обработать результат косвенных многократных измерений величины:  $\gamma = \frac{4}{3a} \beta Q m N \mu^2 t$ .

Измерения величин:  $a$ ,  $\beta$ ,  $Q$ ,  $m$ ,  $N$ ,  $\mu$ ,  $t$  проводились прямым методом:

$$a = (25,00 \pm 0,06) 10^3 \text{ кг};$$

$$\beta = (10,05 \pm 0,10) 10^2 \text{ с};$$

$$Q = (315,11 \pm 0,31) 10^5 \text{ Па};$$

$$m = (5,25 \pm 0,05) 10^2 \text{ кг};$$

$$N = 10;$$

$$\mu = (1,50 \pm 0,10) \text{ м/с};$$

$$t = (250,00 \pm 0,09) 10 \text{ с}.$$

Вначале необходимо получить оценку истинного значения искомой величины. Для этого в исходную формулу (функцию) необходимо подставить средние значения всех измеряемых прямым методом величин, а также значения коэффициентов:

$$\gamma = \frac{4 \cdot 10,05 \cdot 10^2 \cdot 315,11 \cdot 10^5 \cdot 5,25 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 2,25 \cdot 2500}{3 \cdot 25 \cdot 10^3} \approx 56,53 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2).$$

Для оценки точности полученного результата необходимо определить частные производные и частные погрешности результата измерений:

$$\Delta a = \frac{\partial \gamma}{\partial a} \Delta \bar{a} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{25,00 \cdot 10^3} \cdot 0,06 \cdot 10^3 = 0,136 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2);$$

$$\Delta \beta = \frac{\partial \gamma}{\partial \beta} \Delta \bar{\beta} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{10,05 \cdot 10^2} \cdot 0,10 \cdot 10^2 = 0,562 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2);$$



$$\Delta Q = \frac{\partial \gamma}{\partial Q} \Delta \bar{Q} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{315,11 \cdot 10^5} \cdot 0,31 \cdot 10^5 = 0,0556 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

$$\Delta m = \frac{\partial m}{\partial Q} \Delta \bar{m} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{5,25 \cdot 10^2} \cdot 0,05 \cdot 10^2 = 0,538 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

$$\Delta \mu = 2 \frac{\partial \mu}{\partial Q} \Delta \bar{\mu} = \frac{2 \cdot 56,53 \cdot 10^{12}}{1,5} \cdot 0,1 = 7,5 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

$$\Delta t = \frac{\partial t}{\partial Q} \Delta \bar{t} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{2500} \cdot 0,9 = 0,020 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Таким образом, погрешность косвенного измерения искомой величины составляет:

$$\Delta \gamma = \sqrt{\Delta \alpha^2 + \Delta \beta^2 + \Delta Q^2 + \Delta m^2 + \Delta \mu^2 + \Delta t^2} \approx 7,54 \cdot 10^{12} \approx 8 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Результат косвенного измерения искомой величины:

$$\gamma = (57 \pm 8) \cdot 10^{12} \text{ Па} \cdot \text{м}^2.$$

### Вопросы для самопроверки и подготовки

1. Охарактеризуйте понятие «косвенные измерения».
2. Что такое погрешность средств измерений?
3. Как классифицируются измерения?
4. Раскройте понятие «абсолютные измерения».
5. Раскройте понятие «относительные измерения».
6. Раскройте понятие «прямые измерения».
7. Раскройте понятие «динамические измерения».
8. Особенности определения оценки погрешности косвенных измерений.

### Тест для самоконтроля

1. В способ получения измерительной информации не входят...
  - a) дифференциальные измерения;
  - b) прямые измерения;
  - c) совокупные измерения;
  - d) косвенные измерения.
2. К косвенным измерениям относится
  - a) измерения, при которых искомое значение интуитивно подбирается;

b) измерения, результаты которых получаются непосредственно из опыта;

c) измерения, при которых искомое значение величины определяется на основании известной зависимости;

d) измерения, при которых искомое значение определяется путем решения системы уравнений;

3. Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются

a) статистическими

b) косвенными

c) совокупными

d) прямыми

4. Измерение мощности в цепи постоянного тока с помощью амперметра и вольтметра относится к

a) прямым измерениям;

b) совокупным измерениям;

c) косвенным измерениям;

d) совместным измерениям.

5. Измерение сопротивления резистора с помощью образцовой меры сопротивления относится к

a) совместным измерениям;

b) прямым измерениям;

c) косвенным измерениям;

d) совокупным измерениям

6. Что такое измерение?

a) определение искомого параметра с помощью органов чувств, номограмм или любым другим путем;

b) совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины;

c) применение технических средств в процессе проведения лабораторных исследований.

7. Косвенные измерения – это такие измерения, при которых:

a) применяется метод наиболее быстрого определения измеряемой величины;

b) искомое значение величины определяют на основании

результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью;

с) искомое значение физической величины определяют путем сравнения с мерой этой величины.

8. Статические измерения – это измерения:

а) проводимые в условиях стационара

б) проводимые при постоянстве измеряемой величины

с) искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины

### 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, 2013. - 820 с. - (Основы наук). - Текст : непосредственный.

5. Сидняев, Н. И. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. И. Сидняев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 219 с.

## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



## **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.9

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Обработка результатов прямых измерений:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 12 с.:– Библиогр.: с. 12.

Содержат сведения о правилах представления результатов измерений. Рассмотрены формы представления результатов прямых однократных и многократных измерений. 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. 0,7. Уч.-изд. л. 0,63.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

## **1 Цель работы:**

Изучить формы и правила представления результатов прямых однократных и многократных измерений и приобрести практические навыки обработки и представления результатов прямых однократных и многократных измерений.

## **2 Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание 1.** Ограничить количество значащих цифр в измеренных значениях и их погрешностях.

**Задание 2.** Секундомером с известной погрешностью было проведено однократное измерение. Результаты измерения выдаются преподавателем. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 100%, записать в правильной форме результат измерения.

**Задание 3.** Секундомером с известной погрешностью были проведены многократные измерения (20 измерений). Результаты измерений и значение инструментальной погрешности секундомера выдаются преподавателем. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 95%, записать в правильной форме результат измерения.

## **3 Краткие теоретические сведения**

### **3.1 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.

В процессе измерения получают измеренное значение величины  $x$  и две погрешности: абсолютную  $\Delta X$  и относительную  $\delta_x$ . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов

измерений, в погрешностях  $\Delta X$  и  $\delta_x$  необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам [2, 4, 5].

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                        |

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

2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности  $\Delta X$ : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2 значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности  $\Delta X$ : «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  $\Delta X$ .

4. В относительной погрешности  $\delta_x$  число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности  $\Delta X$ .

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

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.

Таблица 2

## Примеры ограничения количества значащих цифр в числах

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

**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.

### 3.2 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 [2, 4, 5].

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

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

По инструментальной погрешности  $\Delta_i$  средства измерения определяют абсолютную погрешность измерения:

$$\Delta x = \Delta_i.$$

Относительную погрешность вычисляют по формуле [1, 3]:

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

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.

**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  $\Delta$  является погрешность СИ:  $\Delta = \Delta_{\text{и}} = 0,04721$  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:

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

### 3.3 Форма представления результатов прямых многократных измерений.

Многократные измерения проводятся с целью уменьшения влияния случайных погрешностей на результат измерения [1-3]. При многократных измерениях за измеренное значение величины принимается среднее арифметическое из всех полученных отдельных измерений.

Теория метода обработки прямых многократных измерений базируется на теории вероятности.

Порядок обработки прямых многократных измерений [5]:

1. Провести  $n$  измерений  $x_i$  измеряемой величины  $x$ :

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n.$$

2. Вычислить среднее арифметическое значение измеряемой величины по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (3)$$

3. Вычислить оценку среднего квадратического отклонения (СКО) результата измерения по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (4)$$

4. Рассчитать доверительный интервал случайной

погрешности (случайную погрешность) по формуле:

$$\Delta_{\bar{x}} = t_{\alpha,n} \cdot S_{\bar{x}}, \quad (5)$$

где  $t_{\alpha,n}$  – коэффициент Стьюдента, который учитывает требуемую доверительную вероятность  $\alpha$  и количество проведенных измерений  $n$ , на основании которых вычислена величина  $S_{\bar{x}}$ .

Для технических измерений принята доверительная вероятность  $P = \alpha = 0,95$ .

Коэффициент Стьюдента выбирается из таблицы 3 для заданного числа измерений  $n$ .

