

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра управления в технических системах



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТРОЛОГИЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

**Б1.Б.17**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**27.03.04 Управление в технических системах**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Управление и информатика в технических системах**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах от 20.10.2015 г № 1171 и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» от 01.04.2019 г № 196 для заочной формы обучения набора 2019 года

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	8
4.3 Лабораторные работы.....	27
4.4 Семинары / практические занятия.....	27
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	27
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>29</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>29</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>29</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ .....	30
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>42</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>42</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>43</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>47</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>48</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>49</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускников в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Формирование знаний и умений, необходимых для проведения экспериментов на действующих объектах по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств, а также использования нормативных документов в своей деятельности.

## Задачи дисциплины

Приобретение навыков и умений использования существующих видов и методов измерения физических величин, методов определения и нормирования основных метрологических характеристик типовых средств измерений.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	<b>знать:</b> теоретические основы метрологии, основы метрологического обеспечения; законодательство РФ об обеспечении единства измерений; основы сертификации и стандартизации; <b>уметь:</b> измерять параметры объектов с помощью типовых средств измерений, производить обработку экспериментальных данных и оценивать погрешности измерений <b>владеть:</b> основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений;
ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<b>знать:</b> принципы действия и устройство измерительной аппаратуры <b>уметь:</b> измерять физические величины и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств <b>владеть:</b> основными методами измерений и обработки результатов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.17 Метрология и измерительная техника относится к базовой части.

Дисциплина Метрология и измерительная техника базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Б1.Б.06 Физика, Б1.Б.10 Электротехника и электроника, Б1.В.08 Технические измерения.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Метрология и измерительная техника представляет основу для изучения дисциплин: Б1.Б.16 Технические средства автоматизации и управления, Б1.В.ДВ.10.01 Автоматизация технологических процессов и производств, Б1.В.ДВ.11.01 Проектирование автоматизированных систем.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	180	90	36	36	18	90	-	Экзамен
Заочная	4	-	180	24	6	12	6	156	-	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	180	16	6	6	4	164	-	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	90	12	90
Лекции (Лк)	36	4	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	4	36
Практические занятия (ПЗ)	18	4	18
Групповые (индивидуальные) консультации	+		+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	63	-	63
Подготовка к лабораторным работам	21	-	21
Подготовка к практическим занятиям	21		21
Подготовка к экзамену в течение семестра	21	-	21
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	180	-	180
зач. ед.	5	-	5

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Теоретические основы метрологии</b>	<b>59</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>16</b>
1.1.	Физические свойства, величины и шкалы.	6	1	2	1	2
1.2.	Международная система единиц.	6	1	2	1	2
1.3.	Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.	6	1	2	1	2
1.4.	Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений.	9	2	4	1	2
1.5.	Погрешности измерений и СИ.	9	2	4	1	2
1.6.	Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ.	9	2	4	1	2
1.7.	Метрологические характеристики СИ.	7	2	2	1	2
1.8.	Выбор СИ. Общие положения.	7	2	2	1	2
<b>2.</b>	<b>Основы метрологического обеспечения измерений.</b>	<b>46</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>15</b>
2.1.	Основы метрологического обеспечения.	11	3	4	1	3
2.2.	Законодательство РФ об обеспечении единства измерений	13	3	4	-	6
2.3.	Структура и функции метрологической службы.	6	2	-	1	3
2.4.	Поверка и калибровка СИ.	16	3	6	4	3
<b>3.</b>	<b>Основы стандартизации</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
3.1.	Стандартизация - основные понятия и определения.	5	2	-	-	4
3.2.	Нормативные документы	7	1	-	1	4
3.3.	Цели и задачи стандартизации	5	1	-	-	4
3.4.	Методы стандартизации	7	2	-	1	4
<b>4.</b>	<b>Основы сертификации</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
4.1.	Основные цели сертификации	7	2	-	-	5
4.2.	Обязательная и добровольная сертификация	8	2	-	1	5
4.3.	Стадии сертификации.	9	2	-	1	6
	<b>ИТОГО</b>	<b>153</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>63</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Теоретические основы метрологии</b>	<b>53</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>38</b>
1.1.	Физические свойства, величины и шкалы.	5	-	-	-	5
1.2.	Международная система единиц.	4	-	-	-	4
1.3.	Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.	5	-	-	-	5
1.4.	Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений.	8	1	2	-	5
1.5.	Погрешности измерений и СИ.	9	1	2	1	5
1.6.	Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ.	9	1	2	1	5
1.7.	Метрологические характеристики СИ.	9	1	2	1	5
1.8.	Выбор СИ. Общие положения.	4	-	-	-	4
<b>2.</b>	<b>Основы метрологического обеспечения измерений.</b>	<b>44</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>37</b>
2.1.	Основы метрологического обеспечения.	10	1	-	-	9
2.2.	Законодательство РФ об обеспечении единства измерений	10	-	-	-	10
2.3.	Структура и функции метрологической службы.	9	-	-	-	9
2.4.	Поверка и калибровка СИ.	15	1	4	1	9
<b>3.</b>	<b>Основы стандартизации</b>	<b>37</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>Основы сертификации</b>	<b>37</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>171</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>147</b>

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Теоретические основы метрологии</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>13</b>
1.1.	Физические свойства, величины и шкалы.	1	-	-	-	1
1.2.	Международная система единиц.	1	-	-	-	1

1.3.	Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.	1	-	-	-	1
1.4.	Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений.	5	1	1	1	2
1.5.	Погрешности измерений и СИ.	6	1	2	1	2
1.6.	Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ.	4	1	1	-	2
1.7.	Метрологические характеристики СИ.	4	1	1	-	2
1.8.	Выбор СИ. Общие положения.	2	-	-	-	2
<b>2.</b>	<b>Основы метрологического обеспечения измерений.</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
2.1.	Основы метрологического обеспечения.	4	1	-	-	3
2.2.	Законодательство РФ об обеспечении единства измерений	3	-	-	-	3
2.3.	Структура и функции метрологической службы.	3	-	-	-	3
2.4.	Поверка и калибровка СИ.	6	1	1	1	3
<b>3.</b>	<b>Основы стандартизации</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Основы сертификации</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>63</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>47</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

#### 1.1. Физические свойства, величины и шкалы.

Величина – это свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно.



Идеальные величины главным образом относятся к математике и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий.

К нефизическим можно отнести величины, присущие общественным наукам – философии, социологии, экономике.

Физическая величина (ФВ) может быть определена как величина, свойственная материальным объектам (процессам, явлениям), изучаемых в естественных (физика, химия) и технических науках.

Физическая величина – одно из свойств физического объекта, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном – индивидуальное для каждого из них; например, все тела обладают массой и температурой, но для каждого из них эти параметры различны.

Шкала величины – упорядоченная последовательность ее значений, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений.

#### ТИПЫ ШКАЛ

1. шкала наименований (шкала классификации): используется для выявления различий между объектами или классификации объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности (совпадения или несовпадения)

2. шкала порядка (шкала рангов): содержит монотонно изменяющиеся размеры измеряемых величин и позволяет установить отношение больше/меньше между величинами, характеризующими указанное свойство.

3. шкала интервалов (шкала разностей): состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало – нулевую точку. На шкале интервалов определены действия сложения и вычитания интервалов.

4. шкала отношений (подобия): в этой шкале существует однозначный естественный ноль и единица измерения. С формальной точки зрения шкала отношений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета. К значениям, полученным по этой шкале, применимы все арифметические действия.

5. абсолютная шкала: обладает всеми признаками шкалы отношений, но дополнительно имеет естественное однозначное определение единицы измерения.

#### 1.2. Международная система единиц.

Достоинства и преимущества системы СИ:

- универсальность, т.е. охват всех областей науки и техники
- унификация всех областей и видов измерений
- когерентность величин, т.е. все производные единицы СИ, получаются из уравнений связи между величинами, в которых числовые коэффициенты равны 1
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определением
- упрощение записи формул.

Метр - расстояние, которое проходит свет в вакууме за  $3 \cdot 10^{-9}$  долю секунды.

Секунда – 9.192.631.770 периодов излучения, соответствующих переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Килограмм – масса международного прототипа кг, представляющего собой цилиндр из сплава платины и иридия высотой 39 мм, равной его диаметру.

Кельвин - это  $1/273,16$  части тройной точки воды.

Ампер – сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7}$  н.

Канделла – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \cdot 10^{12}$  Гц, энергетическая сила излучения которого в этом направлении составляет  $1/683 \text{ Вт} \cdot \text{ср}^{-1}$  (ср – стерadian: телесный угол).

Моль – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится в углероде-12 массой 0,012 кг.

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единица измерения
масса	Тонна Атомная единица массы
Время	Минута Час Сутки
Плоский угол	Градус Минута Секунда Град
Объем, вместимость	Литр
Длина	Астрономическая единица Световой год Парсек
Оптическая сила	Диоптрия
Площадь	Гектар
Энергия	Электрон-вольт
Полная мощность	Вольт-ампер
Реактивная мощность	вар

### 1.3. Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.

Измерение - это процесс определения опытным путем числового значения ФВ посредством сравнения ее с другой величиной, принятой за единицу измерения.

Основные свойства измерения:

1. измерять можно только свойства реально существующих объектов, т. е. физические величины;
2. измерение требует проведения опытов, т. е. теоретические рассуждения или расчеты не могут заменить эксперимент;
3. для проведения опытов требуются средства измерений, приводимые во взаимодействие с материальным объектом;
4. результатом измерения является значение физической величины.

Метрологическая суть измерения сводится к основному уравнению измерения  $X = A \cdot u$ , где  $X$  – измеряемая величина,  $u$  – значение величины, принятой за образец (единица измерения),  $A$  – отношение измеряемой величины к образцу (числовое значение измеряемой величины). Например,  $X=30$  кг.

Из основного уравнения измерения следует, что значение  $A$  зависит от размера выбранной единицы измерения  $u$ . Чем *меньше* выбранная единица измерения, тем *больше* для данной измеряемой величины будет числовое значение.

основные постулаты метрологии:

- истинное значение определяемой величины существует, и оно постоянно;
- истинное значение определяемой величины отыскать невозможно.

## 1.4. Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений

*Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (1 час).*

- 1) по числу измерений:
  - однократные – измерения, выполненные один раз
  - многократные – измерение ФВ одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т.е. состоящий из однократных измерений
- 2) по точности оценки погрешности:
  - с точной оценкой: учитывают индивидуальные свойства СИ и контролируют условия измерений.
  - с приближенной оценкой: учитывают нормативные данные СИ и приближенно оценивают условия измерений. Этим измерений подавляющее большинство.
- 3) по характеристике точности:
  - равноточные – это измерения ФВ одинаковыми по точности СИ в одинаковых условиях.
  - неравноточные – это измерения ФВ, выполненные различными по точности СИ или в различных условиях.
- 4) по зависимости измеряемой величины от времени:
  - статические измерения – это измерения, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени.
  - динамические измерения – это измерения, при которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени. В этом случае производят нахождение временной зависимости изменений этой величины путем проведения нескольких измерений.
- 5) по способу получения результата:
  - прямые
  - косвенные
  - совокупные
  - совместные
- б) по методу:
  - непосредственной оценки: значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора.
  - сравнения с мерой: измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Этот метод включает в себя:
    - дифференциальный метод:
    - нулевой метод: аналогичен дифференциальному,
    - метод совпадения: при этом методе измеряют разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов. Этот метод широко используется в практике неэлектрических измерений.
    - метод замещения: при этом методе производится поочередное подключение на вход прибора измеряемой величины и известной величины и по двум показаниям прибора оценивается значение неизвестной величины.