Таблица 3

Значения коэффициента Стьюдента для  $\alpha = 0,95$  [4]

| $n$            | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 20   | 30   |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $t_{\alpha,n}$ | 12,7 | 4,30 | 3,18 | 2,78 | 2,57 | 2,45 | 2,36 | 2,31 | 2,26 | 2,09 | 2,04 |

5. Определить абсолютную погрешность измерения с учетом случайной погрешности  $\Delta_{\bar{x}}$  и инструментальной погрешности  $\Delta_{ix}$  по формуле:

$$\Delta_x = \sqrt{\Delta_{\bar{x}}^2 + \left(\frac{2}{3}\Delta_{ix}\right)^2}. \quad (6)$$

Множитель «2/3» в выражении (6) учитывает разные доверительные вероятности определения случайной  $\Delta_{\bar{x}}$  и инструментальной  $\Delta_{ix}$  погрешностей. Случайная погрешность рассчитывается для доверительной вероятности  $P = 0,95$ , а величина инструментальной погрешности  $\Delta_{ix}$  прибора нормируется для доверительной вероятности  $P = 1$ .

6. Вычислить относительную погрешность измерения по формуле (1).

7. Используя правила представления результатов измерения, определить количество значащих цифр в абсолютной и относительной погрешностях, и в значении измеряемой величины.

Результат измерений записывают следующим образом:

$$x = (A \pm B)C; \quad \delta_x = D\%; \quad P = 0,95, \quad (7)$$

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

**Пример 3.** Некоторым СИ с погрешностью  $\Delta_{ix} = 0,3$  у.е. были

проведены многократные измерения, в результате которых получены следующие значения:

21,3 у.е.; 21,4 у.е.; 21,2 у.е.; 21,3 у.е.; 21,2 у.е.

При условии, что доверительная вероятность результатов измерений составляет 95%, записать в правильной форме результат измерения.

1. Среднее арифметическое значение измеряемой величины составляет 21,28 у.е. (по правилам приближенных вычислений среднее арифметическое значение должно иметь на один разряд больше, чем исходные данные).

2. Оценка СКО результатов измерения составляет:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{5-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - 21,28)^2} = 0,0374 \text{ у. е.}$$

По правилам представления результатов погрешностей, погрешность должна содержать не более 2-х значащих цифр. Но, т.к. оценка СКО является промежуточной величиной, в ней необходимо оставить 3 значащие цифры.

3. Из таблицы значений коэффициентов Стьюдента (см. таблицу 3) для  $n = 5$ ,  $P = \alpha = 0,95$  выбираем значение коэффициента  $t_{\alpha,n} = 2,78$ .

Доверительный интервал случайной погрешности принимаем равным:  $\Delta_{\bar{x}} = 2,78 \cdot 0,0374 = 0,104 \text{ у. е.}$  (в промежуточном значении необходимо оставить 3 значащие цифры).

4. Абсолютная погрешность измерений составляет:

$$\Delta_x = \sqrt{0,104^2 + \left(\frac{2}{3} \cdot 0,3\right)^2} = 0,225 \text{ (у. е.)}$$

В промежуточном значении необходимо оставить 3 значащие цифры.

5. Относительная погрешность составляет:

$$\delta_x = 1,06\%$$

В промежуточном расчете также оставляем 3 значащие цифры.

6. По правилам ограничения количества значащих цифр:

- относительная погрешность составит: 1,1%;

- абсолютная погрешность составит: 0,23 у.е.;

- среднее значение измеряемой величины должно содержать те же разряды, что и арифметическая погрешность, т.е. составит:

21,28 у.е.

Тогда результат многократных измерений можно записать следующим образом:

$$x = (21,28 \pm 0,23) \text{ у.е.}; \quad \delta_x = 1,1 \%; \quad P = 0,95.$$

### **Вопросы для самопроверки и подготовки**

1. Что такое погрешность результата измерения?
2. Что такое прямые измерения?
3. Как классифицируются измерения по способу получения результата?
4. Как классифицируются измерения по числу измерений?
5. Как классифицируются измерения по характеристике точности?
6. Как классифицируются измерения по способу представления результатов измерений?
7. Как классифицируется погрешность измерения по способу выражения?
8. Как классифицируется погрешность измерения по причине и условиям возникновения?
9. Как классифицируется погрешность измерения по характеру изменений?
10. Какие Вам известны разновидности систематических погрешностей?
11. В чем заключаются правила представления результатов измерений?

### **Тест для самоконтроля**

1. Погрешностью измерения называется
  - а) оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения
  - б) оценка отклонения измеренного значения величины от её математического ожидания
  - в) завышенное значение измеряемой величины
  - г) оценка отклонения рассчитанного значения величины от её истинного значения
  - д) заниженное значение измеряемой величины
2. Непосредственные прямые измерения
  - а) Длина, давление, температура, промежутки времени;

- b) Расход по переменному перепаду давления;
- c) Объём, масса, плотность;
- d) Уровень, концентрация, ёмкость.

3. Погрешность измерения

- a) Разность показаний прибора в единицу времени
- b) Суммарное значение приведенной погрешности
- c) Отклонение результата от истинного значения измеряемой

величины

d) Погрешность средств измерений, используемых в нормальных условиях

4. Абсолютная погрешность измерительного прибора

- a) Сумма относительной и допустимой погрешности
- b) Разность между показанием прибора и истинным

значением величины

- c) Погрешность измерения, выраженная в единицу измерения
- d) Отношение погрешности прибора к нормирующему

значению

5. Прямые измерения это такие измерения, при которых:

a) искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью

b) применяется метод наиболее точного определения измеряемой величины

c) искомое значение физической величины определяют непосредственно путем сравнения с мерой этой величины

6. Определение прочности бетона на сжатие разрушающим методом – это

- a) прямые однократные измерения
- b) прямые измерения с многократными наблюдениями
- c) косвенные измерения
- d) совокупное измерение

7. Для определения прочности бетона ультразвуковым методом выполняют

- a) прямые однократные измерения
- b) совместные измерения
- c) косвенные измерения
- d) совокупное измерение

**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.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



**СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ.  
ФОРМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЙ**  
Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023



УДК 006.9(658.5)

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Сертификация продукции и услуг. Формы подтверждения соответствий:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 22 с.:– Библиогр.: с. 22.

Содержат сведения о целях, принципах и формах подтверждения соответствия. Рассмотрены основные положения по организации сертификации продукции и услуг и правила заполнения бланка сертификата соответствия. 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. 1,28. Уч.-изд. л. 1,16.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

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

### 1 Цель работы:

Изучить цели, принципы и формы подтверждения соответствия, а также основные теоретические положения по организации сертификации продукции и услуг в РФ и получить практические навыки организации процедур сертификации продукции и анализа сертификата соответствия на его годность.

### 2 Задание для самостоятельного выполнения

**Задание 1.** Укажите отличительные признаки двух форм обязательного подтверждения соответствия и оформите в виде таблицы 1.

Таблица 1

#### Отличительные признаки форм обязательного подтверждения соответствия

| Форма подтверждения | Субъект, осуществляющий процедуру | Объекты, в отношении которых предусмотрена процедура | Результат процедуры | Срок действия | Контроль соответствия объектов установленным требованиям |
|---------------------|-----------------------------------|--|---------------------|---------------|--|
|                     |                                   |  |                     |               |  |
|                     |                                   |  |                     |               |  |

**Задание 2.** Укажите отличительные признаки обязательной и добровольной сертификации и оформите в виде таблицы 2.

Таблица 2

#### Отличительные признаки обязательной и добровольной сертификации

| Характер сертификации | Основные цели проведения | Основание для проведения | Объекты | Сущность оценки соответствия | Нормативная база |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|------------------|
|                       |                          |                          |         |                              |                  |
|                       |                          |                          |         |                              |                  |

**Задание 3.** Запишите последовательность процедур сертификации продукции с указанием исполнителя соответствующей процедуры в виде в виде таблицы 3.

Таблица 3

## Последовательность процедур сертификации продукции

| № п/п | Процедура | Исполнитель |
|-------|-----------|-------------|
| 1     |           |             |
| 2     |           |             |
| ...   |           |             |

**Задание 4.** Проанализировать все позиции сертификата соответствия (СС), выданного преподавателем и ответить на следующие вопросы:

- в какой системе выдан сертификат?
- привести знак (логотип) системы сертификации;
- назвать орган по сертификации, выдавший сертификат соответствия;
- указать срок действия СС;
- на какую продукцию выдан сертификат?
- назвать изготовителя продукции;
- каким нормативным документам соответствует данная продукция?
- на основании каких документов выдан СС?
- указать характер системы сертификации;
- какую цель преследует данный сертификат?

На основании анализа позиций заданного СС написать вывод о его годности.

### 3 Краткие теоретические сведения

#### 3.1 Ключевые определения [2,4,5]

**Качество** – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности.

**Сертификация** – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров (процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям).