### **формы представления результатов измерений**

Чтобы результаты, полученные в различных лабораториях, могли сопоставляться, формы представления результатов измерений и показатели точности регламентируются нормативными документами (ГОСТами). Согласно таким стандартам результат измерения представляется в виде значения величины и показателей точности. В зависимости от сложности и ответственности измерений используются следующие показатели точности:

1. интервалы, в которых с заданной вероятностью находится суммарная погрешность измерения или ее систематическая составляющая;
2. оценки среднего квадратического значения случайной и систематической составляющих погрешностей;
3. плотность распределения систематической или случайной составляющих погрешностей.

Наиболее распространены технические измерения, которые выполняются однократно. Их погрешность определяется погрешностью средства измерений. Эта погрешность известна до измерения из нормативно технической документации. Записывается результат измерения и погрешность в виде предела допускаемой суммарной погрешности. Вероятность не указывают, предполагается ее значение  $P=0,997$ .

Погрешность в окончательной записи принято выражать числом с одной или максимум двумя значащими цифрами. Две цифры удерживают при точной оценке погрешностей, а также, если цифра

старшего разряда числа, выражающего погрешность, равна трем или меньше трех, например, 0,23, но 0,6. При приближенной оценке погрешностей, когда погрешность выражают одной значащей цифрой, цифру 9 не применяют, а две значащие цифры сохраняют, если цифра старшего разряда меньше трех, при этом для младшего разряда обычно применяют только цифру 5. Например, 0,25; 0,15; 0,8; 1,0.

Числовое значение результата измерения должно быть представлено с учетом погрешности, с которой это измерение выполнено. Младший разряд результата должен соответствовать разряду погрешности.

### **1.5. Погрешности измерений и СИ.**

*Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (1 час).*

1. по способу выражения:

– абсолютная – это разность между показанием СИ ( $x$ ) и действительным значением ( $x_d$ ) измеряемой величины:  $\Delta = x - x_d$ .

– относительная – отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, выраженное в %:

– приведенная – это отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению измеряемой величины:

2. по характеру проявления:

– систематические ( $\Delta_c$ ) - погрешности, которые остаются постоянными или закономерно изменяются при многократных измерениях одной и той же величины

Систематические погрешности могут быть предсказаны, обнаружены и благодаря этому почти полностью устранены введением соответствующей поправки.

Поправкой называют значение систематической погрешности, взятой с противоположным знаком.

Систематическая погрешность, остающаяся после введения поправок, включает в себя ряд элементарных составляющих, называемых неисключенными остатками систематической погрешности.

- случайные ( $\overset{\circ}{\Delta}$ ) – это погрешности, изменяющиеся при повторных измерениях одной и той же величины случайным образом.

Случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории случайных процессов и статистических характеристик (закон распределения, закон математического ожидания, среднеквадратичное отклонение, доверительная вероятность, доверительный интервал).

Случайная и систематическая составляющие погрешности измерения проявляются одновременно:

В отличие от систематических случайные погрешности нельзя исключить из результатов измерений путем введения поправки, однако их можно существенно уменьшить, увеличив число наблюдений.

– грубые - это погрешности, существенно превышающие ожидаемую погрешность при данных условиях.

Грубые погрешности по своей природе случайны и не могут быть предсказаны заранее. Результат измерения, содержащий грубую погрешность, называют промахом. Промахи можно выявить путем обработки результатов повторных измерений одного и того же значения измеряемой величины методами теории вероятностей. После выявления они должны быть исключены.

3. в зависимости от места возникновения:

– инструментальная – обусловлена погрешностью применяемого СИ.

– методическая – обусловлена: недостаточной изученностью объекта измерения; невозможностью точного учета влияния внешних факторов; влиянием формул, по которым производятся вычисления результатов; влиянием способов применения СИ

– субъективная (личная) - обусловлена погрешностью отсчета оператором показаний по шкалам СИ, диаграммой регистрирующих приборов.

4. в зависимости от влияния внешних условий:

– основная – это погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации: температура. Для каждого СИ оговариваются условия эксплуатации, при которых нормируется его основная погрешность.

– дополнительная – это погрешность, возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от ее нормального значения.

- в зависимости от режима работы используемого СИ:
  - статическая - это погрешность СИ, при которой результат измерения остается неизменным во времени (отклонение указателя)
  - динамическая – это погрешность СИ, возникающая при измерении переменной ФВ и обусловленная инерционными свойствами СИ.

### **1.6. Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ.**

Средство измерения – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные МХ, воспроизводящее и (или) хранящее единицу ФВ, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

1. по функциональному назначению:

- меры – это СИ, воспроизводящие или хранящие ФВ заданного размера. Меры могут быть однозначными, воспроизводящими одно значение ФВ и многозначными – для воспроизведения плавно или дискретно ряда значений одной и той же.
  - измерительные преобразователи – это СИ, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и хранения, но недоступной для непосредственного восприятия наблюдателям.
  - измерительные приборы – это СИ, предназначенные для переработки сигнала измерительной информации в другие, доступные для непосредственного восприятия наблюдателем формы.
  - измерительная установка - это совокупность функционально объединенных СИ и вспомогательных устройств, расположенных в одном месте.
  - измерительная система – это комплекс СИ и вспомогательных устройств с компонентами связи (проводные, телевизионные и т.д.), предназначенный для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и использования в автоматических системах управления.
    - по виду выходного сигнала:
      - аналоговые – это СИ, показания которых являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины.
      - цифровые – это СИ, автоматически вырабатывающие дискретный (кодированный) сигнал измерительной информации и дающие показания в цифровой форме.
    - аналогово-цифровые
2. по степени автоматизации:
- неавтоматизированные
  - автоматизированные
  - автоматические
4. по выполняемым метрологическим функциям:
- образцовые – предназначены для поверки с их помощью других рабочих СИ
  - рабочие – используют для выполнения всех измерений, кроме поверки.
5. по измеряемым величинам:
- механические; гидравлические; пневматические; акустические; электрические; электронные; прочие и комбинированные.
6. по характеру установки на месте применения:
- стационарные
  - переносные

### **1.7. Метрологические характеристики СИ.**

Метрологические характеристики – это характеристики свойств СИ, оказывающие влияние на результат измерения и его погрешности. МХ СИ вводят с целью: установления точности измерений; достижения взаимозаменяемости СИ; сравнения СИ между собой и выбора нужных СИ по точности и другим характеристикам; определения погрешностей измерительных систем и установок на основе МХ входящих в них СИ; оценки технического состояния СИ при поверке.

МХ позволяют:

- 1) определять результаты измерений и рассчитывать инструментальную составляющую погрешности измерения в реальных условиях применения СИ;
- 2) рассчитывать МХ каналов измерительных систем, состоящих из ряда СИ с известными МХ;
- 3) производить оптимальный выбор СИ, обеспечивающих требуемое качество измерений при известных условиях их применения;
- 4) сравнивать СИ различных типов с учетом условий применения.

ГОСТ 8.009-84 устанавливает перечень МХ, способы их нормирования и формы представления.

Характеристики, устанавливаемые нормативными документами, называются нормируемыми (НМХ), а определяемые экспериментально – действительными.

1) диапазон измерений – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности СИ ( $D_x$ ).

2) предел измерения – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения.

3) цена деления шкалы - это разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы  $C_x=(X_{кон}-X_{нач})/n$ . Приборы с равномерной шкалой имеют постоянную цену деления, а с неравномерной – переменную. В этом случае нормируется минимальная цена деления.

4) чувствительность – это отношение изменения сигнала  $\Delta u$  на выходе СИ к вызвавшему это изменение изменению  $\Delta x$  сигнала на входе

Для неравномерных шкал чувствительность величина переменная, поэтому степень неравномерности оценивают через коэффициент

5) порог чувствительности – это минимальное значение измеряемой величины, вызывающее заметное изменение показаний прибора.

5) Вариация (гистерезис) - это разность между показаниями прибора при измерении одной и той же величины при возрастании и убывании измеряемой величины. Вариация показаний СИ вызывается случайными факторами, но сама она – неслучайная величина. Вариация показаний прибора не должна превышать его основной погрешности.

6) статическая (градуировочная) характеристика – это зависимость между выходным и входным сигналом в установившемся режиме, полученная экспериментально. Она может быть представлена аналитически, графически, таблично. Градуировочная характеристика может изменяться под воздействием внешних и внутренних причин.

7) погрешность – это разность между показаниями прибора и истинным (действительным) значением ФВ.

8) класс точности – это МХ СИ, определяемая пределами допускаемой основной и дополнительной погрешностей.

10. помехоустойчивость – способность ЦИП снижать влияние помех на результат измерения; количественно характеризуется коэффициентом подавления, измеряемым в децибелах:

Для уменьшения действия помех применяют фильтры и изолируют входную цепь прибора от его корпуса.

11. быстродействие - характеризуется длительностью одного цикла измерений или числом измерений в секунду или продолжительностью установления показаний при скачкообразном изменении измеряемой величины.

### 1.8. Выбор СИ. Общие положения.

При выборе СИ учитывают совокупность метрологических (цена деления, погрешность, пределы измерений, измерительное усилие), эксплуатационных и экономических показателей, к которым относятся: массовость (повторяемость измеряемых размеров) и доступность их для контроля; стоимость и надежность СИ; метод измерения; время, затрачиваемое на настройку и процесс измерения; масса, габаритные размеры, рабочая нагрузка; жесткость объекта контроля, режим работы и т.д.

Основные принципы выбора СИ сводятся к следующим положениям:

I. Для гарантирования заданной или расчетной относительной погрешности измерения  $\delta_u$  относительная погрешность СИ  $\delta_{СИ}$  должна быть на 25-30% ниже, чем  $\delta_u$ :  $\delta_{СИ}=0,7 \delta_u$ .

II. Выбор СИ зависит от масштаба производства или находящихся в эксплуатации однотипных ТС. В массовом производстве с отработанным технологическим процессом используют высокопроизводительные механизированные и автоматизированные СИ и контроля. Универсальные СИ применяют преимущественно для наладки оборудования.

В серийном производстве основными средствами контроля должны быть жесткие предельные калибры, шаблоны, специальные контрольные приспособления. Возможно применения универсальных СИ.

В мелкосерийном и индивидуальном производстве основными являются универсальные СИ, поскольку применение других организационно и экономически невыгодно.

III. При выборе СИ по МХ необходимо учитывать следующее:

– Если технологический процесс неустойчив, т.е. возможны существенные отклонения измеряемого параметра за пределы пол допуска, то нужно, чтобы пределы шкалы СИ превышали диапазон рассеяния значений параметра;

– Цена деления шкалы должна выбираться с учетом заданной точности измерения. Например, если размер необходимо контролировать с точностью до 0,01 мм, то и СИ необходимо выбирать с ценой деления 0,01 мм, т.к. СИ с более грубой шкалой внесет дополнительные субъективные погрешности, а с более точной – выбирать не имеет смысла из-за удорожания СИ.

Рабочий участок шкалы СИ должен выбираться по правилу: относительная погрешность в пределах рабочего участка шкалы СИ не должна превышать приведенную погрешность более чем в 3 раза, т.е.  $\delta < 3\gamma$ . Если класс точности СИ определяет наибольшую допустимую погрешность с заданной вариацией, то цена деления должна учитывать эту вариацию, а именно – должна быть равна удвоенному значению приведенной погрешности СИ:  $C=2\gamma$ .

IV. К регистрирующей аппаратуре предъявляются следующие основные требования:

- сигнал, проходящий через СИ, должен сохранять необходимую информацию, не подвергаться искажению и отделяться от помех;

- первичные преобразователи (датчики) должны потреблять минимум энергии от объекта измерения, и их подключение не должно нарушать его нормальной работы. Особые требования предъявляются к точности и чувствительности датчиков, т.к. эти низкие показатели сведут на нет все усилия по повышению точности измерений;

- носитель информации должен иметь достаточный объем для регистрации всех необходимых сведений;

- регистрирующая аппаратура должна обеспечивать получение информации в возможно сжатые сроки.

Если аппаратура не может одновременно удовлетворять все предъявляемым требованиям, то выбираются наиболее важные из них для выполнения поставленной задачи.

Оценка погрешности измерений и выбор СИ зависят также от цели измерений. Поэтому рассмотрим такие понятия, как испытание, контроль, диагностирование и прогнозирование технического состояния объекта.

## **РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

### **2.1. Основы метрологического обеспечения.**

Единство измерений — состояние измерений, при котором их результаты выражены и законных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Для поддержания единства измерений в нашей стране создано метрологическое обеспечение (МО). Под метрологическим обеспечением понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Объектом метрологического обеспечения являются все стадии жизненного цикла изделия (продукции) или услуги.

Метрологическое обеспечение имеет 4 основы: научную, организационную, техническую и правовую.

Организационной основой метрологического обеспечения является метрологическая служба - сеть учреждений и организаций, возглавляемых Госстандартом России, деятельность которых направлена на метрологическое обеспечение (государственная, ведомственная метрологические службы и метрологическая служба предприятий). Задачей метрологической службы предприятия является обеспечение единства измерений. В обязанности службы входят:

- регистрация и отслеживание использования всего парка технических средств предприятия
- определение периодичности поверок и составление планов поверок технических средств
- проведение периодических плановых и послеремонтных поверок
- организация контроля и измерений на всех производственных участках предприятия.

#### **Научная и правовая основы ОЕИ**

Научной основой метрологического обеспечения является метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности измерений.

Правовую основу метрологического обеспечения составляет Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), представляющая собой комплекс нормативно-технических документов, устанавливающих единую номенклатуру стандартных взаимоувязанных правил и положений, требований и норм, относящихся к организации и методике оценивания и обеспечения точности измерений.

#### Техническая основа ОЕИ

Техническую основу метрологического обеспечения составляют:

1. система государственных эталонов единиц физических величин;
2. система передачи размеров единиц физических величин от эталонов всем средствам измерений с помощью образцовых средств измерений и средств поверки;
3. система государственных испытаний средств измерений, обеспечивающая единообразие средств измерений при разработке и выпуске их в обращение;
4. система обязательной поверки или метрологической аттестации средств измерений; система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов; система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

### 2.2. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений.

Законодательство РФ состоит из Конституции РФ, федерального закона РФ «Об обеспечении единства измерений» и принимаемых в соответствии с ним федеральных законов и других нормативно-правовых актов России.

Конституция РФ устанавливает, что в федеральном ведении находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени, и закрепляет централизованное государственное руководство за основными вопросами метрологии.

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в РФ осуществляет Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России), и определяет его цели, задачи, компетенцию, ответственность и полномочия.

Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» регулирует отношения, возникающие при разработке, принятии и исполнении требований, предъявляемых к: проведению измерений; результатам измерений; единицам величин; эталонам единиц величин; средствам измерений; методам проведения измерений; оценке соответствия требованиям. Этот закон определяет также права, обязанности и ответственность участников, попадающих в сферу регулирования закона.

Текущая метрологическая деятельность регламентируется постановлениями Правительства РФ.

Для реализации положений Федерального закона «Об обеспечении единства измерений», а также постановлений Правительства РФ разрабатываются и принимаются нормативные документы.

К нормативным документам по метрологии, действующим на территории России, относятся: стандарты (ГОСТ – межгосударственный стандарт, ГОСТ Р – государственный стандарт РФ, национальный стандарт, региональный стандарт, ОСТ); методические инструкции (МИ) и руководящие документы (РД); правила (ПР) по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации; рекомендации (Р).

### 2.3. Структура и функции метрологической службы

По закону РФ «Об обеспечении единства измерений» Государственная метрологическая служба находится в ведении Госстандарта России и включает:

- государственные научные метрологические центры;
  - органы Государственной метрологической службы на территории республик в составе Российской Федерации, автономной области, автономных округов, краев, областей, городов Москвы и Санкт-Петербурга.
- Госстандарт России осуществляет управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации. На него возложены следующие функции:
- межрегиональная и межотраслевая координация деятельности по обеспечению единства измерений и Российской Федерации;
  - представление Правительству Российской Федерации предложений по единицам величин, допускаемым к применению;
  - установление правил создания, утверждения, хранения и применения эталонов единиц величин;
  - определение общих метрологических требований к средствам, методам и результатам измерений;

- осуществление государственного метрологического контроля и надзора;
- осуществление контроля за соблюдением условий международных договоров Российской Федерации о признании результатов испытаний и поверки средств измерений;
- руководство деятельностью Государственной метрологической службы и иных государственных служб обеспечения единства измерений;
- участие в деятельности международных организаций по вопросам обеспечения единства измерений.

Госстандарт России руководит службой времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ), Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО) и Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД) и координацию их деятельности.

В состав Государственной метрологической службы входят государственные научные метрологические центры, Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС), научно-исследовательские институты и около 100 центров стандартизации и метрологии.

Научные центры являются держателями государственных эталонов, а также проводят исследования по теории измерений, принципам и методам высокоточных измерений, разработке научно-методических основ совершенствования российской системы измерений.

Метрологические службы государственных органов управления РФ и юридических лиц (предприятия, организации, учреждения) создаются в необходимых случаях в установленном порядке для выполнения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений и для осуществления метрологического контроля и надзора.

Создание метрологических служб или иных организационных структур по обеспечению единства измерений является обязательным при выполнении работ в следующих сферах деятельности: здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, обеспечение безопасности труда; торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом; государственные учетные операции; обеспечение обороны государства; геодезические и гидрометеорологические работы; банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции; производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством Российской Федерации; испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов Российской Федерации; обязательная сертификация продукции и услуг; измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления Российской Федерации; регистрация национальных и международных спортивных рекордов.

Метрологические органы предприятий, являясь важнейшим звеном метрологической службы, призваны обеспечить необходимую и достаточно достоверную измерительную информацию при проектировании, испытании и контроле качества выпускаемой продукции. В связи с этим основными задачами метрологической службы предприятий являются следующие:

1. Обеспечение надлежащего состояния мер и измерительных приборов, применяемых на предприятии.
2. Систематическое изучение эксплуатационных качеств измерительной аппаратуры, установление надежности ее работы и оптимальных сроков периодической поверки.
3. Проведение надзора за состоянием и правильным применением измерительной и испытательной техники, за соблюдением установленных методов измерения и испытаний во всех подразделениях предприятия.
4. Активное участие в вопросах выбора и назначения средств измерений, активная политика в области автоматизации измерений и разработки, испытаний и внедрения новой прогрессивной измерительной техники, связанной с дальнейшим подъемом технического уровня предприятия и повышения качества выпускаемой продукции.
5. Выбор оптимального количества и состава контролируемых параметров и оптимальных норм точности измерения этих параметров.
6. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации на новые изделия и технологические процессы.

Основные задачи, права и обязанности таких служб независимо от форм собственности определены в правилах по метрологии ПР 50-732-93 «Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц».

В состав метрологических служб предприятий и организаций могут входить самостоятельные калибровочные лаборатории, а также структурные подразделения по ремонту средств измерений.

Государственный метрологический контроль и надзор (ГМК и Н), осуществляемые с целью проверки соблюдения метрологических правил и норм, распространяются на следующие сферы деятельности:

- здравоохранение, ветеринарию, охрану окружающей среды, обеспечение безопасности труда;
- торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом;
- государственные учетные операции;
- обеспечение обороны государства;
- геодезические и гидрометеорологические работы;
- банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов России;
- обязательная сертификация продукции и услуг;
- измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления Российской Федерации;
- регистрация национальных и международных спортивных рекордов.

Все разрабатываемые, производимые, поступающие по импорту и находящиеся в эксплуатации средства измерений делятся на две группы:

Метрологический контроль и надзор метрологическими службами юридических лиц осуществляются путем:

- калибровки СИ;
- надзора за состоянием и применением СИ, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- выдачи обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических правил и норм;
- проверки своевременности представления СИ на испытания в целях утверждения типа средств измерений, а также на поверку и калибровку.

#### **2.4. Поверка и калибровка СИ.**

Поверка – это операция, проводимая уполномоченным органом и заключающаяся в установлении пригодности СИ к применению на основании экспериментально определенных МХ и контроля их соответствия предъявляемым требованиям.

Основной МХ, определяемой при поверке СИ, является его погрешность, которая находится на основании сравнения поверяемого СИ с рабочим эталоном.

Результатом поверки является:

- подтверждение пригодности СИ к применению. В этом случае на него и (или) техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и выдается Свидетельство о поверке.
- признание СИ непригодным к использованию. В этом случае оттиск поверительного клейма и Свидетельство о поверке аннулируются и выписывается Свидетельство о непригодности.

Форма клейма и Свидетельства о поверке, порядок нанесения поверительного клейма устанавливает Госстандарт России.

СИ подвергаются первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной поверкам.

Первичная поверка проводится при выпуске СИ из производства или после ремонта, а также СИ, поступающие по импорту.

Периодическая поверка выполняется через установленные интервалы времени. Ей подвергаются СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении. Периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр СИ. Исключения могут составлять СИ, находящиеся на длительном хранении. Результаты такой поверки действительны в течение межповерочного интервала. Сроки периодических поверок устанавливаются и корректируются метрологическими подразделениями предприятий, эксплуатирующих приборы с таким расчетом, чтобы обеспечить метрологическую исправность приборов на период между поверками.

Результаты инспекционной поверки отражаются в акте.

Экспертная поверка проводится при возникновении спорных вопросов по МХ, исправности СИ и пригодности их к использованию. Ее проводят органы государственной метрологической службы по письменному требованию заинтересованных лиц, государственного арбитража, суда, прокуратуры.

Существуют и другие методы поверки, которые используются реже.

Если СИ не подлежат обязательному метрологическому контролю и надзору, то они подвергаются калибровке.

Калибровка – это операция, устанавливающая соотношение между значением величины, полученным с помощью данного СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона.

По результатам калибровки определяют действительное значение измеряемой величины, показываемое данным СИ, или поправки к его показаниям.

Результаты калибровки удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на СИ, или Свидетельством о калибровке, а также записью в эксплуатационные документы.

## **РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ.**

*Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (1 час).*

### **3.1. Стандартизация – основные понятия и определения.**

Стандартизация - это 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.

Государственное управление стандартизацией в РФ осуществляет Госстандарт России.