**Подтверждение соответствия** – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов,

процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

**Сертификат соответствия** – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

**Система сертификации** – совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом.

### **3.2 Цели подтверждения соответствия [11]**

Подтверждение соответствия осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, сводам правил, условиям договоров;
- содействия приобретателям, в том числе потребителям, в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

### **3.3 Принципы подтверждения соответствия [11]**

Подтверждение соответствия осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов

продукции в соответствующем техническом регламенте;

- уменьшения сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия разрабатывается и применяется равным образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок и (или) лиц, которые являются изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

### **3.4 Формы подтверждения соответствия [11]**

Подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный или обязательный характер.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии (далее – декларирование соответствия);
- обязательной сертификации.

Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия устанавливается Федеральным законом «О техническом регулировании».

### **3.5 Добровольное подтверждение соответствия [11]**

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение

соответствия может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, предварительным национальным стандартам, стандартам организаций, сводам правил, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования.

Орган по сертификации:

- осуществляет подтверждение соответствия объектов добровольного подтверждения соответствия;
- выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;
- предоставляет заявителям право на применение знака соответствия, если применение знака соответствия предусмотрено соответствующей системой добровольной сертификации;
- приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическим лицом и (или) индивидуальным предпринимателем или несколькими юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями.

Лицо или лица, создавшие систему добровольной сертификации, устанавливают перечень объектов, подлежащих сертификации, и их характеристик, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация, правила выполнения предусмотренных данной системой добровольной сертификации работ и порядок их оплаты, определяют участников данной системы добровольной сертификации. Системой добровольной сертификации может предусматриваться применение знака соответствия.

Система добровольной сертификации может быть зарегистрирована федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Для регистрации системы добровольной сертификации в

федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию представляются:

- свидетельство о государственной регистрации юридического лица и (или) индивидуального предпринимателя. В случае если указанный документ не представлен лицом или лицами, создавшими систему добровольной сертификации, по собственной инициативе, сведения, содержащиеся в нем, представляются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти по межведомственному запросу федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию;

- правила функционирования системы добровольной сертификации;

- изображение знака соответствия, применяемое в данной системе добровольной сертификации, если применение знака соответствия предусмотрено, и порядок применения знака соответствия;

- документ об оплате регистрации системы добровольной сертификации.

Регистрация системы добровольной сертификации осуществляется в течение пяти дней с момента представления документов в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию. Порядок регистрации системы добровольной сертификации и размер платы за регистрацию устанавливаются Правительством РФ. Плата за регистрацию системы добровольной сертификации подлежит зачислению в федеральный бюджет.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации допускается только в случае непредставления документов, отсутствия сведений о государственной регистрации юридического лица и (или) индивидуального предпринимателя или совпадения наименования системы и (или) изображения знака соответствия с наименованием системы и (или) изображением знака соответствия зарегистрированной ранее системы добровольной сертификации. Уведомление об отказе в регистрации системы добровольной сертификации направляется заявителю в течение трех дней со дня принятия решения об отказе в регистрации этой системы с указанием оснований для отказа.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации может быть обжалован в судебном порядке.

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр зарегистрированных систем добровольной сертификации, содержащий сведения о юридических лицах и (или) об индивидуальных предпринимателях, создавших системы добровольной сертификации, о правилах функционирования систем добровольной сертификации, знаках соответствия и порядке их применения. Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию должен обеспечить доступность сведений, содержащихся в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации, заинтересованным лицам.

Порядок ведения единого реестра зарегистрированных систем добровольной сертификации и порядок предоставления сведений, содержащихся в этом реестре, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

### **3.6 Обязательное подтверждение соответствия [11]**

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента.

Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории РФ.

Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом с учетом степени риска не достижения целей технических регламентов.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу и действуют на всей территории РФ в отношении каждой единицы продукции, выпускаемой в обращение на территории РФ во время действия декларации о соответствии или сертификата соответствия, в течение срока годности или срока службы продукции, установленных в соответствии с законодательством РФ.

Работы по обязательному подтверждению соответствия подлежат оплате на основании договора с заявителем. Стоимость работ по обязательному подтверждению соответствия продукции



определяется независимо от страны и (или) места ее происхождения, а также лиц, которые являются заявителями.

### **3.7 Декларирование соответствия [11]**

Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра) (далее – третья сторона).

При декларировании соответствия заявителем может быть зарегистрированное в соответствии с законодательством РФ на ее территории юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющиеся изготовителем или продавцом, либо выполняющие функции иностранного изготовителя на основании договора с ним в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям технических регламентов и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям технических регламентов (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя).

Круг заявителей устанавливается соответствующим техническим регламентом.

Схема декларирования соответствия с участием третьей стороны устанавливается в техническом регламенте в случае, если отсутствие третьей стороны приводит к не достижению целей подтверждения соответствия.

При декларировании соответствия заявитель на основании собственных доказательств самостоятельно формирует доказательственные материалы в целях подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента. В качестве доказательственных материалов используются техническая документация, результаты собственных исследований (испытаний) и измерений и (или) другие документы, послужившие основанием для подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента.

Техническая документация должна содержать:

- основные параметры и характеристики продукции, а также ее описание в целях оценки соответствия продукции требованиям технического регламента;

- описание мер по обеспечению безопасности продукции на одной или нескольких стадиях проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;

- список документов в области стандартизации, применяемых полностью или частично и включенных в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, и, если не применялись указанные документы в области стандартизации, описание решений, выбранных для реализации требований технического регламента. В случае, если документы в области стандартизации, включенные в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, применялись частично, в технической документации указываются применяемые разделы указанных документов.

Техническая документация также может содержать общее описание продукции, конструкторскую и технологическую документацию на продукцию, схемы компонентов, узлов, цепей, описания и пояснения, необходимые для понимания указанных схем, а также результаты выполненных проектных расчетов, проведенного контроля, иные документы, послужившие мотивированным основанием для подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента.

Техническая документация, используемая в качестве доказательственного материала, также может содержать анализ риска применения (использования) продукции. Состав доказательственных материалов определяется соответствующим техническим регламентом, состав указанной технической документации может уточняться соответствующим техническим регламентом.

При декларировании соответствия на основании собственных доказательств и полученных с участием третьей стороны

доказательств заявитель по своему выбору в дополнение к собственным доказательствам:

- включает в доказательственные материалы протоколы исследований (испытаний) и измерений, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории (центре);

- предоставляет сертификат системы менеджмента качества, в отношении которого предусматривается контроль (надзор) органа по сертификации, выдавшего данный сертификат, за объектом сертификации.

При декларировании соответствия заявитель, не применяющий документов в области стандартизации, включенных в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, может обратиться в орган по сертификации за заключением о соответствии его продукции требованиям технического регламента и на основании указанного заключения органа по сертификации, подготовленного по результатам проведенных исследований (испытаний), измерений типового образца выпускаемой продукции, технической документации на данную продукцию, принять декларацию о соответствии в установленном порядке.

Декларация о соответствии оформляется на русском языке и должна содержать:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя;
- информацию об объекте подтверждения соответствия, позволяющую идентифицировать этот объект;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого подтверждается продукция;
- указание на схему декларирования соответствия;
- заявление заявителя о безопасности продукции при ее использовании в соответствии с целевым назначением и принятии заявителем мер по обеспечению соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- сведения о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях, сертификате системы менеджмента качества, а также документах, послуживших основанием для подтверждения

соответствия продукции требованиям технических регламентов;

- срок действия декларации о соответствии;
- иные предусмотренные соответствующими техническими регламентами сведения.

Срок действия декларации о соответствии определяется техническим регламентом.

Форма декларации о соответствии утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Оформленная заявителем декларация о соответствии подлежит регистрации в электронной форме в едином реестре деклараций о соответствии в уведомительном порядке в течение трех дней со дня ее принятия.

Ведение единого реестра деклараций о соответствии осуществляет федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный Правительством РФ.

Порядок формирования и ведения единого реестра деклараций о соответствии и порядок регистрации деклараций о соответствии устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным Правительством РФ.

Декларация о соответствии и доказательственные материалы хранятся у заявителя в течение десяти лет со дня окончания срока действия такой декларации в случае, если иной срок их хранения не установлен техническим регламентом. Заявитель обязан представить декларацию о соответствии и доказательственные материалы по требованию федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

### **3.8 Обязательная сертификация [11]**

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации.

Сертификат соответствия включает в себя:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя продукции, прошедшей сертификацию;
- наименование и местонахождение органа по сертификации, выдавшего сертификат соответствия;
- информацию об объекте сертификации, позволяющую идентифицировать этот объект;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого проводилась сертификация;
- информацию о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях;
- информацию о документах, представленных заявителем в орган по сертификации в качестве доказательств соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- срок действия сертификата соответствия;
- информацию об использовании или о неиспользовании заявителем национальных стандартов, включенных в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента.

Сертификат соответствия выдается на серийно выпускаемую продукцию, на отдельно поставляемую партию продукции или на единственный экземпляр продукции.

Срок действия сертификата соответствия определяется соответствующим техническим регламентом и исчисляется со дня внесения сведений о сертификате соответствия в единый реестр сертификатов соответствия.

В случае, если в отношении впервые выпускаемой в обращение продукции отсутствуют или не могут быть применены документы в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, и такая продукция относится к виду, типу продукции, подлежащей обязательной сертификации, изготовитель (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) вправе осуществить декларирование ее соответствия на основании собственных доказательств. При декларировании

соответствия такой продукции изготовитель (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) указывает в декларации о соответствии, в сопроводительной документации и при маркировке такой продукции сведения о том, что обязательная сертификация такой продукции не осуществлялась.

В случае, если в отношении впервые выпускаемой в обращение продукции отсутствуют или не могут быть применены документы в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента, и такая продукция относится к виду, типу продукции, в отношении которой предусмотрено декларирование соответствия на основании доказательств, полученных с участием третьей стороны, изготовитель (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) вправе осуществить декларирование ее соответствия на основании собственных доказательств. При декларировании соответствия такой продукции изготовитель (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) указывает в декларации о соответствии, в сопроводительной документации и при маркировке такой продукции сведения об отсутствии у него доказательств, полученных с участием третьей стороны.

Особенности маркировки впервые выпускаемой в обращение продукции, в том числе знаком обращения на рынке, порядок информирования приобретателя, в том числе потребителя, о возможном вреде такой продукции и о факторах, от которых он зависит, определяются Правительством РФ.

### **3.9 Организация обязательной сертификации [11]**

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации, аккредитованным в соответствии с законодательством РФ.

Орган по сертификации:

- привлекает на договорной основе для проведения исследований (испытаний) и измерений аккредитованные испытательные лаборатории (центры);
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;

- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- информирует соответствующие органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов о продукции, поступившей на сертификацию, но не прошедшей ее;
- выдает сертификаты соответствия, приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия и информирует об этом федеральный орган исполнительной власти, организующий формирование и ведение единого реестра сертификатов соответствия, и органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов;
- обеспечивает предоставление заявителям информации о порядке проведения обязательной сертификации;
- определяет стоимость работ по сертификации, выполняемых в соответствии с договором с заявителем;
- в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом, принимает решение о продлении срока действия сертификата соответствия, в том числе по результатам проведенного контроля за сертифицированными объектами;
- осуществляет отбор образцов для целей сертификации и представляет их для проведения исследований (испытаний) и измерений в аккредитованные испытательные лаборатории (центры) или поручает осуществить такой отбор аккредитованным испытательным лабораториям (центрам);
- подготавливает заключение, на основании которого заявитель вправе принять декларацию о соответствии по результатам проведенных исследований (испытаний), измерений типовых образцов выпускаемой в обращение продукции и технической документации на данную продукцию.

Порядок формирования и ведения единого реестра сертификатов соответствия, порядок предоставления содержащихся в указанном реестре сведений и оплаты за их предоставление, а также федеральный орган исполнительной власти, организующий формирование и ведение указанного реестра, определяется Правительством РФ.

Порядок выдачи бланков сертификатов соответствия устанавливается Правительством РФ.

Аккредитованные испытательные лаборатории (центры) проводят исследования (испытания) и измерения продукции в пределах своей области аккредитации на условиях договоров с органами по сертификации. Органы по сертификации не вправе предоставлять аккредитованным испытательным лабораториям (центрам) сведения о заявителе.

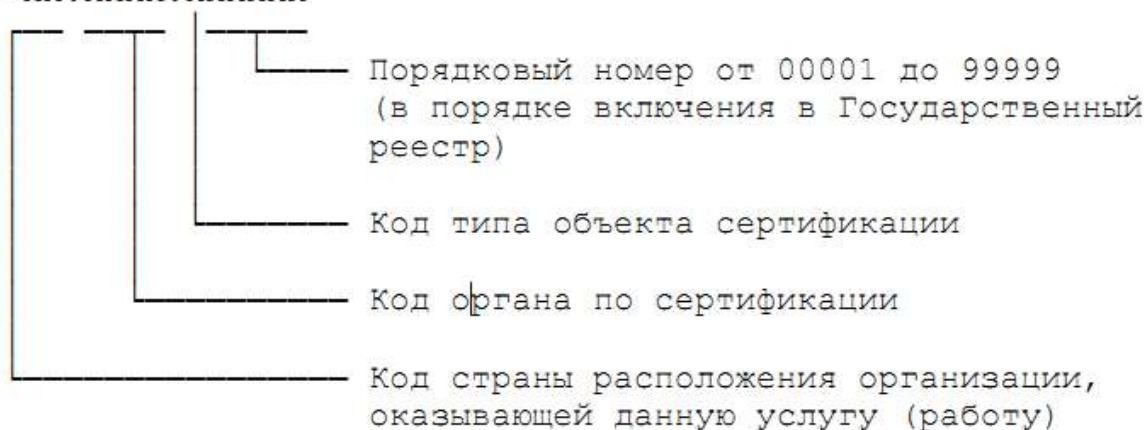
Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) оформляет результаты исследований (испытаний) и измерений соответствующими протоколами, на основании которых орган по сертификации принимает решение о выдаче или об отказе в выдаче сертификата соответствия. Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) обязана обеспечить достоверность результатов исследований (испытаний) и измерений.

### **3.10 Правила заполнения бланка сертификата соответствия**

Постановлением Государственного Комитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации от 5 августа 1997 года N 17 (с изменениями на 5 июля 2002 года) «О принятии и введении в действие Правил сертификации» установлены следующие правила заполнения бланка сертификата соответствия на услуги (работы) (с изменениями на 12 мая 2009 года).

Позиция 1 – регистрационный номер сертификата соответствия на услугу (работу) составляется следующим образом:

РОСС XX.XXXX.XXXXXX



Код типа объекта сертификации: М – услуга (работа), сертифицированная на соответствие требованиям нормативных документов.

Позиция 2 – срок действия сертификата устанавливается в



соответствии с правилами сертификации однородных услуг (работ).

Даты записываются следующим образом: число и месяц – двумя арабскими цифрами, разделенными точками, год – четырьмя арабскими цифрами. При этом первую дату проставляют по дате регистрации сертификата в Государственном реестре.

Позиция 3 – регистрационный номер органа по сертификации – по Государственному реестру, его наименование – в соответствии с аттестатом аккредитации (прописными буквами), адрес (строчными буквами) и телефон.

Позиция 4 – наименование группы (подгруппы, вида) услуги (работы) в соответствии с ОКПД 2 ОК 034-2014 (КПЕС 2008) (ОКПД 2 — Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности) прописными буквами.

Здесь же дается ссылка на имеющееся приложение записью «см. приложение». В приложении указывают наименования услуг (работ), на которые распространяется действие сертификата соответствия.

Позиция 5 – классификационная часть кода услуги (работы).

В случае выдачи сертификата на несколько наименований услуг (работ) в сертификате проставляется соответствующее количество кодов.

Позиция 6 – обозначение нормативных документов, на соответствие которым проведена сертификация, с указанием разделов и пунктов, содержащих подтверждаемые требования.

Позиция 7 – наименование, юридический (фактический) адрес, телефон, факс, код Общероссийского классификатора предприятий и организаций (ОКПО, номер регистрационного документа) организации-исполнителя или индивидуального предпринимателя.

Позиция 8 – документы, на основании которых орган по сертификации выдал сертификат, например:

– акт сертификационной проверки с указанием наименования услуги (работы), наименования проверяемой организации, даты и номера документа;

– акт оценки выполнения работ и оказания услуг (оценка мастерства, процесса, состояния производства, организации) с указанием даты и номера документа;

– протокол проверки (испытаний) результата услуги (работы)

с указанием наименования услуги (работы), даты выдачи и номера документа;

– сертификат системы качества с указанием его номера, даты выдачи, срока действия и наименования органа, выдавшего сертификат.

В позиции 8 следует указать также номер схемы сертификации (см. таблицу 1).

Позиция 9 – подпись, инициалы, фамилия руководителя органа, выдавшего сертификат, и эксперта, проводившего сертификацию, печать органа по сертификации.