Теоретической базой современной стандартизации является система предпочтительных чисел. Предпочтительными называются числа, которые рекомендуется выбирать преимущественно перед всеми другими при назначении величин параметров для вновь создаваемых изделий.

Стандарт — документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения;

Международный стандарт(ИСО/МЭК) — стандарт, принятый международной организацией.

Национальный стандарт — стандарт, утвержденный национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

Международная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

Региональная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического или экономического региона мира.

Национальная стандартизация — стандартизация, которая проводится на уровне одной страны.

К российским службам стандартизации относятся научно-исследовательские институты Госстандарта России (20 институтов) и технические комитеты по стандартизации.

К научно-исследовательским институтам Госстандарта, например, относятся: НИИ стандартизации (ВНИИстандарт) — головной институт в области Государственной системы стандартизации; ВНИИ сертификации продукции (ВНИИС) — головной институт в области сертификации продукции (услуг) и систем управления качеством продукции (услуг); ВНИИ по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ) — головной институт в области разработки научных основ унификации и агрегатирования в машиностроении и приборостроении; ВНИИ комплексной информации по стандартизации и качеству (ВНИИКИ) — головной институт в области разработки и дальнейшего развития Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации, стандартизации научно-технической терминологии.

### **3.2 Нормативные документы по стандартизации**

Наименование документа	Определение	Обозначение	Сфера действия
Государственный стандарт РФ	Стандарт, принятый Госстандартом России или Госстроем России	ГОСТ Р	Российская Федерация
Региональный стандарт	Стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации	ГОСТ, СТ СЭВ	Страны — члены региона

Межгосударственный стандарт (является стандартом регионального типа)	Стандарт, принятый Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации или Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации	ГОСТ	Страны — члены Межгосударственного совета (МГС) и (или) Межгосударственной научно-технической комиссии (МНТКС)
Международный стандарт	Стандарт, принятый международной организацией по стандартизации	ИСО, МЭК, ИСО/МЭК	Страны — члены и члены-корреспонденты ИСО и МЭК
Общероссийский классификатор технико-экономической информации	Документ, принятый Госстандартом России или Госстроем России	ОК	Российская Федерация
Стандарт отрасли	Стандарт, принятый государственным органом управления в пределах его компетенции применительно к продукции, работам и услугам отраслевого значения	ОСТ	В одной или нескольких отраслях
Стандарт предприятия	Стандарт, принятый предприятием применительно к внутренним продукции, работам и услугам.	СТП	На данном предприятии
Стандарт научно-технического, инженерного общества	Стандарт, принятый научно-техническим, инженерным обществом или другим общественным объединением	СТО	На принципиально новые виды продукции, процессы, услуги, методы испытаний
Технические условия	Документ, разработанный на конкретную продукцию (изделие, материал, вещество)	ТУ	На конкретное изделие, материал, вещество
Правила	Документ в области стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ соответствующих направлений, а также обязательные требования к оформлению результатов этих работ	ПР	Российская Федерация
Рекомендации	Документ в области стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации, содержащий добровольные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ соответствующих направлений, а также рекомендуемые правила оформления результатов этих работ	Р	Российская Федерация
Регламент	Документ, содержащий обязательные правовые нормы и принятый органами власти		Сфера действия регламента

### 3.3. Цели и задачи стандартизации

Стандартизация осуществляется в целях:

1. повышения уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества, экологической безопасности, безопасности жизни и здоровья

животных и растений и содействия соблюдению требований технических регламентов;

2. повышения уровня безопасности объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
3. обеспечения научно-технического прогресса;
4. повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг;
5. рационального использования ресурсов;
6. технической и информационной совместимости;
7. сопоставимости результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных;
8. взаимозаменяемости продукции.

Стандартизация направлена на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного применения в отношении реально существующих или потенциальных задач.

#### Задачи стандартизации

1. обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями (заказчиками);
2. установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих ее безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
3. установление требований по совместимости (конструктивной, электрической, электромагнитной, информационной, программной и др.), а также взаимозаменяемости продукции;
4. согласование и увязка показателей и характеристик продукции, ее элементов, комплектующих изделий, сырья и материалов;
5. унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, конструктивно-унифицированных блочно-модульных составных частей изделий;
6. установление метрологических норм, правил, положений и требований;
7. нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
8. установление требований к технологическим процессам, в том числе для снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости, для обеспечения применения малоотходных технологий;
9. создание и ведение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
10. нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ (проектов) и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана окружающей среды, контроль среды обитания, безопасность населения и т. д.);
11. создание системы каталогизации для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции;
12. содействие выполнению законодательства Российской Федерации методами и средствами стандартизации.

#### 3.4. Методы стандартизации

При стандартизации широкое применение получили следующие методы: упрощение (симплификация); упорядочение (систематизация и классификация); унификация; агрегатирование; типизация.

Унификация - это приведение объектов одинакового функционального назначения к единообразию (например, к оптимальной конструкции) по установленному признаку и рациональное сокращение числа этих объектов на основе данных об их эффективной применяемости.

В основе унификации рядов деталей, узлов, агрегатов, машин и приборов лежит их конструктивное подобие, которое определяется общностью рабочего процесса, условий работы изделий, то есть общностью эксплуатационных требований.

Агрегатирование — это создание и эксплуатация машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных, унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости.

Агрегатирование обеспечивает расширение области применения машин, приборов, оборудования разного функционального назначения путем их компоновки из отдельных узлов, изготовленных на специализированных предприятиях. Эти агрегаты должны обладать полной взаимозаменяемостью по всем эксплуатационным показателям и присоединительным размерам.

Агрегатирование дает возможность уменьшить объем проектно-конструкторских работ, сократить сроки подготовки и освоения производства, снизить трудоемкость изготовления изделий и снизить расходы на ремонтные операции.

Типизация - это установление типовых объектов для данной совокупности, применяемых за основу (базу) при создании других объектов, близких по функциональному назначению.

Типизация развивается в трех основных направлениях: стандартизация типовых технологических процессов; стандартизация типовых конструкций изделий общего назначения; создание нормативно-технических документов, устанавливающих порядок проведения каких-либо работ, расчетов, испытаний и т. п.

### КОМПЛЕКСНАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Комплексная стандартизация - это стандартизация, при которой осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований как к самому объекту комплексной стандартизации в целом и его основным элементам, так и к материальным и нематериальным факторам, влияющим на объект, в целях обеспечения оптимального решения конкретной проблемы. Она обеспечивает наиболее полное и оптимальное удовлетворение требований заинтересованных организаций путем согласования показателей взаимосвязанных компонентов, входящих в объекты стандартизации, и увязки сроков введения в действие стандартов.

Комплексная стандартизация обеспечивает взаимосвязь и взаимозависимость смежных отраслей по совместному производству продукта, отвечающего требованиям государственных стандартов. Например, качество современного автомобиля определяется качеством более двух тысяч изделий и материалов — комплектующих деталей и механизмов, металлов, пластмасс, резинотехнических и электротехнических изделий, лаков, красок, масел, топлива, изделий легкой и целлюлозно-бумажной промышленности и др. В свою очередь, качество каждого из перечисленных изделий определяется рядом показателей, регламентированных стандартами.

Основные задачи, решаемые комплексной стандартизацией:

1. регламентация норм и требований к взаимосвязанным объектам и элементам этих объектов, а также к видам сырья, материалов, полуфабрикатов, к технологическим процессам изготовления, транспортирования и эксплуатации;
2. регламентация взаимосвязанных норм и требований к общетехническим и отраслевым комплексам нематериальных объектов стандартизации (системы документации, системы общетехнических норм и т. п.), а также к элементам этих комплексов;
3. установление взаимоувязанных сроков разработки стандартов, внедрение которых должно обеспечить осуществление мероприятий по организации и совершенствованию производства и, в конечном итоге, выпуск продукции высшего качества.

### ОПЕРЕЖАЮЩАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

По мере развития науки и техники стандарты стареют и требуется их пересмотр с учетом долгосрочного прогноза и опережения темпов научно-технического прогресса.

Опережающая стандартизация - это стандартизация, устанавливающая повышенные по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

Опережающая стандартизация разрабатывается на научно-технической основе, включающей: результаты фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований; открытия и изобретения, принятые к реализации; методы оптимизации параметров объектов стандартизации; прогнозирования потребностей народного хозяйства и населения в данной продукции.

Стандарты, систематически не обновляемые и только фиксирующие существующие параметры и достигнутый уровень качества изделий, могут оказаться тормозом технического прогресса, поскольку процесс развития и совершенствования продукции и улучшения ее качества в соответствии с потребностями общества и народного хозяйства идет непрерывно.

Для того чтобы стандарты не тормозили технический прогресс, они должны устанавливать перспективные показатели качества с указанием сроков их обеспечения промышленным производством.

Процесс опережающей стандартизации непрерывен, то есть после ввода в действие опережающего стандарта сразу же приступают к разработке нового стандарта, которому предстоит заменить предшествующий.

#### МЕЖДУНАРОДНАЯ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Деятельность ИСО направлена на содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами, а также развития сотрудничества в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях.

ИСО охватывает такие сферы деятельности, как: системы обеспечения качества продукции, машиностроение, химия, неметаллические материалы, руды и металлы, информационная техника, сельское хозяйство, строительство, специальная техника, охрана здоровья и медицина, основополагающие стандарты, окружающая среда, упаковка и транспортировка товаров, здравоохранение и медицина, охрана окружающей среды и др.

Исключения составляют электротехника, электроника и радиотехника, относящиеся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Вопросы информационной технологии, микропроцессорной техники, сертификации и т. п. являются объектами совместных разработок ИСО/МЭК.

Высшим органом управления ИСО является Генеральная ассамблея.

Совету ИСО подчиняются 6 комитетов: СТАКО, ПЛАКО, КАСКО, ДЕФКО, КОПОЛКО и РЕМКО.

СТАКО оказывает методическую и информационную помощь Совету ИСО по принципам и методике разработки международных стандартов, также занимается терминологией и организацией семинаров по применению международных стандартов для развития торговли.

ПЛАКО подготавливает предложения по планированию работы ИСО, организации и координации технических сторон работы.

КАСКО занимается вопросами подтверждения соответствия продукции, услуг, процессов и систем качества требованиям стандартов, компетентности испытательных лабораторий и органов по сертификации. Важная область работы КАСКО — содействие взаимному признанию и принятию национальных и региональных систем сертификации, а также международных стандартов в области испытаний и подтверждения соответствия.

ДЕВКО изучает вопросы развивающихся стран в области стандартизации и разрабатывает рекомендации по содействию этим странам в данной области.

КОПОЛКО изучает вопросы обеспечения интересов потребителей и возможности содействия этому через стандартизацию, а также доведения до них необходимой информации о международных стандартах.

РЕМКО занимается разработкой руководств по вопросам стандартных образцов (эталонов).

#### Международные организации, участвующие в работах по стандартизации

Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) — орган Экономического и социального совета ООН (ЭКОСОС). Главной задачей ЕЭК ООН в области стандартизации является разработка основных направлений политики по стандартизации на правительственном уровне.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО): содействие подъему всеобщего благосостояния путем индивидуальных и совместных действий по поднятию уровня питания и жизни народов, увеличению эффективности производства и распределению продовольственных и сельскохозяйственных продуктов, улучшению условий жизни сельского населения, что в целом должно содействовать развитию мировой экономики

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ): достижение всеми народами возможно высшего уровня здоровья

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) — это межправительственная организация, учрежденная под эгидой ООН для развития сотрудничества в области мирного использования атомной энергии.