Приложение к сертификату оформляют в соответствии с правилами заполнения аналогичных реквизитов в сертификате.

Сертификат и приложение к нему выполняют машинописным способом. Исправления, подчистки и поправки не допускаются.

Цвет бланка сертификата соответствия – бежевый.

### **Вопросы для самопроверки и подготовки**

1. В каких целях осуществляется подтверждение соответствия?

2. В каких формах осуществляется обязательное подтверждение соответствия?

3. По каким схемам осуществляется декларирование соответствия?

4. В какой форме осуществляется добровольное подтверждение соответствия?

5. В каких формах осуществляется обязательное подтверждение соответствия?

6. Какие основные нормативные документы устанавливающие порядок, требования и правила проведения процедуры сертификации?

7. Какие объекты подлежат обязательной сертификации?

8. В чем отличия добровольной и обязательной сертификации?

9. В чем отличия добровольного сертификата ГОСТ Р от обязательного сертификата соответствия ГОСТ Р?

10. Каков порядок добровольной сертификации продукции?

11. Что такое сертификация?

12. Что такое сертификат соответствия?





13. Что такое знак обращения на рынке?

14. Когда используется сертификат соответствия?
15. Когда используется знак обращения на рынке?
16. Какие органы составляют организационную основу сертификации?
17. В чем разница между декларированием и обязательным соответствием продукции?
18. В какие сроки проводится инспекционный контроль за сертифицированной продукцией?
19. Какова цель сертификации?
20. Какой статус имеет орган, проводящий подтверждение соответствия?
21. Каким законом устанавливаются основные положения, цели и принципы подтверждения соответствия при сертификации?

### **Тест для самоконтроля**

1. Форму и схему подтверждения соответствия выбирает:
  - а) заявитель;
  - б) заказчик;
  - в) орган по сертификации;
  - г) испытательная лаборатория.
2. Орган по сертификации рассматривает заявку на проведение сертификации и сообщает заявителю о своем решении не позднее \_\_\_\_\_ (цифра) дней.
3. Процедура аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий осуществляется в следующем порядке (укажите порядковый номер для всех вариантов ответов):
  - 1 – представление организацией-заявителем заявки и других документов на аккредитацию;
  - 2 – анализ заявочных документов в органе по аккредитации;
  - 3 – проведение экспертизы на месте;
  - 4 – анализ материалов экспертизы и принятие решения об аккредитации;
  - 5 – оформление и выдача аттестата аккредитации.
4. Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации не более чем на \_\_\_\_\_ (цифра) года (лет).

## 5. Установите соответствие

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Знак соответствия при обязательной сертификации                                       | А |  |
| 2 | Знак соответствия при добровольной сертификации                                       | Б |  |
| 3 | Единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза            | В |  |
| 4 | Знак обращения на рынке продукции соответствующей требованиям технических регламентов | Г |  |

6. Основная цель систем обязательной сертификации состоит

в...

- а) обеспечении безопасности жизнедеятельности
- б) повышении конкурентоспособности на внутреннем рынке
- в) содействии экспорту
- г) улучшении качества продукции и услуг

7. Укажите последовательность участников системы сертификации, начиная с заявителя.

- 1 – Органы сертификации.
- 2 – Испытательные лаборатории.
- 3 – Заявитель.
- 4 – Центральный орган сертификации.

8. Установите соответствие, указав направление стрелками

|        |  |  |
|--------|--|--|
| Этап 1 |  | Рассмотрение и принятие решения по заявке              |
| Этап 2 |  | Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией |
| Этап 3 |  | Отбор, идентификация образцов и их испытания           |
| Этап 4 |  | Подача заявки на сертификацию                          |
| Этап 5 |  | Выдача сертификата соответствия                        |

**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.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра дизайна и индустрии моды



### **ВИДЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, ВНЕДРЕНИЯ И ОТМЕНЫ СТАНДАРТОВ**

Методические указания по выполнению практической и  
самостоятельной работы

Курск 2023

УДК 006.3 (006.06)

Составители: С.В. Ходыревская

Рецензент

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

**Виды нормативных документов. Порядок разработки, внедрения и отмены стандартов:** методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы / Минобрнауки России, Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Ходыревская. – Курск, 2023. – 24 с.:– Библиогр.: с. 21.

Содержат сведения о нормативной документации по стандартизации, принципах деления стандартов по их видам и основных стадиях разработки нового стандарта. Рассмотрены виды и категории стандартов, объекты и области стандартизации, порядок разработки, внедрения и отмены стандартов, а также указатели и информационные системы поиска стандартов. 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. 1,4. Уч.-изд. л. 1,26.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

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

### 1 Цель работы:

Изучить нормативную документацию по стандартизации, принцип деления стандартов по их видам и основные стадии разработки нового стандарта.

Приобрести практические навыки работы со стандартами и определение по ним: видов и категорий стандартов; объекта и области стандартизации; основных положений стандарта; сферы применения стандарта, а также приобретение практических навыков работы с указателем «Национальные стандарты» и выявление по указателю признаков актуализации стандартов.

### 2 Задания для самостоятельного выполнения

**Задание 1.** Заполните таблицы 1 и 2 , используя основные теоретические сведения по теме работы.

Таблица 1

Характеристика стандартов разных категорий

| Аббревиатура | Полное название стандарта | Объекты стандарта | Разработчик стандарта | Пример стандарта |
|--------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|------------------|
| ГОСТ Р       |                           |                   |                       |                  |
| ОСТ          |                           |                   |                       |                  |
| СТО          |                           |                   |                       |                  |
| СТП          |                           |                   |                       |                  |

Таблица 2

Стадии разработки нового стандарта

| Этапы | Краткое описание данного этапа | Примечание |
|-------|--------------------------------|------------|
|       |                                |            |
|       |                                |            |
|       |                                |            |
|       |                                |            |

**Задание 2.** Используя официальный сайт национального органа по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (краткое наименование – Росстандарт), где приводится информация о действующих стандартах – <http://www.gost.ru/wps/portal/>, далее Информационные ресурсы по стандартизации, далее – Каталог стандартов с помощью



указателя «Национальные стандарты», осуществить поиск наименования стандарта по его обозначению, указанному для каждого варианта преподавателем.

На основе теоретического материала лекций и приобретенных знаний с использованием стандартов и комплекта указателей «Национальные стандарты», по которому осуществляется поиск кода ОКС стандарта, принятых к нему изменений, сведений о переиздании стандарта и т. д., заполнить таблицу 3, предварительно ознакомившись с двумя предложенными стандартами, и принять решение о возможности применения данных стандартов.

Если нет, то указать причину: стандарт либо отменен, либо переиздан, либо утратил силу на территории РФ, либо в стандарте нет всех принятых к нему изменений.

Таблица 3

Сводная таблица сведений о стандартах

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 1  | Обозначение стандарта                                 |  |  |
| 2  | Наименование стандарта                                |  |  |
| 3  | Индекс стандарта                                      |  |  |
| 4  | Регистрационный номер стандарта                       |  |  |
| 5  | Номер комплексной системы стандартов                  |  |  |
| 6  | Аббревиатура комплексной системы стандартов           |  |  |
| 7  | Способ применения стандарта                           |  |  |
| 8  | Код ОКС стандарта                                     |  |  |
| 9  | Категория стандарта                                   |  |  |
| 10 | Вид стандарта   |  |  |
| 11 | Объект стандартизации                                 |  |  |
| 12 | Область стандартизации                                |  |  |
| 13 | Сфера применения стандарта                            |  |  |
| 14 | Основные положения стандарта                          |  |  |
| 15 | Изменения, принятые к данному стандарту               |  |  |
| 16 | Вывод: можно ли использовать в работе данный стандарт |  |  |

### **3 Краткие теоретические сведения**

#### **3.1 Основные понятия и термины в области стандартизации**

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании».

**Стандартизация** – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Результатом деятельности в области стандартизации является разработка нормативного документа.

**Нормативный документ** – Документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

К нормативным документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации:

а) в соответствии со ст. 13 ФЗ «О техническом регулировании», относятся:

- 1) национальные стандарты;
- 2) правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- 3) применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;

- 4) своды правил;
  - 5) стандарты организаций;
- б) в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 на территории РФ действуют:

6) технические условия.

**Стандарт** – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать правила и методы исследований

(испытаний) и измерений, правила отбора образцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Стандарт, утвержденный национальным органом по стандартизации, называется **национальным стандартом (ГОСТ Р)**.

Национальный орган по стандартизации в РФ – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

**Правила (ПР) стандартизации** – нормативный документ (НД), устанавливающий обязательные для применения организационно-методические положения, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающего национального стандарта и определяют порядок и методы выполнения работ по стандартизации.