Всемирная торговая организация (ВТО)

Международная организация потребительских союзов (МОПС) ведет большую работу, связанную с обеспечением качества продукции и в первую очередь товаров широкого потребления.

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) — межправительственная международная организация, имеющая своей целью международное согласование деятельности государственных Метрологических служб или других национальных учреждений, направленное на обеспечение сопоставимости, правильности и точности результатов измерений в странах — членах МОЗМ.

## РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ

*Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (1 час).*

### 4.1. Основные цели сертификации

Сертификация в переводе с латыни означает «сделано верно». Для того чтобы убедиться в том, что продукт «сделан верно», надо знать, каким требованиям он должен соответствовать и каким образом возможно получить достоверные доказательства этого соответствия. Общеизвестным способом такого доказательства служит сертификация соответствия.

ИСО/МЭК предлагает термин "соответствие" (Assurance of conformity), указывая, что это процедура, в результате которой может быть представлено заявление, дающее уверенность в том, что продукция (процесс, услуга) соответствуют заданным требованиям. Это может быть:

- заявление поставщика о соответствии (supplier's declaration), т.е. его письменная гарантия в том, что продукция соответствует заданным требованиям; заявление, которое может быть напечатано в каталоге, накладной, руководстве об эксплуатации или другом сообщении, относящемся к продукции; это может быть также ярлык, этикетка и т.п.;
- сертификация (certification) — процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс, услуга соответствуют заданным требованиям.

Термин «заявление поставщика о соответствии» означает, что поставщик (изготовитель) под свою личную ответственность сообщает о том, что его продукция отвечает требованиям конкретного нормативного документа. Согласно Руководству 2 ИСО/МЭК это является доказательством осознанной ответственности изготовителя и готовности потребителя сделать продуманный и определенный заказ.

Заявление изготовителя, которое называют также заявлением-декларацией, содержит следующие сведения: адрес изготовителя, представляющего заявление-декларацию, обозначение изделия и дополнительную информацию о нем; наименование, номер и дату публикации стандарта, на который ссылается изготовитель; указание о личной ответственности изготовителя за содержание заявления и др. (см. приложение 14). Представляемая информация должна быть основана на результатах испытаний. Ссылка на стандарт не означает утверждения изделия организацией, принявшей этот стандарт. Изготовитель не имеет права пользоваться знаками соответствия стандартам. Несколько иной порядок принят в ЕС (см. гл. 21).

Подтверждение соответствия через сертификацию предполагает обязательное участие третьей стороны. Такое подтверждение соответствия — независимое, дающее гарантию соответствия заданным требованиям, осуществляемое по правилам определенной процедуры.

Сертификация — представляет собой действие третьей стороны, которая является лицом или органом, признаваемыми независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе, удостоверяющее посредством сертификата соответствия или знака соответствия, что изделие или услуга соответствуют требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Сертификация продукции является одним из путей обеспечения высокого качества продукции, повышения научного и торгово-экономического сотрудничества между странами, укрепления доверия между ними.

В сертификации продукции, услуг и иных объектов участвуют первая (изготовитель или продавец), вторая (потребитель или покупатель), третья стороны.

Третья сторона — лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

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

Сертификат соответствия — документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

К объектам сертификации относятся продукция, услуги, работы, системы качества, персонал, рабочие места и пр.

В соответствии с законом РФ «О техническом регулировании» сертификация осуществляется в целях:

1. удостоверения соответствия продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;
2. содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг на российском и

международном рынках;

3. создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Федерации, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

Сертификация способствует:

1. достижению доверия к качеству изделий;
2. предотвращению импорта в страну изделий, не соответствующих требуемому уровню качества продукции;
3. предотвращению экспорта аналогичной продукции;
4. упрощению выбора продукции потребителем;
5. защите изготовителя от конкуренции с поставщиками несертифицированной продукции и обеспечению ему рекламы и рынка сбыта;
6. улучшению «качества» стандартов путем выявления в них устарелых положений и стимулирования переработки старых стандартов.

## **4.2. Обязательная и добровольная сертификация**

Подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в виде добровольной сертификации.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии;
- обязательной сертификации.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу независимо от схем обязательного подтверждения соответствия и действуют на всей территории Российской Федерации.

Обязательная сертификация распространяется на продукцию и услуги, связанные с обеспечением безопасности окружающей среды, жизни, здоровья, имущества. Требования к этим объектам должны выполняться всеми производителями на внутреннем рынке и импортерами при ввозе на территорию России; осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом.

При обязательной сертификации подтверждаются только те обязательные требования, которые установлены законом, вводящим обязательную сертификацию. При обязательной сертификации действие сертификата соответствия и знака соответствия распространяется на всей территории РФ.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) в целях подтверждения соответствия продукции требованиям стандартов, технических условий, рецептов и других документов, определяемых заявителем.

Добровольная сертификация проводится на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Она не может заменить обязательную сертификацию, если такая продукция подлежит обязательной сертификации.

Добровольной сертификации подлежит продукция, на которую отсутствуют обязательные к выполнению требования по безопасности. В то же время ее проведение ограничивает доступ на рынок некачественных изделий за счет проверки таких показателей, как надежность, эстетичность, экономичность и др. Она в первую очередь направлена на борьбу за клиента.

Сертификация считается основным достоверным способом доказательства соответствия продукции (процесса, услуги) заданным требованиям.

Процедуры, правила, испытания и другие действия, которые можно рассматривать как составляющие самого процесса (деятельности) сертификации, могут быть различными в зависимости от ряда факторов. Среди них — законодательство, касающееся стандартизации, качества и непосредственно сертификации; особенности объекта сертификации, что в свою очередь определяет выбор метода проведения испытаний, и т.д. Другими словами, доказательство соответствия проводится по той или иной системе сертификации. В соответствии с указанным документом ИСО/МЭК — это система, которая осуществляет сертификацию по своим собственным правилам, касающимся как процедуры, так и управления.

Систему сертификации (в общем виде) составляют: центральный орган, который управляет системой, проводит надзор за ее деятельностью и может передавать право на проведение сертификации другим органам; правила и порядок проведения сертификации; нормативные документы, на соответствие которым осуществляется сертификация; процедуры (схемы) сертификации; порядок инспекции-

онного контроля. Системы сертификации могут действовать на национальном, региональном и международном уровнях. Если система сертификации занимается доказательством соответствия определенного вида продукции (процесса, услуг) — это система сертификации однородной продукции\*, которая в своей практике применяет стандарты, правила и процедуру, относящиеся именно к данной продукции. Несколько таких систем сертификации однородной продукции со своими органами и другими составляющими могут входить в общую систему сертификации.

### 4.3. Стадии сертификации.

Деятельность по сертификации в России законодательно регулируется и обеспечивается:

- законами РФ «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г., «Об обеспечении единства измерений» в редакции 2003 г., «О защите прав потребителей» в редакции 1999 г., «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» в редакции 2003 г.;
- подзаконными актами, направленными на решение отдельных социально-экономических задач и предусматривающими использование для этой цели обязательной сертификации;
- указами президента и нормативными актами правительства России (постановление Правительства РФ от 12 февраля 1994 г. № 100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг», Распоряжение Правительства РФ от 20 февраля 1995 г. № 255-р «О программе демонополизации в сферах стандартизации, метрологии и сертификации», постановление Госстандарта России в редакции 2002 г. «Правила по проведению сертификации в Российской Федерации» и др.).

---

Схема сертификации — форма сертификации, определяющая совокупность действий, результаты которых рассматриваются в качестве доказательства соответствия продукции установленным требованиям. Схемы сертификации продукции, применяемые в России и разработанные с учетом рекомендаций ИСО/МЭК, приведены в табл. 5.2.

При выборе схемы должны учитываться особенности производства, испытаний, поставки и использования конкретной продукции, требуемый уровень доказательности, возможные затраты заявителя.

В качестве способов доказательства используют: 1) испытание, 2) проверку производства, 3) инспекционный контроль, 4) рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам.

Испытание. В схемах 1-5 производится испытание типа, то есть одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями. Испытание в схеме 7 — это уже контроль качества партии путем испытания средней пробы (выборки), отбираемой от партии с использованием метода статистического контроля. В схеме 8 испытанию подвергается каждая единица продукции. Таким образом, жесткость испытаний, а, значит, надежность и стоимость испытаний возрастают по распределению 1-7-8.

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СЕРТИФИКАЦИИ

Основные этапы процесса сертификации неизменны и независимы от вида и объекта сертификации. В ней можно выделить 5 основных этапов:

1. подача заявки на сертификацию: заявка оформляется по установленной форме и направляется в орган по сертификации. Орган по сертификации рассматривает ее и сообщает заявителю решение.

2. оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям: в испытательных лабораториях, аккредитованных на проведение данных работ, проводится анализ и испытание отобранных случайным образом образцов продукции. Протоколы испытаний представляются заявителю и в орган по сертификации.

3. анализ результатов оценки соответствия: эксперты проверяют соответствие результатов испытаний, отраженных в протоколе, действующей нормативной документации.

4. решение по сертификации: при положительных результатах испытаний орган по сертификации оформляет сертификат соответствия, регистрирует его и выдает лицензию на право применения знака соответствия. Этим знаком маркируются продукция или документация на услуги, прошедшие сертификацию. При отрицательных результатах испытаний, несоблюдении требований, предъявляемых к объекту сертификации, или отказе заявителя от оплаты работ по сертификации орган по сертификации выдает заявителю заключение с указанием причин отказа в выдаче сертификата.

5. инспекционный контроль за сертификационным объектом проводится органом, выдавшим сертификат. Он проводится в течение всего срока действия сертификата обычно один раз в год в

форме периодических проверок. Возможна отмена действия сертификата соответствия при несоответствии продукции и услуги требованиям нормативных документов, а также в случае изменения нормативного документа на объект сертификации, технологического процесса изготовления продукции или реализации услуги. Отмена сертификата действует с момента исключения его из реестра системы сертификации.

### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1, 2	Поверка КИП	8	работа в малой группе (1 ч.)
2	1, 2	Определение погрешности цифрового мультиметра	6	работа в малой группе (0,5 ч.)
3	1, 2	Изучение погрешностей аналогового измерительного прибора	8	работа в малой группе (1 ч.)
4	1, 2	Прямые и косвенные однократные измерения	6	работа в малой группе (1 ч.)
5	1, 2	Обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей	8	работа в малой группе (0,5 ч.)
<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	<b>4</b>

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер разде- ла дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1,2	Определение метрологических характеристик средств измерений	3	разбор конкретных ситуаций (1 час)
2	1,2	Оценка предельной статической погрешности технических измерений	3	разбор конкретных ситуаций (1 час)
3	1.	Расширение пределов измерения электроизмерительных приборов с помощью шунтов и добавочных сопротивлений	3	-
4	3.	Определение подлинности товара по штрих-коду международного евростандарта EAN	3	разбор конкретных ситуаций (1 час)
5	4.	Анализ реального сертификата соответствия	3	разбор конкретных ситуаций (1 час)
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>	<b>4</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

учебным планом не предусмотрены

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i>  <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>8</i>	<i>1</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1. Теоретические основы метрологии	59	+	+	2	29,5	Лк, ЛР, СРС	Экзамен
2. Основы метрологического обеспечения измерений.	46	+	+	2	23	Лк, ЛР, СРС	Экзамен
3. Основы стандартизации	24	+	+	2	12	Лк, СРС	Экзамен
4. Основы сертификации	24	+	+	2	12	Лк, СРС	Экзамен
<i>всего часов</i>	<b>153</b>	<b>76,5</b>	<b>76,5</b>	<b>2</b>	<b>76,5</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Темгеневская Т.В. Измерения, погрешности и средства измерений.: Учебное пособие. – Братск: БрГУ, 2009 - 96 с.(с.1-96 для СРС)
2. Темгеневская Т.В. Метрология и измерительная техника. Методические указания к выполнению контрольной работы. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. - 55 с. .(с.1-5 для СРС)
3. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям и приборам.: Учеб.пособие для студентов теплоэнергетических спец. вузов. - М. Энергия, 1978. - 216 с. .(с.1-58 для СРС)

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие/К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. –СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил.	Лк, ЛР	15	1
2.	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.	Лк, ЛР	15	1
3.	Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.	Лк, ЛР	28	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.	Лк, ЛР	46	1
5.	Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.	Лк, ЛР	10	0,7

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью выполнения настоящих лабораторных и практических работ является освоение студентами видов и методов измерений, методик определения рабочих характеристик средств измерений, определение погрешностей измерений, измерение неэлектрических величин, а также ознакомление с вопросами стандартизации и сертификации. В процессе выполнения лабораторного практикума студенты должны закрепить теоретические знания в области измерений, метрологии измерительных средств, приобрести определенные навыки по их поверке, калибровке, наладке.

Лабораторный практикум включает 5 лабораторных работ, охватывающих изучение следующих вопросов: поверка КИП, определение погрешности цифрового мультиметра, изучение погрешностей аналогового измерительного прибора, прямые и косвенные однократные измерения, обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей.

Для каждой работы даны схемы и описания лабораторных установок, методика проведения работы. Лабораторный практикум содержит теоретические сведения по материалу лабораторных работ, перечень необходимой для изучения учебной литературы, порядок оформления результатов работ.

При подготовке к выполнению очередной лабораторной работы необходимо ознакомиться с лекционным курсом дисциплины, рекомендованной литературой, с соответствующими разделами настоящего лабораторного практикума, а также выполнить требования, изложенные в пунктах «Подготовка к работе», имеющихся в описаниях к каждой работе.

Проведение лабораторных работ начинается с вводного занятия, на котором преподаватель разбирает общую методику проведения работ, их цели и задачи, устанавливает последовательность их выполнения и знакомит с применяемым оборудованием и приборами, а также излагает основные требования техники безопасности.

Студент допускается к выполнению работы только после предварительной проверки преподавателем его подготовленности к данной работе.

Результаты работы должны быть оформлены в точном соответствии с разделом «Порядок оформления отчета по лабораторной работе» настоящих методических указаний.

Лабораторные работы выполняются группой из 2-3 человек. Отчет по выполненной работе представляется каждой группой. Студент допускается к очередной работе только после представления преподавателю оформленного отчета по предыдущей работе. При сдаче отчета преподаватель опрашивает студентов в объеме материала данной работы.

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ**

#### **Лабораторная работа №1**

#### **Поверка КИП**

*(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде работы в малой группе)*

#### Цель работы:

Практическое ознакомление с устройством, принципом действия и типами магнитоэлектрических логометров. Освоение методики определения метрологических характеристик логометров.

#### Порядок выполнения:

1. Собрать электрическую схему поверки логометра (рис.3.2).
2. Включить тумблер 4.
3. Каскадными переключателями магазина сопротивлений выставить стрелку прибора на поверяемую отметку шкалы; произвести отсчет по магазину сопротивлений. В протокол заносится значение, выставленное на магазине сопротивлений и градуировочное значение сопротивлений, соответствующее данной отметке (градуировочное значение берется из градуировочной таблицы (Приложение 1) согласно градуировке логометра).

4. Операцию отсчета произвести для всех отметок шкалы, указанных преподавателем при прямом и обратном ходе указателя.

5. Определить порог чувствительности логометра, для чего магазином сопротивлений установить стрелку прибора на три равномерно выбранные по шкале отметки и определить минимальное значение изменения сопротивления, которое вызовет заметное перемещение указателя в ту или другую сторону.

6. Окончив работу (измерения), отключить тумблер; разобрать схему; отключить стенд и сдать рабочее место преподавателю.

7. Выполнить необходимые расчеты по определению метрологических характеристик СИ. Заполнить протокол испытаний.

8. Построить экспериментальные и образцовые градуировочные характеристики логометра:

а) по результатам измерений строится промежуточная экспериментальная градуировочная характеристика логометра  $t_{\Pi}=f(R_{\Pi}^{np})$  при прямом ходе (сплошная линия),  $t_{\Pi}=f(R_{\Pi}^{обп})$  при обратном ходе (пунктирная линия) и промежуточная образцовая градуировочная характеристика  $t_{\Pi}=f(R_{\Pi}^{обв})$  (другим цветом).

Построение промежуточных градуировочных характеристик производится в координатах: ось ординат – поверяемые значения отметок шкалы логометра ( $t_{\Pi}$ , °С); ось абсцисс – значения сопротивления магазина сопротивлений ( $R_{\Pi}$ , Ом), соответствующие поверяемым отметкам шкалы.

9. По измеренному порогу чувствительности (по сопротивлению)  $R_{min}$  определяется порог чувствительности по температуре  $t_{min}$  и наносится на график .

10. Оформление отчета по работе выполняется в соответствии с разделом 4 настоящего учебного пособия.

#### Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Титульный лист: выполняется на каждую лабораторную работу.
2. Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы лабораторного стенда.
5. Протокол испытаний.
6. Графики зависимости погрешностей от показаний СИ.
7. Результаты расчета метрологических характеристик СИ.
8. Результаты сравнения экспериментальных градуировочных характеристик с паспортными данными (если предусмотрено работой).
9. Выводы по работе.

#### Вопросы для защиты

1. Цель лабораторной работы?
2. Виды измерений.
3. Классификация СИ.
4. Метрологические характеристики применяемых СИ.
5. Поверка и калибровка СИ.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. -

Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.

2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

## **Лабораторная работа №2**

### **Определение погрешности цифрового мультиметра**

*(Предусмотрен 0,5 часа в интерактивной форме в виде работы в малой группе)*

#### Цель работы:

Освоение методики определения погрешности цифровых приборов. Приобретение умений по проведению электрических измерений.

#### Порядок выполнения:

1. Включить ППВ, нажав кнопку «Вкл».
2. Откалибровать ППВ, нажав кнопку «Калибровка».
3. Включить цифровой мультиметр, нажав кнопку «Вкл».
4. Установить на выходе ППВ напряжение 0,000000 мВ, используя кнопки «Разряды».
5. Последовательно вручную увеличивать напряжение на выходе ППВ с шагом, указанным преподавателем. Измерить с помощью цифрового мультиметра напряжение на выходе ППВ во всех полученных точках и результаты занести в протокол (табл.3.4).
7. Аналогично определить напряжение на выходе ППВ во всех полученных точках, уменьшая напряжение.
8. Определить основные метрологические характеристики, используя Приложение 4, и занести в протокол испытаний.
9. Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей рабочего СИ от его показаний при возрастании и убывании показаний.
10. Построить графики зависимости абсолютной и относительной вариации показаний рабочего СИ от его показаний.

#### Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Титульный лист: выполняется на каждую лабораторную работу.
2. Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы лабораторного стенда.
5. Протокол испытаний.
6. Графики зависимости погрешностей от показаний СИ.
7. Результаты расчета метрологических характеристик СИ.
8. Результаты сравнения экспериментальных градуировочных характеристик с паспортными данными (если предусмотрено работой).
9. Выводы по работе.

#### Вопросы для защиты

1. Цель работы?
2. Типы применяемых СИ.
3. Структурная схема аналогового СИ.
4. Типы измерительных механизмов.
5. Погрешности СИ.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

Основная литература

1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное

- пособие/К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. –СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегера. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

### Лабораторная работа №3

#### Изучение погрешностей аналогового измерительного прибора (Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде работы в малой группе)

##### Цель работы:

Изучить методику определения основной погрешности аналогового вольтметра постоянного тока; получить навыки измерений с многократными наблюдениями и обработки полученных данных.

##### Порядок выполнения:

Собрать схему измерения согласно рис. 3.16:

Задание 1. Оценка систематической и случайной составляющих основной погрешности исследуемого вольтметра

Исследование провести для трех оцифрованных точек шкалы (трех значений напряжения):  $U_1$  в начале,  $U_2$  в середине и  $U_3$  в конце одного предела измерений.

а) Регулируя напряжение источника установить показание, равное  $U_1$  и записать показание  $U_{01}$  образцового вольтметра в таблицу 3.7. Аналогично выполнить наблюдения для отметок  $U_2$  и  $U_3$ . Провести  $n$  наблюдений ( $n \geq 10$ ), каждый раз устанавливая напряжение источника на выбранные отметки шкалы;

б) вычислить для каждого значения напряжения  $U_1, U_2, U_3$  следующие величины:

– абсолютную погрешность каждого наблюдения  $\Delta_i = U_1 - U_{0i}$ , внизу каждого столбца поме-

стить алгебраическую сумму  $\sum_{i=1}^n \Delta_i$ ;

– среднее значение  $\bar{\Delta}$  погрешности, которое является оценкой систематической составляющей погрешности:  $\Delta_c = \bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i$ ;

– случайные составляющие погрешности каждого наблюдения:

$$\overset{\circ}{\Delta}_i = \Delta_i - \Delta_c;$$

– определить оценку среднего квадратического значения случайной составляющей погрешности:  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \overset{\circ}{\Delta}_i^2}$ .

– вычислить доверительный интервал случайной погрешности  $\Delta_{\text{дов}} = t \times \sigma$ ,

где  $t$  - коэффициент, значение которого зависит от заданной доверительной вероятности  $P_{\text{дов}}$ , числа наблюдений  $n$  и закона распределения случайной погрешности. Предполагая, что закон распределения случайной погрешности нормальный, значение коэффициента  $t$  определяется по приложению 3 таблица 3.3.

Задание 2. Сравнение основной погрешности исследуемого вольтметра с ее нормированным значением

Оценка суммарной основной абсолютной погрешности вольтметра вычисляется, как  $\Delta = \Delta_c \pm \Delta_{\text{дов}}$ .

Построить график, характеризующий область значений основной погрешности  $\Delta$ , полученной экспериментально при напряжениях  $U_1, U_2, U_3$ :  $\Delta_c - \Delta_{\text{дов}} \leq \Delta_d \leq \Delta_c + \Delta_{\text{дов}}$

Значения  $\Delta_c$  и  $\Delta_{\text{дов}}$  взять из таблицы 3.7. Пример графика приведен на рис. 3.17.

Сделать вывод о соответствии погрешности паспортным данным.

#### Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Титульный лист: выполняется на каждую лабораторную работу.
2. Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы лабораторного стенда.
5. Протокол испытаний.
6. Графики зависимости погрешностей от показаний СИ.
7. Результаты расчета метрологических характеристик СИ.
8. Результаты сравнения экспериментальных градуировочных характеристик с паспортными данными (если предусмотрено работой).
9. Выводы по работе.

#### Вопросы для защиты

1. Цель работы?
2. Типы применяемых СИ.
3. Методика оценки основной погрешности аналогового СИ.
4. Погрешности СИ.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

### **Лабораторная работа №4**

#### **Прямые и косвенные однократные измерения**

*(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде работы в малой группе)*

#### Цель работы:

Приобретение навыков планирования и выполнения прямых и косвенных однократных измерений; получение опыта по выбору СИ, обеспечивающих решение поставленной измерительной задачи; изучение способов обработки и правильного представления результатов прямых и косвенных однократных измерений.

#### Порядок выполнения:

Задание 1. Выполнение прямых однократных измерений

а) Измерение постоянного напряжения на выходе УИП:

- выбрав вольтметр для измерения постоянного напряжения на выходе УИП с относительной погрешностью, не превышающей 1%., включить его, установить подходящий диапазон измерений и с помощью КУ подключить вольтметр к выходу УИП;
- включить УИП и установить на его выходе напряжение в указанном диапазоне;
- снять показания вольтметра;
- записать в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений, используя Приложение 4.

б) Измерение ЭДС гальванического элемента:

- выбрав вольтметр для измерения ЭДС гальванического элемента с абсолютной погрешностью, не превышающей 2 мВ, включить его, установить подходящий диапазон измерений и с помощью КУ подключить вольтметр к выходу источника ЭДС;
- снять показания вольтметра;
- записать в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений.

в) Измерение напряжения на выходе источника переменного напряжения:

- выбрав вольтметр для измерения значения напряжения на выходе источника переменного напряжения с относительной погрешностью, не превышающей 0,5%, включить его, установить подходящий диапазон измерений и с помощью КУ подключить вольтметр к выходу источника переменного напряжения;
- снять показания вольтметра;
- записать в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений, используя Приложение 4.

Задание 2. Выполнение косвенных измерений

а) Измерение коэффициента деления делителя напряжения:

- выбрав вольтметр для косвенного измерения коэффициента деления делителя напряжения, включить его и установить подходящий диапазон измерений;
- подключить с помощью КУ делитель к выходу источника напряжения;
- подключить с помощью КУ вольтметр поочередно к входу и выходу делителя и снять в обоих случаях показания вольтметра;
- записать в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранные диапазоны измерений, сведения о делителе напряжения, используя Приложение 4.

#### Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Титульный лист: выполняется на каждую лабораторную работу.
2. Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы лабораторного стенда.
5. Протокол испытаний.
6. Графики зависимости погрешностей от показаний СИ.
7. Результаты расчета метрологических характеристик СИ.
8. Результаты сравнения экспериментальных градуировочных характеристик с паспортными данными (если предусмотрено работой).
9. Выводы по работе.

#### Вопросы для защиты

1. Цель работы?
2. Типы применяемых СИ.
3. Структурная схема аналогового СИ.
4. Структурная схема цифрового прибора.
5. Выбор СИ.
6. Погрешности измерения.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

### **Лабораторная работа №5**

#### **Обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей**

*(Предусмотрен 0,5 часа в интерактивной форме в виде работы в малой группе)*

#### Цель работы:

Изучение основных характеристик оценки случайной погрешности; освоение методики оценки случайной погрешности прямых измерений малой выборки ( $n \geq 25$ ); получение практических навыков машинной обработки результатов прямых измерений.

#### Порядок выполнения:

1. После запуска лабораторной работы №1.5 на рабочем столе автоматически появится страница для выбора числа наблюдений. По указанию преподавателя выбрать число наблюдений и установить выбранное значение в соответствующем окне. После этого нажать кнопку «Продолжить».

2. С помощью регулятора выходного напряжения УИП установить на его выходе напряжение в диапазоне 1-15 В. Напряжение на выходе делителя будет соответственно в 500 раз меньше. Нажатием на кнопку «Произвести наблюдения» на лицевой панели устройства запустить режим сбора информации. Результаты по мере поступления будут отображаться на графическом индикаторе устройства. По окончании сбора информации нажать кнопку «Перейти к обработке».

3. Произвести оценку случайной погрешности наблюдений, согласно предложенной методике, используя раздел 2.5.

Результаты измерений оформить в виде таблицы, приведенной ниже

#### Форма отчетности:

Отчет по лабораторной работе набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Титульный лист: выполняется на каждую лабораторную работу.
2. Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы лабораторного стенда.
5. Протокол испытаний.
6. Графики зависимости погрешностей от показаний СИ.
7. Результаты расчета метрологических характеристик СИ.
8. Результаты сравнения экспериментальных градуировочных характеристик с паспортными данными (если предусмотрено работой).
9. Выводы по работе.

#### Вопросы для защиты

1. Цель работы?
2. МХ применяемых СИ.
3. Методика оценки случайной погрешности.
4. Виды и методы измерений.
5. Устранение погрешностей..

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегера. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

**Практическое занятие №1**

**Определение метрологических характеристик средств измерений**

*Занятие проводится в интерактивной форме с разбором конкретных ситуаций (1 ч).*

Цель занятия:

Приобрести навыки и умения по определению метрологических характеристик СИ.

Задание:

Произведена поверка прибора, предназначенного для измерения напряжения. Известно, что нижний предел шкалы прибора  $X_n$ , верхний предел шкалы прибора  $X_v$ , диапазон измерений  $D_x$ , класс точности прибора  $K_t$ , число интервалов равномерной шкалы  $N$ . На отметке  $X_n$  шкалы, на которой стоит стрелка-указатель, определена максимальная абсолютная погрешность  $\Delta$  и максимальная вариация  $V$ . Определить: предел допускаемой основной абсолютной погрешности показаний измерительного прибора  $\pm \Delta_d$ , максимальную относительную погрешность измерения  $\pm \delta_{\max}$ , приведенную максимальную погрешность  $\pm \gamma$ , цену деления шкалы  $C_x$ , чувствительность прибора  $S_x$  и метрологическую годность прибора.

Порядок выполнения:

Соответствует этапу задания.

Форма отчетности:

Отчёт сдаётся в печатном виде. В отчёте должны присутствовать:

1. Номер варианта индивидуального задания;
2. Цель работы;
3. Задание;
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта индивидуального задания с расчетами;
5. Вывод.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены индивидуальным заданием обучающегося.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным во втором разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

Перечислить и объяснить метрологические характеристики СИ и методику их определения.

#### **Практическое занятие №2**

#### **Оценка предельной статической погрешности технических измерений**

*Занятие проводится в интерактивной форме с разбором конкретных ситуаций (1 ч).*

#### Цель занятия:

Приобрести навыки и умения по определению статической погрешности технических измерений.

#### Задание:

Произвести оценку предельной статической погрешности измерения температуры показывающим милливольтметром класса точности  $K_1$ , с пределами измерений в цепи с термоэлектрическим преобразователем (ТЭП), имеющим определенную номинальную статическую характеристику (НСХ), и включенным в цепь милливольтметра термокомпенсатором типа КТ-4 для автоматического введения поправки на температуру свободных концов ТЭП. Милливольтметр показывает температуру, заданная средняя температура свободных концов ТЭП, на которую производится компенсация, равна  $t_0$ .

#### Порядок выполнения:

Соответствует этапу задания.

#### Форма отчетности:

Отчёт сдаётся в печатном виде. В отчёте должны присутствовать:

1. Номер варианта индивидуального задания;
2. Цель работы;
3. Задание;
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта индивидуального задания с расчетами;
5. Вывод.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены индивидуальным заданием обучающегося.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 и 2 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.

2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

Перечислить и объяснить погрешности измерений и СИ, дать определение технических измерений и привести методику определения погрешности ТЭТ.

### **Практическое занятие №3**

#### **Расширение пределов измерения электроизмерительных приборов с помощью шунтов и добавочных сопротивлений**

##### Цель работы:

Изучении методов измерения больших значений силы тока и напряжения, определении зависимости верхнего предела измерения электроизмерительных приборов от значения шунтирующего сопротивления.

##### Задание:

1. изучить схемы подключения шунтирующего сопротивления к амперметру и вольтметру;
2. провести серии экспериментов для различных значений шунтирующего и добавочного сопротивления;
3. установить зависимости полученного шунтированием предела измерения прибора от значения сопротивления шунта.

##### Порядок выполнения:

Соответствует этапу задания.

##### Форма отчетности:

Отчёт сдаётся в печатном виде. В отчёте должны присутствовать

1. теоретические сведения о расширении пределов измерения электромагнитных приборов;
2. порядок выполнения работы;
3. порядок обработки экспериментальных данных;
4. таблицы, содержащие результаты экспериментов и расчетов;
5. графики искомых зависимостей;
6. вывод.

##### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены индивидуальным заданием обучающегося.

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 1 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..

2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.

3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.

2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Почему шунт позволяет изменить предел измерения электроизмерительных приборов?
2. Шунт с каким сопротивлением необходимо использовать при измерении силы тока до 1000 мА амперметром с верхним пределом измерения 200 мА?
3. Почему шунт для расширения предела измерения амперметра включается параллельно амперметру, а шунт для расширения предела измерения вольтметра – последовательно вольтметру?

#### **Практическое занятие №4**

##### **Определение подлинности товара по штрих-коду международного евростандарта EAN**

*Занятие проводится в интерактивной форме с разбором конкретных ситуаций (1 ч).*

#### Цель работы:

Изучить методику международного евростандарта EAN и научиться определять подлинность товара по тринадцатизначному и восьмизначному штрих-коду.

#### Задание:

1. Расшифровать штрих-код и произвести вычисления в соответствии с методикой международного стандарта EAN.
2. Сравнить полученный результат вычисления с контрольной цифрой.
3. Создать вывод о подлинности товара.

#### Порядок выполнения:

Соответствует этапу задания.

#### Форма отчетности:

Отчёт сдаётся в печатном виде. В отчёте должны присутствовать

1. эскиз штрих-кода;
2. анализ содержания штрих-кода;
3. результаты расчетов;
4. выводы по результатам расчетов.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены индивидуальным заданием обучающегося.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 3 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение товарного штрих-кода
2. Какая информация содержится в товарном штрих-коде?
3. Какую информацию получает рядовой потребитель из товарного штрих-кода?
4. Какой ряд в товарном штрих-коде предназначен для покупателя?
5. Что в штрих-кодах стандартизовано?

## **Практическое занятие №5**

### **Анализ реального сертификата соответствия**

*Занятие проводится в интерактивной форме с разбором конкретных ситуаций (1 ч).*

#### Цель работы:

Проанализировать заданный сертификат соответствия и сделать выводы о его годности

#### Задание:

Проанализировать все позиции сертификата соответствия и ответить на поставленные вопросы

#### Порядок выполнения:

Соответствует этапу задания.

#### Форма отчетности:

Отчёт сдаётся в печатном виде. В отчёте должны присутствовать

1. рассматриваемый сертификат соответствия;
2. анализ сертификата соответствия;
3. результаты анализа;
4. выводы.

#### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены индивидуальным заданием обучающегося.

#### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в 4 разделе данной дисциплины.

#### Основная литература

- 1 К.К. Ким. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович. – СПб.: Питер, 2008. – 368 с.: ил..
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.
3. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учебник для вузов / Г.П.Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2005. - 352 с.

#### Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2008. - 213 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие признаки сертификата соответствия характеризуют его подлинность (действительность)?
2. Какую цель преследует добровольная сертификация?
3. Кто определяет проведение обязательной и добровольной сертификации продукции (услуг)?
4. Какой маркировочный знак на упаковке товара информирует покупателя о том, что товар имеет сертификат соответствия?
5. Третья сторона в процессе сертификации
6. Кто оплачивает сертификационные испытания?

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- ОС Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР или Лк</i>
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Лк	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд "Электрические измерения", «Поверка КИП»	Лк
ЛР	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторные стенды: «Электрические измерения», «Поверка КИП» персональные компьютеры	ЛР №1-5
ПЗ	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторные стенды: «Электрические измерения», «Поверка КИП» персональные компьютеры	ПЗ№1-5
СР	ЧЗЗ	-	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

<b>№ компетенции</b>	<b>Элемент компетенции</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тема</b>	<b>ФОС</b>
ОПК-8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	<b>1. Теоретические основы метрологии</b>	1.1. Физические свойства, величины и шкалы. 1.2. Международная система единиц. 1.3. Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии. 1.4. Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений. 1.5. Погрешности измерений и СИ. 1.6. Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ. 1.7. Метрологические характеристики СИ. 1.8. Выбор СИ. Общие положения.	Экзаменационные вопросы №1.1.-1.20.
		<b>2. Основы метрологического обеспечения</b>	2.1. Основы метрологического обеспечения. 2.2. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений 2.3. Структура и функции метрологической службы. 2.4. Поверка и калибровка СИ.	Экзаменационные вопросы №2.1.-2.4.
ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<b>3. Основы стандартизации</b>	3.1. Стандартизация - основные понятия и определения. 3.2. Нормативные документы 3.3. Цели и задачи стандартизации по стандартизации 3.4. Методы стандартизации	Экзаменационные вопросы №3.1.-3.4.
		<b>4. Основы сертификации</b>	4.1. Основные цели сертификации 4.2. Обязательная и добровольная сертификация 4.3. Стадии сертификации.	Экзаменационные вопросы №4.1.-4.4.

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименова- ние раздела	
	Код	Определение			
1	2	3	4	5	
1	ОПК-8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	<p>1.1. Предмет метрологии, ее основные задачи.</p> <p>1.2. Свойство. Величина. Классификация величин.</p> <p>1.3. Шкалы величин.</p> <p>1.4. Классификация физических величин.</p> <p>1.5. Международная система единиц (СИ).</p> <p>1.6. Измерение. Основные свойства измерения. Основное уравнение измерения. Постулаты метрологии.</p> <p>1.7. Методы измерений.</p> <p>1.8. Виды измерений.</p> <p>1.9. Погрешности измерений.</p> <p>1.10. Погрешности СИ</p>	1. Теоретические основы метрологии	
2	ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<p>1.11. Принципы оценивания погрешностей.</p> <p>1.12. СИ. Классификация СИ</p> <p>1.13. Принципы построения аналоговых СИ.</p> <p>1.14. Принципы построения цифровых СИ.</p> <p>1.15. Метрологические характеристики аналоговых СИ, классификация.</p> <p>1.16. Виды шкал СИ. Выбор нормирующего значения.</p> <p>1.17. Метрологические характеристики цифровых СИ, классификация.</p> <p>1.18. Обработка результатов однократных измерений</p> <p>1.19. Обработка результатов многократных измерений</p> <p>1.20. Выбор СИ. Общие положения.</p>		
			<p>2.1. Основы метрологического обеспечения.</p> <p>2.2. Закон «Об обеспечении единства измерений». Основные положения</p> <p>2.3. Структура и функции метрологической службы.</p> <p>2.4. Проверка и калибровка СИ.</p>		2. Основы метрологического обеспечения измерений
			<p>3.1. Стандартизация - основные понятия и определения.</p> <p>3.2. Нормативные документы</p> <p>3.3. Цели и задачи стандартизации по стандартизации</p> <p>3.4. Методы стандартизации</p>		3. Основы стандартизации
			<p>4.1. Основные цели и задачи сертификации</p> <p>4.2. Обязательная и добровольная сертификация</p> <p>4.3. Стадии сертификации.</p>		4. Основы сертификации

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-8): теоретические основы метрологии, основы метрологического обеспечения; законодательство РВ об обеспечении единства измерений; основы сертификации и стандартизации; (ПК-1): принципы действия и устройство измерительной аппаратуры</p> <p><b>Уметь</b> (ОПК-8): измерять параметры объектов с помощью типовых средств измерений, производить обработку экспериментальных данных и оценивать погрешности измерений (ПК-1): измерять физические величины и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-8): основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений; (ПК-1): основными методами измерений и обработки результатов</p>	<p style="text-align: center;"><b>отлично</b></p> <p style="text-align: center;"><b>хорошо</b></p> <p style="text-align: center;"><b>удовлетворительно</b></p> <p style="text-align: center;"><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>Студент должен во время ответа показать знания: основ метрологии, основ обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений», основ стандартизации и сертификации, устройства и принципов действия СИ, видов и методов измерений ФВ, погрешностей измерений и способов их устранения, метрологических характеристик СИ, правил выбора СИ, а также знания основных терминов, используемых в научно-технической литературе по метрологии. Студент должен иметь навыки владения: основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений; основами стандартизации и сертификации; методами и правилами проведения поверки СИ, а также понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке. Студент во время ответа должен продемонстрировать умения: измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, производить обработку экспериментальных данных и оценивать погрешности измерений с применением современных информационных технологий и технических средств.</p> <p>Ответ содержит неточности. Дополнительные вопросы требуются, но студент с ними справляется отлично.</p> <p>Ответил только на один вопрос, либо слабо ответил на оба вопроса. На дополнительные вопросы отвечает неуверенно.</p> <p>На оба вопроса студент отвечает неубедительно. На дополнительные вопросы преподавателя также не может ответить.</p>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина «Метрология и измерительная техника» направлена на ознакомление с современными средствами и методами измерений физических величин, целями, этапами сертификации, основами стандартизации, основами метрологического обеспечения, структурой и задачами метрологической службы, с обработкой результатов измерений, на формирование знаний и умений, необходимых для выбора требуемых СИ, а также получения практических навыков работы с измерительной аппаратурой, обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств, а также использования нормативных документов в своей деятельности.

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия;
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения раздела «Теоретические основы метрологии» студенты должны ознакомиться с основными понятиями и определениями в области метрологии, получить знания видов и методов измерений, погрешностей измерений и СИ, принципов построения измерительной техники, а также правилами ее выбора.

В ходе освоения раздела «Основы метрологического обеспечения измерений» студенты должны ознакомиться с правовыми, техническими, организационными основами метрологического обеспечения, ФЗ «Об обеспечении единства измерений», а также с методикой проведения поверки и калибровки измерительной техники и структурой и функциями метрологической службы предприятий.

В ходе освоения раздела «Основы стандартизации», студенты должны ознакомиться с основными понятиями, целями и задачами стандартизации, нормативными документами по стандартизации, методами и видами стандартизации.

В ходе освоения раздела «Основы сертификации» студенты должны ознакомиться с основными понятиями по сертификации, обязательной и добровольной сертификацией, способами подтверждения соответствия, этапами сертификации.

В процессе проведения лабораторных и практических работ происходит формирование практических навыков работы с измерительной техникой, с проведением измерительных операций, определением метрологических характеристик применяемой измерительной аппаратуры, формирование умений и навыков проведения расчетов и обработки результатов измерений, а также закрепление знаний, полученных на лекциях и при самостоятельной работе.

Проведение экзамена направлено на выявление знаний студентов по изучаемой дисциплине. Основные показатели, критерии оценивания уровня освоения компетенций, а также вопросы к экзамену приведены в приложении 1.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Метрология и измерительная техника**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний и умений, необходимых для проведения экспериментов на действующих объектах по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств, а также использования нормативных документов в своей деятельности.

Задачей изучения дисциплины является приобретение навыков и умений использования существующих видов и методов измерения физических величин, методов определения и нормирования основных метрологических характеристик типовых средств измерений.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 36 часов, лабораторные работы – 36 часов, практические занятия – 18 часов, самостоятельная работа студентов – 63 часа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Теоретические основы метрологии
2. Основы метрологического обеспечения измерений
3. Основы стандартизации
4. Основы сертификации

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

ОПК-8- способность использовать нормативные документы в своей деятельности

ПК-1 - способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

#### **4. Вид промежуточной аттестации: экзамен**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

<b>№ компетенции</b>	<b>Элемент компетенции</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тема</b>	<b>ФОС</b>
ОПК-8	способность использовать нормативные документы в своей деятельности	<b>1.</b> Теоретические основы метрологии	1.1. Физические свойства, величины и шкалы. 1.2. Международная система единиц. 1.3. Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии. 1.4. Виды и методы измерений. Формы представления результатов измерений. 1.5. Погрешности измерений и СИ. 1.6. Виды СИ. Принципы построения аналоговых и цифровых СИ. 1.7. Метрологические характеристики СИ. 1.8. Выбор СИ. Общие положения.	Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ
		<b>2.</b> Основы метрологического обеспечения измерений	2.1. Основы метрологического обеспечения. 2.2. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений 2.3. Структура и функции метрологической службы. 2.4. Поверка и калибровка СИ.	Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ
ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<b>3.</b> Основы стандартизации	3.1. Стандартизация - основные понятия и определения. 3.2. Нормативные документы 3.3. Цели и задачи стандартизации 3.4. Правовые основы стандартизации. 3.5. Методы стандартизации	Отчеты по ПЗ Вопросы для собеседования
		<b>4.</b> Основы сертификации	4.1. Основные цели сертификации 4.2. Обязательная и добровольная сертификация 4.3. Правила и порядок проведения сертификации. Стадии сертификации.	Отчеты по ПЗ Вопросы для собеседования

## Вопросы для собеседования

1. Стандартизация - основные понятия и определения.
2. Нормативные документы
3. Цели и задачи стандартизации
4. Правовые основы стандартизации.
5. Методы стандартизации
6. Основные цели сертификации
7. Обязательная и добровольная сертификация
8. Правила и порядок проведения сертификации.
9. Стадии сертификации

### 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-8): теоретические основы метрологии, основы метрологического обеспечения; законодательство РФ об обеспечении единства измерений; основы сертификации и стандартизации; (ПК-1): принципы действия и устройство измерительной аппаратуры</p> <p><b>Уметь</b> (ОПК-8): измерять параметры объектов с помощью типовых средств измерений, производить обработку экспериментальных данных и оценивать погрешности измерений (ПК-1): измерять физические величины и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p> <p><b>Владеть</b> (ОПК-8): основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений; (ПК-1): основными методами измерений и обработки результатов</p>	<b>зачтено</b>	<p>Во время защиты работ студент ответил на поставленные преподавателем вопросы, показав знания: основ метрологии, основ обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений», основ сертификации, принципов действия СИ для измерения физических величин, видов и методов измерений ФВ, погрешностей измерений и способов их устранения, метрологических характеристик СИ, а также знания основных терминов, используемых в научно-технической литературе по метрологии;</p> <p>показав навыки владения: основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений; основами сертификации; методами и правилами проведения поверки (калибровки) СИ, а также понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке;</p> <p>демонстрируя умения: измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, производить обработку экспериментальных данных и оценивать погрешности измерений с применением современных информационных технологий и технических средств</p>
	<b>незачтено</b>	<p>Во время защиты работ студент не смог дать ответы на поставленные преподавателем вопросы. Либо отчет по лабораторным/ практическим работам вызывает нарекания.</p>