Пример обозначения правил заполнения и представления каталожных листов продукции: ПР 50-718.

**Норма (Н)** – положение, устанавливающее количественные или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены.

Обозначение норм: Нормы 35-01, НРБ – 96.

Правила и нормы, разрабатываемые федеральными органами исполнительной власти, могут быть объединены в один документ, например строительные нормы и правила – СНиП, санитарные правила и нормы – СанПиН.

**Рекомендации (Р)** – нормативный документ, содержащий добровольные для применения организационно-методические положения, которые касаются проведения работ по стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации, которые целесообразно предварительно проверить на практике до их установления в основополагающем национальном стандарте или соответствующих правилах, например Р 50.1.44-2003 «Рекомендации по разработке технических регламентов».

**Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации** – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другими) и являющиеся обязательными для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене

информацией.

Создание Общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации – главный результат работ по единой системе классификации и кодированию.

Классификация – это разделение множества объектов на классификационные группировки по сходству или различию на основе определенных признаков в соответствии с принятыми правилами.

Кодирование – это образование и присвоение по определенным правилам кодов объекту или группе объектов, позволяющих заменить несколькими знаками наименования этих объектов.

Примерами ранее разработанных и наиболее часто применяемых, объектов являются общероссийский классификатор продукции (ОКП) – ОК 005, общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов (ОК ЕСКД) – ОК 012. Разработка ОК охватывает все социально-экономические сферы деятельности, например:

- Общероссийский классификатор валют – ОК (МК (ИСО 4217) 003) 014;
- Общероссийский классификатор гидроэнергетических ресурсов – ОК 030;
- Общероссийский классификатор полезных ископаемых и подземных вод – ОК 032;
- Общероссийский классификатор специальностей по образованию – ОК 009.

**Свод правил (СП)** – документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе. Пример: свод правил по проектированию и строительству СП 23 –101–2000 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Участники работ по стандартизации, а также национальные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, правила их разработки и

применения, правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации, своды правил образуют национальную систему стандартизации.

**Стандарт организации (СТО)** – стандарт, утвержденный и применяемый организацией для целей стандартизации, а также для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

В соответствии с ГОСТ Р 1.4, ГОСТ Р ИСО 9000 организация: группа работников и необходимых средств с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений.

Примеры: компания, корпорация, фирма, предприятие, учреждение, благотворительная организация, предприятие розничной торговли, ассоциация, а также их подразделения или комбинация из них. Организация может быть государственной или частной.

**Технические условия (ТУ)** – документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования.

К НД относятся те ТУ, на которые делаются ссылки в договорах на поставляемую продукцию (оказываемые услуги). Пример обозначения технических условий – ТУ 4859-184-00165600-96.

### **3.2 Категории стандартов**

Весь фонд стандартов, действующих на территории РФ, включает следующие категории:

- национальные стандарты РФ (индекс стандартов ГОСТ Р);
- межгосударственные стандарты (индекс стандартов ГОСТ);
- международные (индекс стандартов ИСО, МЭК, МСЭ) и региональные (индекс стандартов ЕС) стандарты;
- стандарты организаций.

**Межгосударственный стандарт** – региональный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации и доступный большому кругу пользователей.

В Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации входят 12 стран бывшего СССР, кроме стран Прибалтики.

**Международный стандарт** – стандарт, принятый международной организацией по стандартизации и доступный широкому кругу пользователей.

Международные и региональные организации:

ИСО – международная организация по стандартизации (индекс стандартов ИСО);

МЭК – международная электротехническая комиссия, сфера деятельности которой связана с электротехникой и электроникой (индекс стандартов МЭК);

МСЭ – международный союз электросвязи (индекс стандартов МСЭ);

ЕС – Европейский союз (индекс стандартов ЕС).

### **3.3 Виды стандартов**

Вид стандарта – характеристика, определяющаяся его содержанием в зависимости от объекта стандартизации.

В зависимости от назначения и содержания ГОСТ Р 1.0 установил следующие основные виды стандартов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на продукцию;
- стандарты на услугу;
- стандарты на процессы (работы);
- стандарты на методы контроля.

В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 1.1 дополнительно могут разрабатываться:

- стандарты на совместимость;
- стандарты на номенклатуру показателей.

**Основополагающий стандарт** – стандарт (нормативный документ), имеющий широкую область распространения или содержащий общие положения для определенной области.

Основополагающие стандарты устанавливают общие организационно-методические положения для определенной области деятельности или общетехнические требования и правила, обеспечивающие взаимопонимание, техническое единство и

взаимосвязь различных областей науки, техники и производства и не противоречащие законодательству.

Основополагающий стандарт может применяться непосредственно в качестве стандарта или служить основой для разработки других стандартов или иных нормативных или технических документов.

Примером основополагающих стандартов могут быть нормативные документы по организации национальной системы стандартизации в Российской Федерации, комплексные стандарты ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, ГСИ и т. д.

**Стандарт на термины и определения** – стандарт, устанавливающий термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия, используемые в стандартизации и смежных видах деятельности.

**Стандарт на продукции** – стандарт, устанавливающий требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, которым должна удовлетворять продукция или группа однородной продукции, с тем чтобы обеспечить ее соответствие своему назначению.

Стандарт на продукцию может включать, кроме требований соответствия назначению, классификацию, конструктивные требования, типы, основные параметры или размеры, требования по безопасности и экологии, порядок приемки, методы контроля, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, а иногда и технологические или эксплуатационные требования.

**Стандарт на услугу.** Стандарты на услуги устанавливают требования и методы контроля для групп однородных услуг или для одной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

Стандарты на услуги включают бытовое обслуживание населения, общественное питание, туристско-экскурсионное обслуживание, социально-культурные услуги, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, автосервис, связь, страхование, банковское дело, торговлю, научно-техническое и

информационно-рекламное обслуживание и прочие сферы деятельности.

**Стандарт на процесс.** Стандарты на процессы (работы), устанавливают требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

**Стандарт на методы контроля (испытаний, измерений).** Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала.

**Стандарт на совместимость** – стандарт, устанавливающий требования, которые касаются совместимости различных объектов стандартизации.

**Стандарт на номенклатуру показателей** – стандарт, содержащий перечень показателей, для которых значения или характеристики должны быть указаны при установлении требований к продукции, процессу или услуге в других нормативных или технических документах.

### **3.4 Область и объект стандартизации**

Объект стандартизации – продукция, процесс или услуга, подлежащие стандартизации.

Под объектом стандартизации в широком смысле понимают продукцию, процесс или услугу, которые в равной степени относятся к любому материалу, компоненту, оборудованию, системе, их совместимости, правилу, процедуре, функции, методу или деятельности.

Стандартизация может ограничиваться определенными аспектами любого объекта. Например, применительно к обуви – размеры и критерии прочности.

Аспект стандартизации – краткое выражение обобщенного содержания устанавливаемых стандартом положений. Аспект стандартизации указывают в наименовании стандарта в виде подзаголовка.



Область стандартизации – совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Областью стандартизации можно считать, например, машиностроение, нефтепродукты, горнодобывающее оборудование, средства вычислительной техники, транспорт, электроника, величины и единицы величин и т. д.

### **3.5 Порядок разработки, внедрения и отмены стандартов**

Работа технического комитета начинается со сбора *заявок на разработку* стандарта.

В заявке обязательно должна быть обоснована необходимость разработки нормативного документа, не исключено также приложение к ней уже разработанного заявителем проекта стандарта.

Дальнейшая работа включает следующие этапы:

- составление технического задания (организацией-разработчиком или ТК),
- разработку проекта стандарта,
- представление окончательного варианта проекта в Росстандарт РФ для принятия,
- обновления стандарта,
- пересмотр и отмену стандарта.

*В техническом задании* определяют:

- ✓ сроки выполнения каждой стадии;
- ✓ содержание и структуру будущего стандарта, и перечень требований к объекту стандартизации;
- ✓ список заинтересованных потенциальных потребителей этого стандарта (государственные органы, предприятия, фирмы и т.п.).

*Разработка проекта* проходит две стадии. Вначале создается первая редакция.

Вначале создается первая редакция. Основные требования к первой редакции касаются соответствия проекта законодательству России, международным правилам и нормам, а также национальным стандарта зарубежных стран при условии прогрессивности этих документов и более высокого научно-технического уровня.

Важный момент на этой стадии – определение патентной чистоты объекта стандартизации, для чего необходимы

соответствующие исследования и надлежащее информационное обеспечение.

Проект в первой редакции, составленный подкомитетом и рабочей группой, члены ТК должны рассматривать либо на специальном заседании, либо путем переписки, чтобы удостовериться в его соответствии условиям договора на разработку стандарта, требованиям российского законодательства и положениям Государственной системы стандартизации. После этого проект рассылается на отзыв заказчикам стандарта и выявленным ранее заинтересованным организациям.

Вторая стадия разработки заключается в анализе полученных отзывов, составлении окончательной редакции проекта нормативного документа и подготовке его к принятию. Окончательная редакция должна быть рассмотрена членами ТК, органами государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований стандарта, научно-исследовательскими.

Если с окончательной редакцией проекта согласны не менее двух третей членов ТК, то документ считается одобренным и рекомендуется для принятия. Проект стандарта должен быть направлен в Росстандарт РФ, а также и заказчику нормативного документа.

*Принятие стандарта* осуществляет Росстандарт РФ на основании Закона и ГОСТ 1.5-2001 «МСС. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению». Стандарт принимается консенсусом, после чего устанавливается дата его введения в действие. Срок действия стандарта, как правило, не определяется.

Далее принятый стандарт подлежит регистрации, информация о нем публикуется в ежемесячном Информационном указателе.

При необходимости *обновления стандарта* ТК разрабатывает проект изменения, проект пересмотренного стандарта или предложения по отмене действующего нормативного документа и вносит предложение в Росстандарт РФ.

*Пересмотр* государственного стандарта по существу является разработкой нового взамен действующего. Необходимость

пересмотра возникает в том случае, если вносимые изменения связаны со значительной корректировкой основных показателей качества продукции и затрагивает ее совместимость и взаимозаменяемость.

*Отмена стандарта* может осуществляться как с заменой его новым, так и без замены. Причиной, как правило, служит прекращение выпуска продукции (оказания услуг), которая производилась по данному нормативному документу, либо принятие нового стандарта.

Решение о внесении изменений, пересмотре или отмене стандарта отрасли принимает орган государственного управления, утвердивший данный нормативный документ.

Отмена стандарта отрасли обычно связана либо со снятием продукции с производства, либо с введением в действие государственного стандарта на тот же объект стандартизации с такими же или более высокими требованиями и нормами.

Обновление или отмена стандарта предприятия осуществляется по решению руководства самого субъекта хозяйственной деятельности, принявшего этот стандарт.

Стандарты научно-технических обществ, общественных объединений пересматривают с целью внесения в них новых результатов научных исследований или производственных достижений, связанных с внедрением изобретений и научных открытий. Отмена этой категории нормативных документов связана с моральным устареванием объекта стандартизации.

### **3.6 Комплексные системы стандартов**

Комплексные системы стандартов – это результат комплексной стандартизации.

**Комплекс (система) стандартов** – совокупность взаимоувязанных стандартов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимоувязанным объектам стандартизации.

Комплексные системы стандартов направлены на решение народно-хозяйственных задач, обеспечивающих повышение эффективности производства высококачественной продукции, в частности на упорядочение конструкторской и технологической документации, на упорядочение документации в сферах обращения

продукции, на обеспечение единства измерений, безопасности, охраны окружающей среды и т. д.

В каждую систему входит несколько десятков общетехнических стандартов, охватывающих все стадии жизненного цикла изделий: исследование и проектирование, подготовку производства, производство, эксплуатацию и ремонт.

Каждой комплексной системе стандартов присвоен свой номер – одна или две цифры, отделенные точкой в регистрационном номере, и свое наименование, которое приводится на обложке стандарта первой строкой. Некоторые наименования комплексных систем стандартов имеют аббревиатуру, например, Единая система конструкторской документации имеет аббревиатуру ЕСКД.

Федеральное агентство по техническому регулированию проводит работу по совершенствованию и упорядочению комплексных систем стандартов.

В настоящее время действуют комплексные системы стандартов, приведенные в таблице 4.

### **3.7 Обозначение национальных стандартов**

Обозначение национального стандарта РФ и межгосударственного стандарта состоит из индекса «ГОСТ Р» или «ГОСТ» соответственно, регистрационного номера и отделенных тире двух последних цифр или всех четырех цифр (с 2000) года утверждения стандарта, например, ГОСТ Р 50037–98, ГОСТ Р 50628-2000, ГОСТ 2836-87.

В обозначении стандарта, входящего в комплексную систему (комплекс) стандартов, первые одна или две цифры с точкой в его регистрационном номере определяют номер комплексной системы стандартов. Например, ГОСТ Р 2.001-93 – цифра 2, отделенная точкой в регистрационном номере 2.001, определяет принадлежность данного стандарта к комплексной системе стандартов, которая имеет аббревиатуру «ЕСКД», и называется «Единая система конструкторской документации».

По мере принятия технических регламентов и оставления за национальными стандартами функций доказательной базы, количество общетехнических систем и комплексов будет сокращаться, а их состав и содержание – изменяться.

Таблица 4

## Комплексные системы стандартов

| Номер комплексной системы стандартов | Аббревиатура комплексной системы стандартов | Название комплексной системы   | Индексы стандартов, входящих в комплексную систему |
|--------------------------------------|---|--|--|
| 1                                    | -   | Стандартизация в Российской Федерации                                | ГОСТ Р   |
| 2                                    | ЕСКД  | Единая система конструкторской документации                          | ГОСТ   |
| 3                                    | ЕСТД  | Единая система технологической документации                          | ГОСТ   |
| 6                                    |   | Унифицированная система документации                                 | ГОСТ   |
| 7                                    | СИБИД                                       | Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу | ГОСТ   |
| 8                                    | ГСИ   | Государственная система обеспечения единства измерений               | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 9                                    | ЕСЗКС                                       | Единая система защиты от коррозии и старения                         | ГОСТ   |
| 12                                   | ССБТ  | Система стандартов безопасности труда                                | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 13                                   | -   | Репрография  | ГОСТ Р   |
| 14                                   | -   | Экологический менеджмент   | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 15                                   | СРПП  | Система разработки и постановки продукции на производство            | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 17                                   | -   | Охрана природы   | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 18                                   | -   | Технологии авиатопливообеспечения                                    | ГОСТ   |
| 19                                   | ЕСПД  | Единая система программной документации                              | ГОСТ   |
| 21                                   | СПДС  | Система проектной документации по строительству                      | ГОСТ Р   |
| 22                                   | -   | Безопасность в чрезвычайных ситуациях                                | ГОСТ Р   |
| 23                                   | -   | Обеспечение износостойкости изделий                                  | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 24                                   | -   | Автоматизированные системы управления дорожным движением             | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 27                                   | -   | Надежность в технике   | ГОСТ   |
| 28                                   | -   | Система технического обслуживания и ремонта техники                  | ГОСТ   |
| 30                                   | -   | Система стандартов эргономики и технической эстетики                 | ГОСТ, ГОСТ Р                                       |
| 33                                   |   | Единый российский страховой фонд документации                        | ГОСТ Р   |
| 34                                   | -   | Информационная технология  | ГОСТ Р   |
| 40                                   | -   | Система сертификации ГОСТ Р  | ГОСТ Р   |
| 43                                   | -   | Информационное обеспечение техники и операторской деятельности       | ГОСТ Р   |

Среди всех комплексных систем особое место занимают системы стандартов ЕСКД и ЕСТД, тесно связанные между собой и определяющие требования к основной технической документации всего народного хозяйства и особенно для машиностроения.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст (без изменений и дополнений) соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке (идентичный стандарт), состоит из индекса «ГОСТ Р», обозначения соответствующего международного (регионального) стандарта (без указания года его принятия) и отделенного от него тире года утверждения национального стандарта РФ, например, ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2-2000.

Данный способ применения международного стандарта называют «методом обложки» или прямое применение международного стандарта.

Обозначение национальных стандартов РФ, имеющих аутентичный текст соответствующих международных, региональных или национальных стандартов других стран на русском языке с изменениями или дополнительными требованиями, отражающими специфику потребностей национальной экономики (модифицированный стандарт), состоит из обозначения национального стандарта и приведенного ниже в скобках обозначения примененного международного (регионального) стандарта, например,

1) ГОСТ Р 51885-2002

2) ГОСТ Р 52377-2004

(ИСО 7000: 1990)

(МЭК 60634: 1998)

Данный способ применения международного стандарта называют косвенное применение международного стандарта или применение с изменениями.

### **3.8 Указатель «Национальные стандарты»**

Информацию о действующих национальных стандартах, сроках их действия, изменениях к ним пользователи получают через годовые и ежемесячные информационные указатели «Национальные стандарты Российской Федерации».

Ежегодный указатель «Национальные стандарты» выходил до 2005 года в четырех томах, с 2005 года выходит в трех томах,

составленный по кодам Общероссийского классификатора стандартов ОК (МК (ИСО/ИНФКО МКС) 001) 001, который входит в состав единой системы классифицирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК) Российской Федерации. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС) гармонизирован с Международным классификатором стандартов (МКС) и Межгосударственным классификатором стандартов.

Все действующие стандарты на текущий год размещены в 1, 2, 3 томах указателя «Национальные стандарты» по кодам ОКС с указанием обозначений и наименований стандартов. Обозначения стандартов внутри кодов расположены по порядку возрастания обозначений в последовательности: ГОСТ, ГОСТ Р, РСТ РСФСР. В 3 томе приведен перечень действующих на текущий год Общероссийских классификаторов и алфавитно-предметный указатель. Алфавитно-предметный указатель построен по ключевым словам, выбранным из наименований позиций ОКС, с указанием кодов Общероссийского классификатора стандартов.

Весь перечень действующих на текущий год стандартов в порядке возрастания их номеров приведен в 3 томе. В нем для каждого стандарта указаны код ОКС, группа стандарта, к которой относится стандарт. В графе «Для отметок» соответственно для этих стандартов могут быть указаны или сроки прекращения действия стандартов, или сроки введения вновь изданных опережающих стандартов, или в скобках указывается номер изменения, номер и год информационного указателя, в котором оно опубликовано.

Примеры:

- |                  |           |     |               |
|------------------|-----------|-----|---------------|
| 1. Р 50008-92    | 33.100.20 | Э02 | до 01.02.2002 |
| 2. Р 12.4.201-99 | 59.080.40 | Л69 | с 01.01.2003  |
| 3. 855-74        | 73.080    | А57 | (1-Х-79)      |

Если стандарт введен взамен другого, то указывается, взамен какого документа он введен или в какой части его заменяет.

Дается информация в виде сноски в случае, если стандарт:

- утратил силу на территории Российской Федерации;
- принят в качестве межгосударственного стандарта;
- действует только на территории Российской Федерации.

В указателе у стандартов индекс стандарта «ГОСТ» не проставляется.

### **3.9 Информационно-поисковые системы**

Для поиска стандартов можно использовать информационно-поисковую систему «Кодекс», которая содержит актуализируемые электронные версии действующих на территории РФ нормативных документов.

Также можно использовать официальный сайт национального органа по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (краткое наименование – Росстандарт), где приводится информация о действующих стандартах – <http://www.gost.ru/wps/portal/>, далее Информационные ресурсы по стандартизации, далее – Каталог стандартов.

#### **Вопросы для самопроверки и подготовки**

1. Какие документы охватывает понятие «нормативный документ»?
2. Прерогативой каких документов является установление обязательных требований?
3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?
4. Чем отличаются правила по стандартизации от рекомендаций по стандартизации? Приведите пример того и другого документа.
5. Что такое вид стандарта? Перечислите основные виды стандартов.
6. Что такое основополагающий стандарт? Приведите примеры организационно-методических и общетехнических стандартов.
7. Какие требования предъявляются к стандартам на методы контроля?
8. В каком источнике содержится информация о действующих национальных стандартах РФ?
9. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000 – 2015 (судя по обозначению)?
10. Какой вариант применения международного стандарта в РФ реализован в стандарте ГОСТ Р 51294.9 – 2002 (ИСО/МЭК 15438 – 2001)?
11. Какой основной документ является результатом работ по Единой системе классификации и кодирования технико-



экономической информации?

12. В каких случаях технические условия выполняют роль технических документов и нормативных документов?

13. Какую информацию получает пользователь из указателя «Национальные стандарты»?

14. Какие на ваш взгляд методы и принципы стандартизации применены при разработке и составлении указателя «Национальные стандарты»?

### Тест для самоконтроля

1. Стандарт, устанавливающий требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции (услуги) – это

а) стандарт на процессы; б) стандарт на термины; в) стандарт на методы контроля.

2. Документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и описание процессов проектирования, производства, монтажа, утилизации продукции и который применяется на добровольной основе это \_\_\_\_\_

3. Укажите правильный порядок обозначения ГОСТа из системы ЕСКД.

1 – Год утверждения стандарта.

2 – Порядковый номер в группе.

3 – Номер группы.

4 – Класс.

4. Установите соответствие

1) Национальный стандарт

а) ISO 19139: 2007

2) Международный стандарт

б) ГОСТ Р 34.10-2001

3) Стандарт организации

в) ПР 18.003–2020

4) Рекомендации

г) ТУ 5830-067-09764868-

5) Правила

д) Р 510-83

6) Технические условия

е) СТО СМК 07-2004

5. Название международной организации, занимающейся выпуском стандартов.

а) ISO; б) ИЕС; в) ЕАС; г) ВТО

6. Нормативный документ на конкретную продукцию, утвержденный предприятием разработчиком по согласованию с предприятием заказчиком это \_\_\_\_\_ .

7. Установите последовательность работ по разработке стандартов.

- 1 – Уведомление о разработке стандартов.
- 2 – Публичное обсуждение проекта.
- 3 – Экспертиза технического комитета.
- 4 – Публикация стандарта.
- 5 – Утверждение стандарта.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.

2. 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.

3. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник и практикум для вузов / И. М. Лифиц. — 15-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 462 с.

4. ГОСТ 1.0-2015 Межгосударственная система стандартизации. Основные положения.

5. ГОСТ 1.1-2002 Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.

6. ГОСТ 1.2-2015 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены.

7. ГОСТ 1.3-2014 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные. Правила разработки на основе международных и региональных стандартов.

8. ГОСТ 1.4-2015 Межгосударственная система стандартизации. Межгосударственные технические комитеты по

стандартизации. Правила создания и деятельности.

9. ГОСТ 1.5-2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.

10. ГОСТ 1.6-2019 Межгосударственная система стандартизации. Программа межгосударственной стандартизации. Правила формирования, принятия, внесения изменений и осуществления мониторинга реализации.

11. ГОСТ Р 57564-2017 Организация и проведение работ по международной стандартизации в Российской Федерации.

12. ГОСТ Р 1.1-2020 Стандартизация в Российской Федерации. Технические комитеты по стандартизации и проектные технические комитеты по стандартизации. Правила создания и деятельности.

13. ГОСТ Р 1.2-2020 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены.

14. ГОСТ Р 1.3-2018 Стандартизация в Российской Федерации. Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению.

15. ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

16. ГОСТ Р 1.5-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

17. ГОСТ Р 1.6-2013 Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы.

18. ГОСТ Р 1.7-2014 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила оформления и обозначения при разработке на основе применения международных.

19. ГОСТ Р 1.8-2011 Стандартизация в Российской Федерации.

Федерации. Стандарты межгосударственные. Правила проведения в Российской Федерации работ по разработке, применению, обновлению и прекращению.

20. ГОСТ Р 1.9-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения.

21. ГОСТ Р 1.10-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены.

22. ГОСТ Р 1.12-2020 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

23. ГОСТ Р 1.13-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Уведомления о проектах документов в области стандартизации. Общие требования.

24. ГОСТ Р 1.14-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Программа национальной стандартизации. Требования к структуре, правила формирования, утверждения и контроля за реализацией.

25. ГОСТ Р 1.15-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Службы стандартизации в организациях. Правила создания и функционирования.

26. ГОСТ Р 1.16-2011 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные предварительные. Правила разработки, утверждения, применения и отмены.

27. ГОСТ Р 1.17-2017 Стандартизация в Российской Федерации. Эксперт по стандартизации. Общие требования.

28. ГОСТ Р 1.18-2018 Стандартизация в Российской Федерации. Реестр технических условий. Правила формирования, ведения и получения информации.

29. Р 50.1.004-2011 Подготовка межгосударственных стандартов для принятия и применения в Российской Федерации в качестве национальных стандартов.

30. Р 50.1.039-2002 Разработка, обновление и отмена правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и каталогизации.

31. Р 50.1.057-2006 Комплектование, хранение, ведение и

учет документов Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов и порядок предоставления пользователям информационной продукции и услуг. Основные положения.

32. Р 50.1.075-2011 Разработка стандартов на термины и определения.

33. ПР 50.1.025-2007 Методика формирования перечня национальных стандартов и (или) сводов правил, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента.

34. ПР 50.1.074-2004 Подготовка проектов национальных стандартов Российской Федерации и проектов изменений к ним к утверждению, регистрации и опубликованию. Внесение поправок в стандарты и подготовка документов для их отмены.

35. ПМГ 03-2016 Порядок регистрации, издания и обеспечения документами по межгосударственной стандартизации.

36. ПМГ 04-94 Порядок распространения межгосударственных стандартов и нормативной документации Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации