

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

« _____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В
ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

Б1.Б.23

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Многоканальные телекоммуникационные системы

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	34
4.4 Семинары / практические занятия.....	34
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	34
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	35
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	36
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	36
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	37
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ	37
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	51
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	51
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	52
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	58
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	58
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	59

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

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к экспериментально-исследовательской и проектной видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Обучение современным средствам и методам измерений физических величин, проведению однократных и многократных измерений и способам обработки результатов измерений, формированию знаний и умений, необходимых для выбора информационного и метрологического обеспечения систем телекоммуникаций.

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
ОК-4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности	знать: основы обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» уметь: использовать знания по обеспечению единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» в сфере инфокоммуникаций владеть: навыками применения знаний ФЗ «Об обеспечении единства измерений», основ обеспечения единства измерений в сфере инфокоммуникаций
ОПК-5	способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации)	знать: теоретические основы стандартизации, виды и категории стандартов уметь: использовать нормативные документы в сфере профессиональной деятельности владеть: навыками применения нормативной документации в области инфокоммуникаций
ПК-12	готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	знать: теоретические основы сертификации, способы подтверждения соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов уметь: использовать нормативные документы по сертификации владеть: навыками применения нормативных документов при контроле соответствия
ПК-14	умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	знать: теоретические основы сертификации, национальные и международные стандарты уметь: проводить первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов владеть: навыками проведения контроля соответствия
ПК-18	способность организовывать и проводить эксперимен-	знать: теоретические основы метрологии, принципы действия средств измерений, виды и мето-

	<p>тальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов</p>	<p>ды измерений физических величин, погрешности измерений и способы их устранения, метрологические характеристики средств измерений; уметь: использовать технические средства для измерения физических величин, обрабатывать результаты однократных и многократных измерений, проводить монтаж и наладку применяемых средств измерений владеть: навыками измерения физических величин, методами и правилами проведения поверки и калибровки средств измерений.</p>
--	---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.23 Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях относится к базовой части.

Дисциплина Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: Б1.Б.09 Физика, Б1.В.12 Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах, Б1.Б.17 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях представляет основу для изучения дисциплин: Б1.В.13 Многоканальные телекоммуникационные системы, Б1.В.15 Проектирование и эксплуатация систем передачи.

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	72	36	18	18	54	-	Экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в ин- терактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с пре- подавателем (всего)	72	15	72
Лекции (Лк)	36	5	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	5	18
Практические занятия (Пз)	18	5	18
Групповые (индивидуальные) консультации	+		+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	54	-	54
Подготовка к лабораторным работам	18	-	18
Подготовка к практическим занятиям	18	-	18
Подготовка к экзамену в течение семестра	18	-	18
III. Промежуточная аттестация экзамен	54	-	54
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	180	-	180
	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая са- мостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самосто- ятельная работа обучаю- щихся
			лекции	лабора- торные работы	практи- ческие занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия и опре- деления метрологии.	15	4	3	3	5
1.1.	Физические свойства, величи- ны и шкалы.	5	2	1	1	1
1.2.	Международная система еди- ниц.	5	1	1	1	2
1.3.	Измерение. Основные свой- ства измерения. Основные по- ступлаты метрологии.	5	1	1	1	2
2.	Виды и методы измерений.	17	4	3	3	7
2.1.	Виды и методы измерений.	10	2	2	2	4
2.2.	Качество измерений	7	2	1	1	3
3.	Погрешности измерений и средств измерений	18	5	3	3	7

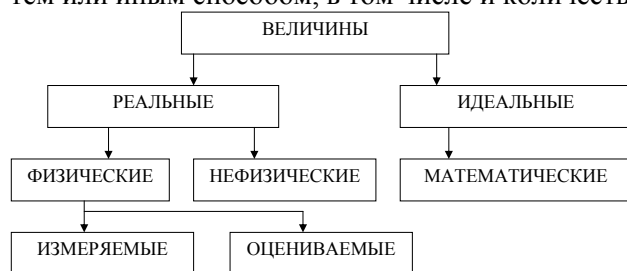
3.1.	Погрешности измерений и СИ.	10	3	2	2	3
3.2.	Нормирование погрешностей и формы представления результатов измерений.	8	2	1	1	4
4.	Методы и средства обеспечения единства и точности измерений	15	5	3	-	7
4.1.	Понятие и основы метрологического обеспечения.	2	1	-	-	1
4.2.	Научно-методические и правовые основы ОЕИ	3	1	-	-	2
4.3.	Законодательство РФ об обеспечении единства измерений.	3	1	-	-	2
4.4.	Технические основы ОЕИ	2	1	-	-	1
4.5.	Поверка и калибровка СИ.	5	1	3	-	1
5.	Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.	21	5	3	6	7
5.1.	Виды СИ.	5	1	1	1	2
5.2.	Метрологические характеристики СИ.	7	3	1	1	2
5.3.	Выбор СИ.	6	1	1	1	3
6.	Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин	18	5	3	3	7
6.1.	Исследование формы сигналов.	3,5	1	1	0,5	1
6.2.	Измерение частоты и интервалов времени	2	0,5	-	0,5	1
6.3.	Измерение фазового сдвига	2	0,5	-	0,5	1
6.4.	Измерение электрической мощности	3	1	-	1	1
6.5.	Измерение сопротивления	2,5	1	-	0,5	1
6.6.	Шумовые параметры радиоэлектронных устройств. Измерение шумовых параметров.	5	1	2	-	2
7.	Основы стандартизации.	11	4	-	-	7
8.	Основы сертификации.	11	4	-	-	7
	ИТОГО	126	36	18	18	54

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 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). Основана на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль имен. Нумерация объектов по шкале наименований осуществляется по принципу: «не приписывай одну и ту же цифру разным объектам»; в них отсутствует понятие «0», «больше» или «меньше» и единицы измерения.

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.

Переход от одной шкалы отношений к другой, эквивалентной ей шкале осуществляется с помощью преобразования подобия, поэтому шкалы отношений отражают, во сколько раз свойство одного объекта превосходит это же свойство другого объекта.

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.

Рассмотрим основные единицы системы СИ.

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 – стерадиан: 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

Единицы, временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ: морская миля (в морской навигации); карат (в ювелирном деле единица массы). Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями.

Единицы, изъятые из употребления: миллиметр ртутного столба (единица давления); лошадиная сила (единица мощности).

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.

РАЗДЕЛ 2. ВИДЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ.

Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (2 часа).

2.1. Виды и методы измерений.

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. Например, измерение размеров тела, постоянного давления.
- 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.

Например, измерение пульсирующих давлений, вибраций.

5. по способу получения результата:

- прямые
- косвенные
- совокупные
- совместные

Прямые - это измерения, при которых искомое значение величины находят из опытных данных непосредственно в результате проведения измерения. Например, длину измеряют непосредственно линейкой, силу – динамометром. Прямых измерений подавляющее большинство.

Уравнение прямого измерения: $y=Cx$, где C – цена деления СИ.

Косвенные – это измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, найденными прямыми измерениями.

Косвенные измерения широко распространены в тех случаях, когда искомую величину невозможно или слишком сложно измерить непосредственно или когда прямое измерение дает менее точный результат.

Уравнение косвенного измерения: $y=f(x_1, x_2, \dots, x_i)$, где x_i – i -ый результат прямого измерения.

Совокупные измерения осуществляются путем одновременного измерения нескольких одноименных величин, при которых искомое значение находят путем решения системы уравнений,

получаемых в результате прямых измерений различных сочетаний этих вели-

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, x_1', x_2', \dots, x_m') = 0$$

чин: $F(x_1, x_2, \dots, x_n, x_1'', x_2'', \dots, x_m'') = 0$

.....
 $F(x_1, x_2, \dots, x_n, x_1^n, x_2^n, \dots, x_m^n) = 0$

где x_1, x_2, \dots, x_n – искомые величины, значения которых находят при решении системы уравнений; x_1', x_2', \dots, x_m' ; $x_1'', x_2'', \dots, x_m''$; $x_1^n, x_2^n, \dots, x_m^n$ – значения измеренных величин.

Совместными называют производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин с целью нахождения функциональной связи между этими величинами. Основное уравнение имеет тот же вид, что и при совокупных измерениях.

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: на вход СИ подается разностный сигнал между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой. Неизвестная величина определяется по известной величине и измеренной разности. Дифференциальный метод используют тогда, когда практическое значение имеет отклонение измеряемой величины от некоторого номинального значения (уход частоты, отклонение напряжения).

➤ нулевой метод: аналогичен дифференциальному, но разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, сводится к нулю, что фиксируется высокочувствительным прибором – нуль-индикатором.

➤ 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.

2.2. Качество измерений

Под качеством измерений понимают совокупность свойств, обуславливающих получение результатов с требуемыми точностными характеристиками, в необходимом виде и в установленные сроки. Качество измерений характеризуется такими показателями, как точность, правильность и достоверность.

Точность измерений – это близость результатов измерений к истинному значению измеряемой величины.

Точность характеризуется значением, обратным модулю относительной погрешности:

Правильность измерений определяется близостью к нулю систематической погрешности и зависит от того, в какой степени верно были выбраны СИ для данного вида измерений.

Достоверность измерений зависит от степени доверия к результату и характеризуется вероятностью того, что истинное значение измеряемой величины лежит в указанных окрестностях действительного, т.е. можно сказать, что достоверность – это близость к нулю случайной или неисключенной систематической погрешности.

Следует отметить, что результаты измерений, не обладающие достоверностью, т.е. степенью уверенности в их правильности, не представляют ценности. Например, датчик измерительной схемы может иметь весьма высокие МХ, но влияние погрешностей от его установки, внешних условий, методов регистрации и обработки сигналов приведет к большой конечной погрешности измерений.

Наряду с такими показателями как точность, достоверность, правильность, качество измерительных операций характеризуется также сходимостью и воспроизводимостью результатов. Эти показатели характеризуют точность испытаний.

Сходимость – это близость результатов двух испытаний, полученных одним методом, на идентичных установках, в одной лаборатории. Воспроизводимость отличается от сходимости тем, что оба результата должны быть получены в разных лабораториях.

РАЗДЕЛ 3. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

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

3.1. Погрешности измерений и СИ.

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 (Δ_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 ($\Delta_{\text{сл}}$) – 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, среднее квадратичное 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.

– Основную погрешность можно представить в виде суммы аддитивной и мультипликативной погрешностей.

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.

3.2. Нормирование погрешностей и формы представления результатов измерений

Чтобы результаты, полученные в различных лабораториях, могли сопоставляться, формы представления результатов измерений и показатели точности регламентируются нормативными документами (ГОСТ-ами). 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.

РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА И ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Лекция проходит в интерактивной форме в виде презентации (2 часа).

4.1. Понятие и основы метрологического обеспечения.

Единство измерений — состояние измерений, при котором их результаты выражены и узаконенных 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.

4.2. Научно-методические и правовые 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 взаимовязанных правил и положений, требований и норм, относящихся к организации и методике оценивания и обеспечения точности измерений.

4.3. 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).

4.4. Технические основы 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;
5. система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов; система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

4.5. 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 5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ; МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ.

5.1. Виды 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.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИ

1. по функциональному назначению:

– меры – это СИ, воспроизводящие или хранящие ФВ заданного размера. Меры могут быть однозначными, воспроизводящими одно значение ФВ (гиря, катушка сопротивления) 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

5.2. 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 Δu на выходе СИ к вызвавшему это изменение изменению Δx 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.

6) 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.

7) 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.

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

9) 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:

$$K = 20 \lg\left(\frac{U_m}{\Delta U}\right),$$

где U_m – амплитудное значение напряжения помехи; ΔU – максимальная разность между показаниями прибора с помехой и после фильтрации помехи.

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

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

5.3. Выбор СИ.

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 δ_u относительная погрешность СИ $\delta_{СИ}$ должна быть на 25-30% ниже, чем δ_u : $\delta_{СИ} = 0,7 \delta_u$.

Если известна приведенная погрешность измерения γ_u , то приведенная погрешность СИ:

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 6. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Шунты предназначены для расширения пределов измерения по току и представляют собой калиброванные резисторы (меры). Шунты применяют в основном с магнитоэлектрическими измерительными механизмами в цепях постоянного тока.

Добавочные резисторы предназначены для расширения пределов измерения по напряжению электроизмерительных механизмов, т.е. они ограничивают ток в цепи измерительного механизма и позволяют использовать его для измерения больших значений напряжения. Их включают последовательно с измерительным механизмом.

Делители напряжения понижают напряжения в определенное число раз.

Аттенюаторы (ослабители) предназначены для понижения напряжения в требуемое число раз; с их помощью осуществляется нормирование малых уровней сигналов.

Измерительные трансформаторы предназначены для преобразования больших напряжений и токов в относительно малые напряжения и токи с целью последующего их использования для измерения типовыми приборами.

Согласующие трансформаторы предназначены для сохранения неизменной величины сопротивления на их входе при разных сопротивлениях, нагружающих их выход.

Измерительные усилители обеспечивают поддержание на заданном уровне и с определенной точностью значений измерительных сигналов. Также обеспечивают развязку отдельных трактов и линейный режим работы измерительных цепей, обнаружение малых токов и напряжений в измерительных цепях, согласование входов измерительных приборов с источниками сигналов.

ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Частотой колебаний называют число полных колебаний в единицу времени $f=n/t$, где t – время существования n колебаний.

Для периодических сигналов частота $f=1/T$, где T – период колебаний, который определяется как наименьший интервал времени, через который повторяются значения периодического сигнала.

Весь спектр частот делится на два диапазона – низкие и высокие.

Низкие частоты: инфразвуковые – ниже 20 Гц;

звуковые – 20...20 кГц;

ультразвуковые – 20...200 кГц.

Высокие частоты: высокие – 200 кГц...30 МГц;

ультра высокие – 30...300 МГц.

Наиболее часто для измерения частоты используют метод непосредственной оценки (к которому относится метод дискретного счета) и метод сравнения (гетеродинный).

МЕТОД ДИСКРЕТНОГО СЧЕТА

Метод дискретного счета лежит в основе построения электронно-счетных частотомеров (ЭСЧ), используемых для измерения частотно-временных параметров электрических сигналов. Принцип действия этих частотомеров основан на счете числа импульсов за интервал времени. Данные приборы удобны в эксплуатации, имеют широкий диапазон измеряемых частот, имеют высокую точность измерения.

Сущность метода дискретного счета рассмотрим на основе анализа типовой структурной схемы ЭСЧ.

Входное устройство обеспечивает усиление или ослабление входного сигнала до значения, требуемого для работы формирующего устройства.

Формирующее устройство преобразует исследуемый сигнал в последовательность импульсов, называемых счетными, частота следования которых равна частоте исследуемого сигнала.

Временной селектор представляет собой логическую схему, которая открывается строб-импульсом прямоугольной формы и в течение его длительности, которое определяет время измерения, пропускает группу импульсов на вход электронного счетчика.

Для формирования строб-импульса (т.е. сигнала калиброванного временного интервала) используется опорный генератор. Для этого используют высокостабильный кварцевый генератор ча-

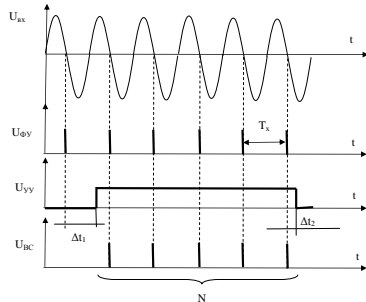
стойкой 1 или 5 МГц, который вырабатывает последовательность импульсов, поступающих на делитель частоты.

Делитель частоты формирует последовательность импульсов, частота следования которых в 10^n ($n=1, 2, 3, \dots$) раз ниже частоты сигнала опорного генератора.

Устройство формирования и управления на основе сигнала, поступающего с делителя частоты, обеспечивает получение прямоугольного строб-импульса, длительность которого определяет время счета и соответственно время измерения.

Электронный счетчик обеспечивает подсчет и запоминание числа импульсов, прошедших через селектор за время строб-импульса.

Информация с электронного счетчика поступает на цифровой индикатор, по табло которого производится отсчет информации в единицах частоты. Счетчик подсчитывает число импульсов N и выдает соответствующий код на цифровой индикатор. Перед началом нового цикла измерений необходимо подготовить счетчик, сбросив показания прошлого цикла через цепь сброса от устройства управления.



Δt_1 Δt_2 – абсолютные погрешности дискретизации, обусловленные потерями части периода измеряемых импульсов.

МЕТОД СРАВНЕНИЯ (ГЕТЕРОДИННЫЙ)

Сущность данного метода заключается в сравнении частоты исследуемого сигнала с частотой известного источника. В качестве известного источника используют генератор сигнала образцовой частоты (гетеродин).

Исследуемый и образцовый сигналы подаются на устройство сравнения (смеситель), а результирующий сигнал – на индикатор.

В зависимости от вида применяемого индикатора возможны различные способы сравнения.

Одним из распространенных является способ нулевых биений. Суть его состоит в том, после смесителя ставится фильтр низких частот, который выделяет сигнал с самой низкой частотой F , называемой частотой биений и равной разности сравниваемых частот $F=|f_0-f_x|$.

Если частоты f_0 и f_x равны друг другу, то частота биений равна нулю.

На практике в качестве индикатора частоты биений используют головной телефон. Если плавно изменять образцовую частоту f_0 , то, начиная со значения частоты биений, равной 15-20 кГц, в телефоне будет слышен тон, понижающийся по мере приближения образцовой частоты f_0 к измеряемой частоте f_x . Однако определить момент, когда образцовая и измеряемые частоты равны по отсутствию тона в телефоне нельзя, т.к. человеческое ухо не реагирует на частоты ниже 20 Гц. Поэтому при использовании в качестве индикатора головных телефонов несовершенство органов слуха человека приводит к погрешности при определении частоты до 20 Гц.

Для повышения точности вместо телефона используют магнитоэлектрический миллиамперметр, т.е. заменяют слуховой индикатор визуальным. Колебания стрелки миллиамперметра становятся заметными при частоте менее 10 Гц, а при равенстве образцовой и измеряемой частот стрелка останавливается на нуле.

ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ (ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ОММЕТР)

E – источник питания; Ω – магнитоэлектрический миллиамперметр с внутренним сопротивлением $R_{вн}$, шкала которого проградуирована в единицах сопротивления; R_x – переменный калибровочный резистор (для установки указателя прибора на нуль шкалы); R_x – измеряемое сопротивление; R_d – добавочный резистор.

Принцип действия электромеханических омметров основан на зависимости тока, протекающего через прибор, от сопротивления R_x , включенного в схему измерения.

При последовательном соединении измеряемого сопротивления и миллиамперметра ток, протекающий через прибор, с увеличением измеряемого сопротивления уменьшается: $I=U/(R_k+R_x)$. Поэтому у таких омметров шкала градуируется от ∞ до 0.

Последовательные схемы применяют для измерения больших сопротивлений.

При параллельном соединении измеряемого сопротивления и миллиамперметра ток, протекающий через прибор, с увеличением измеряемого сопротивления растет и шкала градуируется от 0 до ∞ .

Параллельную схему используют для измерения малых сопротивлений, т.к. большие сопротивления слабо влияют на изменение тока.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОММЕТР

Принцип действия электронных омметров основан на преобразовании измеряемого сопротивления в постоянное напряжение, измеряемое магнитоэлектрическим измерительным механизмом, шкала которого проградуирована в единицах сопротивления. Напряжение на выходе УПТ U_x можно

определить $U_x = U_0 \frac{R_x}{R_0}$.

Для повышения точности измерения весь диапазон измерений омметра разбивается на поддиапазоны, каждому из которых соответствует свое значение R_0 . Переключением R_0 выбирают наиболее удобную шкалу для отсчитывания показаний в требуемом диапазоне измерений.

Омметры такого типа применяют для измерения малых сопротивлений.

Для измерения средних и больших сопротивлений в схему добавляют операционный усилитель, имеющий большой коэффициент усиления и большое входное сопротивление. Операционный усилитель имеет отрицательную обратную связь, цепь которой образована резисторами R_x и R_0 .

Напряжение на выходе усилителя омметра U_x можно определить $U_x = U_0 \frac{R_x}{R_0}$.

Погрешности измерения электронных омметров значительны 2-4%.

В приборах для измерения особо больших (тераомметры) сопротивлений сопротивления R_x и R_0 меняются местами. Погрешность измерения тераомметров достигает 10%.

КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ (МЕТОД ВОЛЬТМЕТРА-АМПЕРМЕТРА)

Метод вольтметра-амперметра является косвенным, т.к. заключается в измерении тока и напряжения в цепи с измеряемым сопротивлением и последующим расчетом его по закону Ома.

Достоинство этого метода состоит в том, что через резистор, сопротивление которого измеряется, можно пропускать реально действующий ток.

Действительное значение измеряемого сопротивления $R_x=U_{R_x}/I_{R_x}$.

Т.к. вольтметр обладает внутренним сопротивлением R_v , то реальное значение R_x' будет отличаться от действительного R_x и измерение будет содержать методическую погрешность: $\Delta R_x=R_x'-R_x$.

где I_v – ток, протекающий через вольтметр; R_v – сопротивление вольтметра.

Относительная методическая погрешность будет определяться $\delta = \frac{R_x}{R_x + R_v} 100\%$.

Данный метод можно использовать также для измерения индуктивности и емкости.

МОСТОВЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ

Мостовые схемы применяют для измерения параметров электрических цепей методом сравнения.

Мостовые схемы обладают высокой чувствительностью, большой точностью, широким диапазоном значений измеряемых величин.

МОСТЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Данные мосты используют для измерения сравнительно больших сопротивлений, от десятков Ом и выше.

см. нулевой метод

МОСТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Мосты переменного тока используют для измерения сопротивления, емкости, индуктивности и др. параметров.

В отличие от мостов постоянного тока здесь в одну диагональ моста включен источник переменного напряжения, в другую – нулевой индикатор переменного напряжения.

При равновесии моста ток в измерительной диагонали отсутствует, т.е. $Z_x Z_3 = Z_2 Z_4$.

В показательной форме это равенство имеет вид: $Z_x Z_3 e^{j(\varphi_x + \varphi_3)} = Z_2 Z_4 e^{j(\varphi_2 + \varphi_4)}$ или $Z_x Z_3 = Z_2 Z_4$
 $\varphi_x + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4$

Рассмотрим мост для измерения емкости конденсатора.

Два его плеча составлены из магазинов сопротивлений R_2 и R_4 . Третье плечо образовано последовательно соединенными образцовым конденсатором C_0 и переменным резистором с малым сопротивлением R_0 . В четвертое плечо включен измеряемый конденсатор C_x , сопротивление потерь которого R_x .

Полные сопротивления плеч определяются равенствами ($R = \frac{1}{\omega C}$ - емкостное; $R = \omega L$ - индуктивное):

$$Z_1 = R_x + \frac{1}{j\omega C_x}; Z_2 = R_2; Z_3 = R_0 + \frac{1}{j\omega C_0}; Z_4 = R_4.$$

Согласно условию равновесия $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ имеем

$$\left(R_x + \frac{1}{j\omega C_x} \right) R_4 = \left(R_0 + \frac{1}{j\omega C_0} \right) R_2,$$

$$\text{или } R_x + \frac{1}{j\omega C_x} = R_0 \frac{R_2}{R_4} + \frac{1}{j\omega C_0} \cdot \frac{R_2}{R_4}.$$

Приравняв отдельно действительные и мнимые части, получаем выражения для определения параметров конденсатора: $R_x = R_0 \frac{R_2}{R_4}$ и $C_x = C_0 \frac{R_4}{R_2}$.

Погрешность переменных мостов обусловлена погрешностями элементов образующих мост, чувствительностью схемы и индикатора.

По сравнению с мостами постоянного тока мосты переменного тока больше подвержены влиянию помех и паразитных связей между плечами, плечами и землей, мостом и оператором.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Мощность является определяющей энергетической величиной при оценке энергии, потребляемой электрической цепью от источника.

В цепях постоянного тока мощность, потребляемая электрической нагрузкой R (активная мощность), определяется через ток I и напряжение U : $P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$.

В цепях переменного тока различают мгновенную, активную, реактивную и полную мощности.

Мгновенной мощностью $P(t)$ называется произведение мгновенных значений напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$: $P(t) = u(t) \cdot i(t)$.

Полная мощность P_n определяет максимальную электрическую нагрузку электрической цепи, измеряется в вольт-амперах ($V \cdot A$) и определяется через средние квадратические значения напряжения U и тока I : $P_n = UI = I^2 Z$,

где Z – полное сопротивление нагрузки.

Активная мощность P_a – это мощность, поглощаемая электрической цепью, измеряется в ваттах и определяется: $P_a = UI \cos \varphi = I^2 R$, где φ – фазовый сдвиг между напряжением и током; R – активное сопротивление нагрузки.

Реактивная мощность P_p – это мощность, которой обмениваются генератор и нагрузка в электрической цепи: $P_p = UI \sin \varphi = I^2 X$, где X – реактивное сопротивление нагрузки. Измеряется в вольтамперах реактивных (V^*A_p) и не оказывает непосредственного воздействия на нагрузку.

Полная, активная и реактивная мощности связаны между собой $P_n = \sqrt{P_a^2 + P_p^2}$.

В цепях постоянного и переменного тока промышленной частоты прямые измерения мощности проводят с помощью ваттметров электромеханического типа; для косвенных измерений используют амперметры и вольтметры.

В цепях переменного тока высоких частот (ВЧ) прямые измерения мощности проводят с помощью электронных ваттметров; для косвенных измерений используют электронные амперметры и вольтметры.

В диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) используют только прямые измерения, основанные на преобразовании энергии электромагнитных колебаний в другие виды энергии (тепловую, механическую), более удобные для измерений, с последующим преобразованием в электрический сигнал.

ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ (ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД)

Суть метода состоит в использовании для измерения мощности ваттметров электромеханического типа, в основном электродинамических и ферродинамических.

Неподвижная катушка ваттметра включается как амперметр, а подвижная как вольтметр, т.е. параллельно нагрузке. Ток I_A , протекающий через неподвижную катушку с сопротивлением R_A , и ток I_n , протекающий через нагрузку R_n , равны. Измеряемое напряжение U складывается из падения напряжения на неподвижной катушке U_A и нагрузке U_n : $U = U_A + U_n$. Тогда при отсутствии сдвига фаз между током и напряжением измеряемая активная мощность равна мощности, потребляемой нагрузкой и неподвижной катушкой $P_a = UI_n = U_A I_n + U_n I_n = P_n + P_A$.

Методическая погрешность измерения определяется $\delta = \frac{P_A}{P_n} 100\% = \frac{R_A}{R_n} 100\%$.

КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ (МЕТОД АМПЕРМЕТРА И ВОЛЬТМЕТРА)

Косвенные измерения мощности с помощью амперметра и вольтметра применяют в цепях постоянного тока и переменного тока низкой частоты. Диапазон измеряемых мощностей определяется параметрами применяемых вольтметра и амперметра.

Данный метод прост, надежен, экономичен, но обладает недостатками: необходимо снимать показания по двум приборам, производить вычисления, невысокая точность за счет суммирования погрешностей приборов.

Сначала измеряют напряжение и ток, а затем находят мощность как произведение измеренного тока и напряжения $P = UI_n = U_A I_n + U_n I_n = P_n + P_A$.

При измерении мощности радиопередающих устройств, генераторов, усилителей и др. источников энергии при известном сопротивлении нагрузки, может использоваться только вольтметр или амперметр. Мощность в этом случае определяется $P = \frac{U^2}{R} = I^2 R$.

Выбор типа амперметра или вольтметра определяется диапазоном частот, измеряемой мощностью, сопротивлением нагрузки и допустимой погрешностью измерения.

ШУМОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Внутренние шумы радиоэлектронных устройств обусловлены хаотическим движением носителей заряда в усилительных приборах, резисторах и др. элементах аппаратуры и приводят к возникновению погрешности.

Для оценивания шумовых свойств радиоэлектронных устройств используют следующие параметры: спектральная плотность мощности шума, коэффициент шума, стандартный коэффициент шума, интегральный коэффициент шума, эффективная температура шума входа четырехполюсника.

Спектральная плотность мощности шума – это дифференциальная энергетическая характеристика, позволяющая оценивать уровень шума на входе РЭУ:

$$S(f) = \lim_{\Delta f \rightarrow 0} \frac{P_{ш}(f)}{\Delta f},$$

где $P_{ш}(f)$ – мощность сигнала шума в такой узкой полосе частот Δf , что при ее дальнейшем сужении мощность сигнала шума $P_{ш}(f)$ не изменяется.

Коэффициент шума РЭУ (четырёхполосника, приемного устройства) показывает, во сколько раз шумы на выходе реальных четырёхполосников больше шумов идеального четырёхполосника.

$$K_{ш} = 1 + \frac{P_{\text{соб.ш.вх.}}}{P_{\text{ном.ш.вх.}}},$$

где $P_{\text{ном.ш.вх.}}$ - номинальная мощность шума на входе четырёхполосника, $P_{\text{соб.ш.вх.}}$ - мощность собственных шумов четырёхполосника на входе.

В идеальном четырёхполоснике собственные шумы отсутствуют, т.е. $K_{ш}=1$.

Т.о., коэффициент шума реальных четырёхполосников

$$\text{Стандартный коэффициент шума определяется } K_{\text{с.ш.}} = \frac{P_{\text{ш.вых.}}}{P_{\text{тепл.ш.вх.}} K_p},$$

где $P_{\text{ш.вых.}}$ - мощность шума на выходе четырёхполосника, $P_{\text{тепл.ш.вх.}}$ - мощность тепловых шумов на входе четырёхполосника при температуре 20°C ; K_p - коэффициент усиления по мощности $K_p = P_{\text{с.вых.}}/P_{\text{с.вх.}}$, где $P_{\text{с.вых.}}$; $P_{\text{с.вх.}}$ - номинальные мощности сигнала на входе и выходе четырёхполосника.

В реальных условиях мощность шума зависит также от спектра частот, в котором проводится измерение. Тогда, $K_{\text{с.ш.}} = 1 + \frac{S_{\text{соб.ш.вх.}}}{S_0}$, где $S_{\text{соб.ш.вх.}}$ - спектральная плотность мощности собственных шумов четырёхполосника; S_0 - нормированное значение спектральной плотности мощности шума.

$$\text{Усредненный (интегральный) коэффициент шума } K_{\text{ш.и}} = \frac{P_{\text{ш.вых.}}}{P_{\text{ном.ш.вх.}} K_p}.$$

Для маломощных РЭУ оценивание шумов по коэффициенту шума неудобно. Для таких устройств используется эффективная температура шума, т.е. температура некоторого условного теплового источника, расположенного на входе исследуемого РЭУ.

Эффективная температура шума входа четырёхполосника определяется $T_{\text{эф.ш.}} = (K_{ш}-1)T_0$, где $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$.

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДОМ ДВУХ ОТСЧЕТОВ

Данный метод наиболее распространен для измерения шумовых параметров приемных усилительных устройств.

На вход исследуемого четырёхполосника поочередно подают два шумовых сигнала от генераторов шума с известными параметрами. На выходе четырёхполосника производится измерение значений шумовых параметров с помощью измерителя отношения шумовых сигналов.

Расчет значения шумового параметра проводится по следующим формулам:

$$K_{ш} = \frac{T_2 - T_1}{N - 1}; T_{ш} = \frac{T_2 - NT_1}{N - 1},$$

где $N = \alpha_2/\alpha_1$ - изменение уровня мощности сигнала на выходе четырёхполосника при двух различных значениях входных сигналов; α_2 и α_1 - показания измерителя мощности, пропорциональные мощности шумового сигнала на выходе четырёхполосника при включенном генераторе шума 1 и генераторе шума 2 соответственно; T_1, T_2 - относительные шумовые температуры, подаваемые на вход испытываемого четырёхполосника.

Для уменьшения погрешности измерений из-за собственных шумов измерителя и погрешности измерения отношения уровней мощности сигнала в схеме применяют аттенюатор.

В этом случае добиваются одинаковых показаний измерителя при двух различных положениях переключателя аттенюатора (n_1 и n_2). При этом измеряется отношение уровней сигналов, а не мощностей шумовых сигналов (как в 1-ой схеме). Результат измерения соответствует равенству:

$$T_{ш} = \left(T_2 - \frac{n_2}{n_1} T_1 \right) / \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right).$$

ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВОГО СДВИГА

Фаза характеризует состояние гармонического сигнала в определенный момент времени. Для гармонического сигнала $U = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ фаза определяется аргументом $(\omega t + \varphi)$ синусоидальной функции.

Фазовым сдвигом называется модуль разности аргументов двух гармонических сигналов одной частоты $U_1 = U_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$, $U_2 = U_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$: $\varphi = (\varphi_1 - \varphi_2)$.

Если гармонические сигналы имеют разные частоты, т.е. $U_1 = U_{m1} \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$, $U_2 = U_{m2} \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$, то фазовый сдвиг $\varphi = (\omega_1 t + \varphi_1) - (\omega_2 t + \varphi_2) = (\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)$.

Измеряют фазовый сдвиг путем проведения прямых и косвенных измерений.

ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА

Прямые измерения угла фазового сдвига проводят с помощью электродинамических, ферродинамических, электромагнитных, электронных и цифровых фазометров.

Рассмотрим электродинамический прибор.

В этом приборе неподвижная катушка включена последовательно с нагрузкой, а подвижные катушки – параллельно нагрузке так, что ток одной из них отстает от напряжения на угол β_1 . Последовательно с одной катушкой включена активно-индуктивная нагрузка. Ток другой катушки опережает напряжение на некоторый угол β_2 , т.к. последовательно ей включена активно-емкостная нагрузка, причем $\beta_1 + \beta_2 = 90^\circ$, $I_1 \neq I_2$. Угол отклонения указателя фазометра зависит только от значения фазового сдвига между током и напряжением.

КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА

1 способ: измерение фазового сдвига с помощью трех приборов – вольтметра, амперметра и ваттметра.

Угол фазового сдвига определяется расчетным путем по результатам показаний вольтметра, амперметра и ваттметра: $\varphi = \arccos \left[\frac{P}{UI} \right]$.

Этот метод прост, надежен, экономичен, но имеет невысокую точность из-за методической погрешности, вызванной собственным потреблением используемых приборов.

2 способ: измерение фазового сдвига с помощью осциллографа по линейной или синусоидальной развертке.

Метод линейной развертки предполагает применение двухлучевого осциллографа, на горизонтальные пластины которого подают линейное развертывающее напряжение, а на вертикальные пластины – напряжение, между которыми определяется фазовый сдвиг.

На экране осциллографа получается осциллограмма, содержащая изображение целых периодов измеряемых напряжений.

Измерив отрезки АБ и АС, вычисляется фазовый сдвиг между измеряемыми сигналами: $\varphi = 360^\circ \frac{\Delta T}{T} = 360^\circ \frac{АБ}{АС}$, где АБ – отрезок между соответствующими точками кривых при пересечении оси X, АС – отрезок, соответствующий периоду сигнала.

Погрешность измерения состоит из погрешности отсчета и фазовой погрешности осциллографа.

При способе синусоидальной развертки используется осциллограф с выключенным генератором развертки. В каналы вертикального и горизонтального отклонения осциллографа подаются напряжения $U_y = U_{mY} \sin(\omega t + \varphi)$ и $U_x = U_{mX} \sin \omega t$ соответственно.

Получаемые на экране фигуры Лиссажу при равных частотах исследуемых напряжений дают на экране осциллографа изображение в виде эллипса. Фазовый сдвиг вычисляется: $\varphi = \arcsin \left[\frac{АБ}{ВГ} \right]$.

Погрешность измерения определяется погрешностью отсчета и расхождениями в фазовых сдвигах каналов осциллографа.

РАЗДЕЛ 7. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ.

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.

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.

Отношения в области стандартизации в РФ регулируются и обеспечиваются:

- законами «Об обеспечении единства измерений», «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», «О защите прав потребителей»;
- указами Президента и нормативными актами Правительства РФ;
- подзаконными актами;
- приказами Госстандарта РФ.

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.

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.	СПП	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

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

1. Сбалансированность интересов сторон. Стандартизация должна основываться на взаимном стремлении всех заинтересованных сторон, разрабатывающих, изготавливающих и потребляющих продукцию, к достижению согласия с учетом мнения каждой из сторон по управлению многообразием продукции, ее качеству, экономичности, применимости, совместимости и взаимозаменяемости, ее безопасности для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества, а также другим вопросам, представляющим взаимный интерес.

2. Принцип системности. Под системой понимают совокупность взаимосвязанных элементов, функционирование которых приводит к выполнению поставленной цели с максимальной эффективностью и наименьшими затратами. Количественные связи элементов системы могут быть детерминированными или случайными. Совокупность взаимосвязанных элементов, входящих в систему, образуют структуру, позволяющую строить иерархическую зависимость их на различных уровнях.

Оптимизация требований стандартов обычно связана с оптимизацией параметров объектов стандартизации (ПОС). Важность проведения оптимизации определила целесообразность выделения ее в отдельную систему — систему оптимизации параметров объектов стандартизации (СОПОС). Эффективность системы обеспечивается на основе функционирования СОПОС Госстандарта и СОПОС отраслей (предприятий). Научно-методическое обеспечение системы заключается в разработке методов оптимизации, их унификации и совершенствовании, а также в разработке комплекса унифицированных нормативно-технических и методических документов. Организационно-методическое обеспечение системы включает распределение функций по разработке и функционированию СОПОС между исполнителями, установление ее связи с различными системами.

Оптимизация ПОС заключается в установлении значений параметров и такого их изменения во времени, при которых достигается максимальная эффективность. СОПОС должна последовательно обеспечить сочетание между эффектом и затратами, определяемое с позиций обоснованных целей с учетом действующих ограничений и предстоящих изменений во времени. Основные требования к СОПОС дифференцируются на требования к результатам, методам и методологии оптимизации.

Для установления параметров объектов стандартизации используют набор разнообразных теоретических методов оптимизации в соответствии с учетом различных условий оптимизации и требований к методам оптимизации. Набор этих методов включает метод оптимизации с формализацией (ГОСТ 18.101-82) или без формализации цели и ограничений. Исходными для оптимизации ПОС служат пять групп зависимостей, составляющих или входящих в математическую модель оптимизации (ГОСТ 18.101-82).

Прогнозирование при оптимизации ПОС производится для определения будущей ситуации с целью оптимизации принимаемых решений. Требования к результатам прогноза зависят от того, для принятия каких решений они используются.

3. Перспективность работ обеспечивается выпуском опережающих стандартов, устанавливающих повышенные по отношению к достигнутому уровню нормы и требования к объектам

стандартизации, которые будут оптимальными в будущем. Базой опережающей стандартизации служат научно-технические прогнозы.

Перспективные стандарты обеспечивают наиболее полный учет научно и экономически обоснованных требований заказчика, использование результатов поисковых, фундаментальных, прикладных НИР, прогнозирования, открытий, изобретений, установление дифференцированных значений основных показателей технического уровня и качества групп однородной продукции. Перспективные стандарты способствуют разработке, постановке на производство и выпуску новой (модернизированной) техники, снятию с производства устаревших изделий.

Стандарты с перспективными требованиями должны предусматривать ограниченную номенклатуру основных показателей технического уровня и качества и в то же время достаточно характеризовать изделие.

4. Динамичность стандартизации обеспечивается периодической проверкой стандартов, внесением и них изменений, а также своевременным пересмотром или их отменой.

Действующие стандарты подлежат проверке в соответствии со сроками их действия. При проверке определяется их научно-технический уровень и, при необходимости, разрабатываются предложения по обновлению устаревших показателей, норм, характеристик, требований, терминов, определений, обозначений. Результаты проверки могут служить основанием для пересмотра стандарта.

5. Оптимизация при стандартизации заключается в определении наиболее выгоднейших параметров объектов стандартизации, а также в разработке методов оптимизации, их унификации и совершенствовании с отражением результатов в нормативно-технических и методических документах.

Для широкого и эффективного внедрения наиболее совершенных методов оптимизации в работы по стандартизации, а также для обеспечения повышения качества результатов и технологичности процесса оптимизации (в первую очередь, технологичности процесса разработки оптимизационных моделей) научных работ разработан новый конструктивный подход к проблеме оптимизации требований стандартов.

Сущность этого подхода заключается в создании и внедрении Системы оптимизации параметров объектов стандартизации (СОПОС), которая объединяет все известные методы, сосредоточивает разработку (адаптацию к конкретным задачам, унификацию и стандартизацию) методов оптимизации качества продукции и требований стандартов и снабжает этими методами потребителей.

6. Приоритетность разработки стандартов, способствующих обеспечению безопасности и взаимозаменяемости продукции (услуг). Эти показатели имеют общегосударственное значение и поэтому их стандартизация, контроль за их выполнением и сертификация товаров, процессов и услуг в этих областях обязательны.

Стандарты, содержащие четко выделенные по тексту обязательные требования и методы их объективной проверки, являются «обязательными стандартами» и отвечают указанному требованию.

7. Принцип гармонизации предусматривает разработку гармонизированных (взаимосвязанных) стандартов. Обеспечение идентичности документов, относящихся к одному и тому же объекту, но принятых как организациями по стандартизации нашей страны, так и международными (региональными) организациями, позволяет разработать стандарты, которые не создают препятствий в международной торговле.

8. Четкость формулировок положений стандарта. В стандартах не допускается двусмысленность толкования норм и требований.

9. Эффективность стандартизации достигается за счет экономического и социального эффекта. Экономический эффект дают стандарты, обеспечивающие экономию ресурсов, повышение надежности, минимального удельного расхода материалов, техническую и информационную совместимость. Социальный эффект создают стандарты, направленные на обеспечение безопасности жизни и здоровья людей, окружающей среды.

10. Принцип предпочтительности: является теоретической базой стандартизации. Основные ряды предпочтительных чисел: R5, R10, R20, R40, дополнительные ряды R80, R160.

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.

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

Вопросы информационной технологии, микропроцессорной техники, сертификации и т. п. являются объектами совместных работ 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 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.

Региональные организации по стандартизации

Европейский союз (ЕС) ставит целью интеграцию экономики европейских стран, придает перво-степенное значение устранению национальных барьеров в торговле и развитию европейской стандартизации.

Европейский комитет по стандартизации в электротехнике (СЕНЭЛЕК) связана с разработкой европейских стандартов на: оборудование с номинальным напряжением от 50 до 1000 В переменного тока и от 75 до 1500 В постоянного тока; медицинское электрооборудование; электромагнитную совместимость, включая радиопомехи, оборудование для использования в потенциально взрывоопасной атмосфере, метрологическое обеспечение средств измерений, включая электронные; информатику в тесном взаимодействии с СЕН и другими заинтересованными организациями.

Европейский институт по стандартизации в области электросвязи (ЕТСИ): поиск общих стандартов, на основе которых можно создать комплексную инфраструктуру электросвязи. Эта инфраструктура призвана обеспечить полную совместимость любого оборудования и услуг, предлагаемых потребителям.

Европейская организация по испытаниям и сертификации (ЕОИС): образование центрального европейского органа, ответственного за все аспекты деятельности в области оценки соответствия продукции и систем обеспечения качества требованиям стандартов.

Европейская организация по качеству (ЕОК): содействие, распространение, совершенствование с помощью всех возможных средств применения практических методов и теоретических принципов управления качеством с тем, чтобы повысить качество и надежность продукции и услуг.

РАЗДЕЛ 8. ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ

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.

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.).

Нормативно-методическая база сертификации включает:

- ❑ совокупность нормативных документов, на соответствие требованиям которых проводится сертификация продукции и услуг, а также документов, устанавливающих методы проверки соблюдения этих требований (примерно 12 тысяч наименований);
- ❑ комплекс организационно-методических документов, определяющих правила и порядок проведения работ по сертификации (серия правил по сертификации и комментариев к ним).

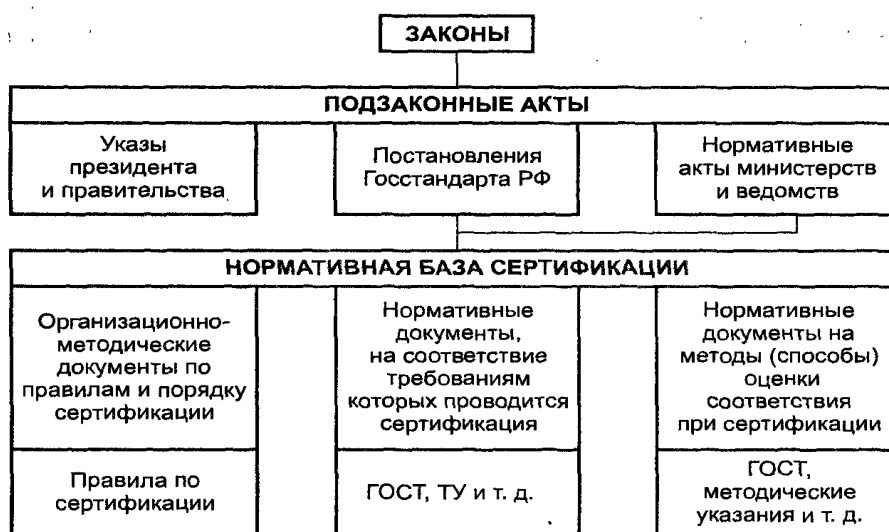


Рис. 5.1. Структура законодательной и нормативной базы сертификации [36]

СИСТЕМЫ И СХЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ

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 импортными 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, рецептур 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.

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. После этого принимается решение о выдаче сертификата соответствия или отказом в нем.

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. Вид сертификата соответствия и срок его действия устанавливаются правилами системы сертификации.

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, 3, 5	Прямые и косвенные однократные измерения	4	тренинги в малой группе (1 ч.)
2	1, 2, 3	Обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей	4	тренинги в малой группе (1 ч.)
3	2, 3, 5, 6	Определение погрешности цифрового мультиметра	3	тренинги в малой группе (1 ч.)
4	2, 3, 5, 6	Изучение погрешностей аналогового прибора	3	тренинги в малой группе (1 ч.)
5	2, 3, 4, 5, 6	Поверка электронного вольтметра	4	тренинги в малой группе (1 ч.)
ИТОГО			18	5

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раз- дела 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, 3, 5, 6	Измерение мощности постоянного электрического тока	5	тренинги в малой группе (1 ч.)
2	1, 2, 3, 5, 6	Измерение параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа	4	тренинги в малой группе (1 ч.)
3	1, 2, 3, 5, 6	Измерение угла фазового сдвига	5	тренинги в малой группе (2 ч.)
4	1, 2, 3, 5, 6	Прямые измерения активного электрического сопротивления	4	тренинги в малой группе (1 ч.)
ИТОГО			18	5

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 раздела дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>					Σ <i>комп</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОК</i>	<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>						
		<i>4</i>	<i>5</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>18</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Основные понятия и определения метрологии.	15	-	-	-	-	+	1	15	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен
2. Виды и методы измерений.	17	-	-	-	-	+	1	17	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен
3. Погрешности измерений и средств измерений	18	-	-	-	-	+	1	18	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен
4. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений	15	+	-	-	-	-	1	15	Лк, ЛР, СРС	Экзамен
5. Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.	21	-	-	-	-	+	1	21	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен
6. Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин	18	-	-	-	-	+	1	18	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	Экзамен
7. Основы стандартизации.	11	-	+	-	+	-	2	5,5	Лк, СРС	Экзамен
8. Основы сертификации.	11	-	-	+	+	-	2	5,5	Лк, СРС	Экзамен
<i>всего часов</i>	126	15	5,5	5,5	11	89	5	25,2		

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

1. Темгеновская, Т. В. Измерения электрических величин : лабораторный практикум / Т. В. Темгеновская. - Братск : БрГУ, 2009. - 97 с.

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

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, СР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	15	1
2.	Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	15	1
Дополнительная литература				
3.	Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	46	1
4.	Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	10	0,7
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, ПЗ, СР	10	0,7
6.	LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.	ЛР, ПЗ	15	1
7.	Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. - 360 с.	Лк, ЛР, СР	10	0,7
8.	Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. – 526 с.: ил.	Лк, ЛР, СР	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=.

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--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью выполнения настоящих лабораторных работ является освоение студентами прямых и косвенных измерений, методов и средств проведения стендовой поверки измерительных приборов и снятия их рабочих характеристик. В процессе выполнения лабораторного практикума студенты должны закрепить теоретические знания в области устройства, принципа работы и метрологии измерительных средств, приобрести определенные навыки по их поверке, а также умения по измерению электрических величин.

Для каждой работы даны схемы и описания лабораторных установок, методика проведения работы. Лабораторный практикум содержит краткие 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/практических занятий

Лабораторная работа №1

Прямые и косвенные однократные измерения

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга 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:

Запустить лабораторную работу № 1.1. «Прямые и косвенные измерения».

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 УИП и установите 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 1.

б) Измерение ЭДС гальванического элемента:

- выбрав вольтметр для измерения ЭДС гальванического элемента с абсолютной погрешностью, не превышающей 2 мВ;
- 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;
- снять показания вольтметра;
- записать в отчет: показания вольтметра, тип и класс точности вольтметра, выбранный диапазон измерений, используя Приложение 1.

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

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. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Цель лабораторной работы?
2. Виды измерений.
3. Методы измерений.
4. Классификация СИ.
5. Метрологические характеристики применяемых СИ.
6. Выбор СИ для проведения измерений.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

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

Дополнительная литература

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

2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.

3. 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.

4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.

5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

6. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

Лабораторная работа №2

Обработка результатов прямых многократных наблюдений при наличии грубых погрешностей

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Получение навыков стандартной обработки результатов наблюдений при наличии грубых погрешностей, оценивания погрешностей и представления результатов измерений.

Порядок выполнения:

- а) Запустить программу лабораторного практикума и выбрать лабораторную работу №1.5.
- б) 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»;
- в) произвести оценку случайной погрешности наблюдений, согласно предложенной методике, используя п. 2 «Сведения, необходимые для выполнения работы» и раздел 3 «Методика оценки случайной и полной погрешности прямых измерений большой выборки» данной лабораторной работы. Результаты измерений оформить в виде таблицы,

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. Выводы по работе.

Вопросы для защиты

1. Цель лабораторной работы?
2. Виды измерений.
3. Охарактеризовать погрешности измерений.
4. Методика обработки результатов многократных измерений.
5. Источники погрешностей.

Задания для самостоятельной работы:
Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

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

Дополнительная литература

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

2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.

3. 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.

4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.

5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

6. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

Лабораторная работа №3

Определение погрешности цифрового мультиметра

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

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

Порядок выполнения:

Запустить программу лабораторного практикума и выбрать лабораторную работу №2.1.

а) Установить на выходе ППВ напряжение 0,000000 мВ, используя кнопки «Разряды».

д) 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.9).

е) Аналогично определить напряжение на выходе ППВ во всех полученных точках, уменьшая напряжение.

ж) Определить основные метрологические характеристики и занести в протокол испытаний.

з) Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей рабочего СИ от его показаний при возрастании и убывании показаний.

и) 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 лабораторной работы?
2. Охарактеризовать измерения.
3. Типы СИ.
4. Метрологические характеристик цифровых СИ.
5. Методика определения основной погрешности.
6. Погрешности цифровых СИ.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

- 1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.

Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.
3. 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.
4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.
6. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

Лабораторная работа №4

Изучение погрешностей аналогового измерительного прибора

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга 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:

Для проведения измерений используется стенд «Электрические измерения»

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 12. 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 поместить

алгебраическую сумму $\sum_i^n \Delta_i$;

– среднее значение $\bar{\Delta}$ погрешности, которое является оценкой систематической составляющей погрешности:

– случайные составляющие погрешности каждого наблюдения:

– определить оценку среднего квадратического значения случайной составляющей погрешности:

– 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

Форма отчетности: 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 Δ , 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 Δ_c и $\Delta_{\text{дов}}$ взять из таблицы 12. Пример графика приведен на рис. 14.

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 лабораторной работы?
2. типы 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/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В.

Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.

Дополнительная литература

- 1 Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - Иркутск : ИрГТУ, 2002. - 447 с.
2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.
3. 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.
4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.
6. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

Лабораторная работа №5

Поверка электронного вольтметра

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Освоение методики поверки электронного вольтметра. Приобретение умений по проведению электрических измерений.

Порядок выполнения:

Запустить программу лабораторного практикума и выбрать лабораторную работу №2.2.

- а) Подготовить к работе модель электронного вольтметра:
 - включить модель вольтметра с помощью кнопки «Вкл»;
 - с помощью переключателя «~/=» выбрать род работы модели, соответствующей измерению переменного напряжения;
 - установить предел измерений вольтметра 10 В.
- б) Подготовить к работе модель генератора сигналов:
 - включить модель генератора с помощью кнопки «Вкл»;
 - установить, ориентируясь на стрелочный индикатор, амплитуду выходного сигнала, равной нулю;
 - установить частоту выходного сигнала, равной примерно 50 Гц.
- в) Плавно увеличивая выходное напряжение генератора сигналов от нуля до верхнего предела, а затем, плавно уменьшая от верхнего предела до нуля, последовательно останавливать стрелку электронного вольтметра на отметках шкалы, указанных преподавателем, и фиксировать при этом показания электромагнитного вольтметра.
- г) Определить основные метрологические характеристики, используя Приложение 1, и занести в протокол испытаний (табл. 10).
- д) Построить графики зависимости абсолютной и приведенной погрешностей рабочего СИ от его показаний при возрастании и убывании измеряемой величины с полосами допустимых погрешностей.
- е) Построить графики зависимости абсолютной и относительной вариации показаний рабочего СИ от его показаний с выделенными на них полосами допустимой приведенной погрешности.

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. Поверка СИ: виды методы.
3. Классификация ФВ.
4. Результаты поверки.
5. Определение метрологических характеристик.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

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

Дополнительная литература

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

2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.

3. 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.

4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.

5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

6. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

Практическое занятие №1

Измерение мощности постоянного электрического тока

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Проведение косвенных измерений мощности постоянного тока при помощи амперметра и вольтметра. Получение сведений о способах учета погрешностей измерений .

Порядок выполнения:

Запустить программу практикума и выбрать работу №3.2.

а) Подготовить к работе модель УИП:

– включить тумблер «СЕТЬ»;

– тумблер переключения поддиапазонов УИП установите в положение «0– 15 В»;

– с помощью ручки плавной регулировки выходного напряжения установите, ориентируясь на стрелочный индикатор, нулевое напряжение на выходе УИП.

б) Подготовить к работе магазин сопротивлений, установив с помощью восьмидекадного переключателя сопротивление магазина, равным значению, рассчитанному в п. 5.

Задание 1 Выполнение косвенных измерений мощности электрического тока в низкоомных цепях

- а) Подготовить к работе модели магнитоэлектрических вольтамперметров:
– плавно повышая напряжение на выходе УИП, добиться того, чтобы показания амперметра установились в диапазоне 400–500 мА.
- б) записать в отчет показания вольтамперметров и магазина сопротивлений, тип и класс точности приборов, выбранные диапазоны измерений.
- в) Увеличить сопротивление магазина до ближайшего значения, кратного 10 Ом, снять и записать в отчет показания СИ.
- г) Не меняя напряжения на выходе УИП, продолжить измерения, увеличивая сопротивление магазина в последовательности 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, снимая и записывая в отчет показания СИ.

Задание 2 Выполнение косвенных измерений мощности электрического тока в высокоомных цепях

- а) Выполнить измерение мощности постоянного электрического тока в цепи при различных значениях сопротивления R для случая, когда измерительные приборы включены по схеме, изображенной на рис.16 б:
– не меняя напряжения на выходе УИП, переключить КУ в положение 2 и установить сопротивление магазина, равным 100 кОм;
– снять показания вольтметра и амперметра, записать полученные результаты в отчет;
– не меняя напряжения на выходе УИП, продолжить измерения, уменьшая сопротивление магазина в последовательности 100 кОм, 10 кОм, 1 кОм, 100 Ом, 10 Ом, значение, рассчитанное в п. 5, снимая и записывая в отчет показания СИ.
- б) Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешности измерений мощности от сопротивления при различных схемах включения.
- в) Сделать анализ полученных данных и вывод об особенностях и качестве проведенных измерений.

Форма отчетности:

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

1. Титульный лист
2. Порядковый номер и наименование работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы 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.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Цель работы?
2. типы СИ.
3. Структурная схема аналогового СИ.
4. Типы измерительных механизмов.
5. Погрешности СИ.
6. Измерение прямые и косвенные мощности.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

- 1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. посо-

бие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

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

Дополнительная литература

1. Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.

3. 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.

4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.

5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

Практическое занятие №2

Измерение параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа

(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Приобретение навыков измерения параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа. Получение сведений о характеристиках и устройстве электронного осциллографа

Порядок выполнения:

Запустить № 3.5 «Измерение параметров гармонического напряжения с помощью осциллографа».

Подготовить модели приборов к работе:

- включить с помощью тумблера «Сеть» калибратор фазовых сдвигов и осциллограф;
- установить регуляторы уровня выходных сигналов калибратора в среднее положение;
- установить значение угла фазового сдвига между сигналами на выходах калибратора, равным 0° ;
- установить переключатель управления режимом входных каналов осциллографа в положение II (одноканальный режим, подключен II-ой канал);
- установить режим внутренней синхронизации развертки осциллографа (переключатель «Внутр-Внеш» находится в положении «Внутр»);
- установить переключатель чувствительности входных каналов осциллографа в такое положение, чтобы входной сигнал целиком умещался на экране и был наибольшего размера;
- установить переключатель коэффициента развертки осциллографа в такое положение, чтобы на экране умещалось примерно два периода исследуемого сигнала.

Задание 1 Измерение с помощью осциллографа амплитуды гармонического напряжения

- а) Установить частоту выходного сигнала калибратора, равной 10кГц;
- б) подобрать подходящий коэффициент вертикального отклонения, при котором размер изображения по вертикали (размах изображения) будет максимальным;
- в) подобрать такой коэффициент развертки, чтобы на экране умещалось несколько периодов исследуемого напряжения, и было удобно определить размах изображения;
- г) измерить размах изображения;
- д) записать в отчет показания осциллографа и калибратора, а также сведения о классе точности используемых СИ;
- е) оставляя неизменной частоту исследуемого сигнала, выполнить измерения в соответствии с п.п. (б-д) для 5-6 различных значений напряжения на выходе калибратора.

Задание 2 Измерение с помощью осциллографа периода и частоты гармонического напряжения

- а) установить амплитуду выходного сигнала калибратора, равной примерно 1В;
- б) установить частоту сигнала на выходе калибратора, равной 50Гц;
- в) выбрать для измерения канал II осциллографа и включить режим линейной развертки с внутренней синхронизацией (переключатель «Внутр-Внеш» находится в положении «Внутр»);

- г) подобрать подходящий коэффициент вертикального отклонения, при котором размах изображения будет максимальным;
- д) подобрать такой коэффициент развертки, чтобы на экране умещалось 2-3 периода исследуемого напряжения;
- е) измерить линейный размер изображения, соответствующий одному периоду исследуемого сигнала;
- ж) записать в отчет показания осциллографа и калибратора;
- з) оставляя неизменной амплитуду исследуемого сигнала, выполнить измерения в соответствии с п.п. (г-ж), последовательно устанавливая частоту выходного сигнала калибратора, равной 500 Гц, 5 кГц, 50 кГц, 0,5 МГц, 5 МГц.

Задание 3 Измерение с помощью осциллографа угла фазового сдвига

- а) установить на выходах калибратора одинаковое (близкое к максимальному) значение напряжения; частоту сигнала, равную 10 кГц и угол сдвига фаз, равный 30° ;
- б) выбрать для измерения каналы I+II осциллографа и включить режим линейной развертки с внутренней синхронизацией (переключатель «Внутр-Внеш» находится в положении «Внутр»);
- в) подобрать подходящий коэффициент развертки и коэффициент вертикального отклонения;
- г) измерить линейный размер изображения, соответствующего одному периоду исследуемого сигнала и сдвигу фаз;
- д) записать в отчет показания осциллографа и калибратора;
- е) оставляя неизменными амплитуду и частоту исследуемых сигналов, включить режим круговой развертки «X-Y» и подобрать такие коэффициенты вертикального отклонения, чтобы полученный эллипс занял практически весь экран;
- ж) измерить размеры отрезков h и H ;
- з) записать в отчет показания осциллографа и калибратора;
- и) оставляя неизменными амплитуду и частоту исследуемых сигналов, выполнить измерения в соответствии с п.п. (а-з), последовательно устанавливая величину фазового сдвига, равной 40, 60, 90, 180, 270 и 360° ;
- к) построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей измерений фазового сдвига от показаний осциллографа при использовании методов линейной развертки и эллипса.

Форма отчетности:

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

1. Титульный лист
2. Порядковый номер и наименование работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы 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.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Цель работы?
2. Структурная схема осциллографа.
3. Принцип действия осциллографа.
4. Погрешности измерения.
5. Параметры гармонического сигнала.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

- 1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.

Дополнительная литература

- 1 Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.
2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.
3. 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.
4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

Практическое занятие №3

Измерение угла фазового сдвига

(Предусмотрены 2 часа в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Получение навыков измерения угла фазового сдвига.

Порядок выполнения:

Запустить работу № 3.7 «Измерение угла фазового сдвига».

Подготовить к работе модель фазометра и модель калибратора:

– включить фазометр и калибратор;

– установить регуляторы выходных напряжений калибратора в среднее положение;

Задание 1 Измерение угла фазового сдвига на фиксированной частоте

а) установить значение угла фазового сдвига на выходе калибратора, равным 0° и значение частоты выходных сигналов равным 10 кГц;

б) откалибровать фазометр, удерживая кнопку «Калибр.» до появления нулевых показаний. После отпускания кнопки фазометр автоматически переходит в режим измерений;

в) снять показания фазометра;

г) записать в отчет показания фазометра и сведения о его классе точности;

д) оставляя неизменными амплитуду и частоту сигнала на выходе калибратора, повторить измерения, выбирая фазовый сдвиг между сигналами на выходе калибратора, равным последовательно 10, 30, 60, 90, 120, 150 и 180° ;

е) повторить измерения согласно п.п. (а-з), оставляя неизменной амплитуду сигналов на выходе калибратора и установив их частоту, равной 0,5Гц или 5МГц.

Задание 2 Измерение угла фазового сдвига на различных частотах

а) Установить значение угла фазового сдвига на выходе калибратора, равным 10° и значение частоты выходных сигналов равным 0,5Гц;

б) повторно откалибровать фазометр;

в) снять показания фазометра;

г) записать в отчет показания фазометра;

д) оставляя неизменными амплитуду и фазовый сдвиг между сигналами на выходе калибратора, повторить измерения, выбирая частоту сигналов на выходе калибратора, равной последовательно 50 Гц, 500 Гц, 50 кГц, 0,5 МГц, 5 МГц.

е) повторить измерения согласно п.п. (а-д), оставляя неизменной амплитуду сигналов на выходе калибратора и установив разность фаз, равной 60° или 90° .

ж) Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей измерений от результатов измерений (при фиксированной частоте и при фиксированном фазовом сдвиге) с выделенными на них полосами допустимых погрешностей.

Форма отчетности:

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

1. Титульный лист
2. Порядковый номер и наименование работы.
3. Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
4. Описание схемы 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.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Цель работы?
2. Принципы измерения угла фазового сдвига на фиксированной и переменной частоте.
3. Структурная схема калибратора.
4. Устройство фазометра.
5. Погрешности измерения.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

- 1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М. : Юрайт, 2012. - 820 с.

Дополнительная литература

- 1 Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.
2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.
3. 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.
4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

Практическое занятие №4

Прямые измерения активного электрического сопротивления
(Предусмотрен 1 час в интерактивной форме в виде тренинга в малой группе)

Цель работы:

Получение навыков измерения активного электрического сопротивления и ознакомление с методами измерения активного сопротивления.

Порядок выполнения:

- Запустить работу № 3.8 «Прямые измерения активного сопротивления».
- Подготовить к работе модель омметра, мультиметра и измерительного моста:

– включите и откалибруйте омметр: выбрать режим измерения омметра, соответствующий минимальным измеряемым сопротивлениям (« Ω ») и подключить к входу прибора бесконечно большое сопротивление (разрыв цепи), затем ручкой «Уст. ∞ » установить стрелку на деление шкалы, обозначенное « ∞ ». Выбрать режим измерения омметра, соответствующий максимальным измеряемым сопротивлениям (« $k\Omega \times 100$ ») и подключить к входу прибора нулевое сопротивление (короткое замыкание цепи), затем ручкой «Уст. 0» установить стрелку на нулевое деление шкалы.

– включить цифровой мультиметр и перевести его в режим измерения сопротивления с автоматическим выбором пределов (АВП);

– включить измерительный мост.

Задание 1 Измерение активного электрического сопротивления методом непосредственной оценки.

а) Установить значение сопротивления магазина, равным 100кОм;

б) пользуясь 3-х позиционным переключателем, подключить последовательно измеряемое сопротивление к входам омметра и мультиметра;

в) снять последовательно показания омметра и мультиметра и записать их показания в отчет, а также сведения о классе точности использованных приборов;

г) повторить измерения по п.п. (а-в), последовательно устанавливая сопротивление магазина, равным 10 кОм, 1 кОм, 100 Ом, 10 Ом и 1Ом.

Задание 2 Измерение активного электрического сопротивления методом сравнения

а) Установить значение сопротивления магазина равным 100 кОм;

б) пользуясь 3-х позиционным переключателем, подключить измеряемое сопротивление к входу измерительного моста;

в) добиться баланса измерительного моста;

г) снять показания измерительного моста и записать в отчет, а также сведения о его классе точности;

д) повторить измерения по п.п. (а-г), последовательно устанавливая сопротивление магазина, равным 10 кОм, 1 кОм, 100 Ом, 10 Ом и 1Ом.

е) Построить графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей измерений от результатов измерений с выделенными на них полосами допустимых погрешностей.

Форма отчетности:

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

- 1.Титульный лист
- 2.Порядковый номер и наименование работы.
- 3.Приборы и оборудование. Паспортные технические данные используемой аппаратуры.
- 4.Описание схемы 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.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Цель работы?
2. Настройка измерительного моста.
- 3.Методы измерения сопротивления.
- 4.Структурная схема омметра, принцип действия.
- 5.Погрешности измерения.

Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе/ семинару/ практическому занятию

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

Основная литература

1 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника : учеб. пособие для вузов / К. К. Ким [и др.]. - Санкт-Петербург : Питер, 2008. - 368 с.

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

Дополнительная литература

1 Метрология и радиоизмерения: Учеб. Для вузов/В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюгов; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. –526 с.: ил.

2. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие для вузов / Б. В. Дворяшин. - Москва : Академия, 2005. - 304 с.

3. 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.

4. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий : учеб. пособие для вузов / В. К. Батоврин [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2005. - 208 с.

5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебное пособие / С. И. Боридько [и др.]. - 2-е изд., стереотип. - Москва : Горячая линия- Телеком, 2013. - 360 с.

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, ПЗ, Лк</i>
1	3	4	5
Лк	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд "Электрические измерения"	Лк №1-8
ЛР	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд «Электрические измерения» персональные компьютеры	ЛР №1-5
ПЗ	Ауд.1354 Лаборатория технических средств автоматизации и измерений	Лабораторный стенд «Электрические измерения» персональные компьютеры	ПЗ №1-4
СР	ЧЗЗ	-	-

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности	4. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений	4.1. Понятие и основы метрологического обеспечения. 4.2. Научно-методические и правовые основы ОЕИ 4.3. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений. 4.4. Технические основы ОЕИ 4.5. Поверка и калибровка СИ. 4.6. ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	Экзаменационный билет
ОПК-5	способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации)	7. Основы стандартизации.	7.1. Стандартизация - основные понятия и определения. 7.2. Нормативные документы 7.3. Цели и задачи стандартизации по стандартизации 7.4. Правовые основы стандартизации. 7.5. Методы стандартизации	Экзаменационный билет
ПК-12	готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	8. Основы сертификации.	8.1. Термины и определения в области сертификации. 8.2. Обязательная и добровольная сертификация 8.3. Правила и порядок проведения сертификации 8.4. Законодательная база по сертификации	Экзаменационный билет

ПК-14	умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	7. Основы стандартизации.	7.1. Международные организации по стандартизации (ИСО/МЭК). 7.2. Комплексная и опережающая стандартизация 7.3. Категории и виды стандартов	Экзаменационный билет
		8. Основы сертификации.	8.1. Термины и определения в области сертификации. 8.2. Обязательная и добровольная сертификация 8.3.Схемы сертификации	Экзаменационный билет
ПК-18	способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	1. Основные понятия и определения метрологии.	1.1.Физические свойства, величины и шкалы. 1.2.Международная система единиц. 1.3.Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.	Экзаменационный билет
		2. Виды и методы измерений.	2.1.Виды и методы измерений. 2.2. Качество измерений	Экзаменационный билет
		3. Погрешности измерений и средств измерений	3.1.Погрешности измерений и СИ. 3.2. Нормирование погрешностей и формы представления результатов измерений	Экзаменационный билет
		5. Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование	5.1.Виды СИ. 5.2.Метрологические характеристики СИ. 5.3.Выбор СИ.	Экзаменационный билет
		6.Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин	6.1.Исследование формы сигналов. 6.2.Измерение частоты 6.3.Измерение фазового сдвига. 6.4. Измерение электрической мощности 6.5. Измерение сопротивления 6.6. Шумовые параметры радиоэлектронных устройств. Измерение шумовых параметров.	Экзаменационный билет

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОК-4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности	4.1. Понятие и основы метрологического обеспечения.	4. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений
			4.2. Научно-методические и правовые основы ОЕИ	
			4.3. Законодательство РФ об обеспечении единства измерений.	
			4.4. Технические основы ОЕИ	
			4.5. Поверка и калибровка СИ.	
			4.6. ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	
2	ОПК-5	способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации)	7.1. Стандартизация - основные понятия и определения.	7. Основы стандартизации.
			7.2. Нормативные документы	
			7.3. Цели и задачи стандартизации по стандартизации	
			7.4. Правовые основы стандартизации.	
			7.5. Методы стандартизации	
3	ПК-12	готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	8.1. Термины и определения в области сертификации.	8. Основы сертификации.
			8.2. Обязательная и добровольная сертификация	
			8.3. Правила и порядок проведения сертификации	
			8.4. Законодательная база по сертификации	
4	ПК-14	умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	7.6. Международные организации по стандартизации (ИСО/МЭК).	7. Основы стандартизации.
			7.7. Комплексная и опережающая стандартизация	
			7.8. Категории и виды стандартов	
			8.5. Термины и определения в области сертификации.	8. Основы сертификации.
			8.6. Обязательная и добровольная сертификация	
			8.7. Схемы сертификации	

5	ПК-18	способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	1.1. Физические свойства, величины и шкалы.	1. Основные понятия и определения метрологии.
			1.2. Международная система единиц.	
			1.3. Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии.	
			2.1. Виды и методы измерений.	2. Виды и методы измерений
			2.2. Качество измерений	
			3.1. Погрешности измерений и СИ.	3. Погрешности измерений и средств измерений
			3.2. Нормирование погрешностей и формы представления результатов измерений	
			5.1. Виды СИ.	5. Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование
			5.2. Метрологические характеристики СИ.	
			5.3. Выбор СИ.	
			6.1. Исследование формы сигналов.	6. Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин
			6.2. Измерение частоты	
			6.3. Измерение фазового сдвига.	
			6.4. Измерение электрической мощности	
6.5. Измерение сопротивления				
6.6. Шумовые параметры радиоэлектронных устройств. Измерение шумовых параметров.				

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-4): основы обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (ОПК-5): теоретические основы стандартизации, виды и категории стандартов; (ПК-12): теоретические основы сертификации, способы подтверждения соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов (ПК-14): теоретические основы сертификации, национальные и международные стандарты; (ПК-18): теоретические основы метрологии, принципы действия средств измерений, виды и методы измерений физических величин, погрешности измерений и способы их устранения, метрологические характеристики средств измерений;</p>	отлично	<p>Студент должен во время ответа показать знания: основ обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений», видов и категорий стандартов, основ сертификации, основ метрологии, принципов действия средств измерений, видов и методов измерений физических величин, погрешностей измерений и способов их устранения, метрологических характеристик средств измерений, а также знания основных терминов, используемых в научно-технической литературе по метрологии. Студент должен иметь навыки владения: нормативной документацией по метрологии в области инфокоммуникаций, навыками измерения физических величин, способами применения современной измерительной аппаратуры для получения достоверной информации,</p>

<p>Уметь (ОК-4): использовать знания по обеспечению единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» в сфере инфокоммуникаций; (ОПК-5): использовать нормативные документы в сфере профессиональной деятельности; (ПК-12): использовать нормативные документы по сертификации; (ПК-14): проводить первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов; (ПК-18): использовать технические средства для измерения физических величин, обрабатывать результаты однократных и многократных измерений, проводить монтаж и наладку применяемых средств измерений</p> <p>Владеть (ОК-4): навыками применения знаний ФЗ «Об обеспечении единства измерений», основ обеспечения единства измерений в сфере инфокоммуникаций ; (ОПК-5): навыками применения нормативной документации в области инфокоммуникаций; (ПК-12): навыками применения нормативных документов при контроле соответствия; (ПК-14): навыками проведения контроля соответствия; (ПК-18): навыками измерения физических величин, методами и правилами проведения поверки и калибровки средств измерений.</p>		<p>методами и правилами проведения поверки и калибровки средств измерений, а также понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке. Студент во время ответа должен продемонстрировать умения: использовать технические средства для измерения физических величин, обрабатывать результаты однократных и многократных измерений, проводить монтаж и наладку применяемых средств измерений.</p>
	хорошо	<p>Ответ содержит неточности. Дополнительные вопросы требуются, но студент с ними справляется отлично.</p>
	удовлетворительно	<p>Ответил только на один вопрос, либо слабо ответил на оба вопроса. На дополнительные вопросы отвечает неуверенно.</p>
	неудовлетворительно	<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, стандартизация, сертификация в инфокоммуникациях» направлена на ознакомление с современными средствами и методами измерений физических величин, методикой проведения однократных и многократных измерений и способами обработки результатов измерений, на формирование знаний и умений, необходимых для выбора информационного и метрологического обеспечения систем телекоммуникаций, а также получения практических навыков работы с измерительной аппаратурой.

Изучение дисциплины предусматривает:

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

В ходе освоения раздела «Основные понятия и определения метрологии» студенты должны ознакомиться с основными понятиями и определениями в области метрологии, получить знания физических величин, международной системы единиц, постулатов метрологии.

В ходе освоения раздела «Виды и методы измерений» студенты должны получить навыки работы на современной измерительной технике, ознакомиться с видами и методами измерений, а также знать характеристики качества измерений.

В ходе освоения раздела «Методы и средства обеспечения единства и точности 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.

В ходе освоения раздела «Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование» студенты должны получить навыки работы с измерительной техникой, владеть навыками классификации измерительной аппаратуры, уметь определять метрологические характеристики СИ, а также правильно выбирать измерительную аппаратуру на конкретных поставленных измерительных задач.

В ходе освоения раздела «Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин» студенты должны получить навыки измерения электрических и радиотехнических величин, определения погрешностей результатов и СИ, знать основные принципы построения и особенности измерительной техники.

При рассмотрении раздела «Основы стандартизации», студенты должны ознакомиться с методами стандартизации, комплексной и опережающей стандартизацией, основными нормативными документами по стандартизации, международной и региональной стандартизацией.

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

В процессе проведения лабораторных работ и практических занятий 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, стандартизация, сертификация в инфокоммуникациях

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является обучение современным средствам и методам измерений физических величин, проведению однократных и многократных измерений и способам обработки результатов измерений, формирование знаний и умений, необходимых для выбора информационного и метрологического обеспечения систем телекоммуникаций.

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 – 18 часов, практические занятия – 18 часов, самостоятельная работа студентов – 54 часа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Основные понятия и определения метрологии
2. Виды и методы измерений
3. Погрешности измерений и средств измерений
4. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений
5. Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование
6. Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин
7. Основы стандартизации
8. Основы сертификации

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-4 - способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности

ОПК-5 - способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации)

ПК-12 - готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

ПК-14 - умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам

ПК-18 - умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-4	способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности	4. Методы и средства обеспечения единства и точности измерений	Поверка и калибровка СИ	Отчеты по ЛР
ОПК-5	способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации)	7. Основы стандартизации.	Стандартизация - основные понятия и определения.	Вопросы для собеседования
			Цели и задачи стандартизации по стандартизации	Вопросы для собеседования
			Правовые основы стандартизации.	Вопросы для собеседования
			Методы стандартизации	Вопросы для собеседования
ПК-12	готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	8. Основы сертификации.	Обязательная и добровольная сертификация	Вопросы для собеседования
			Правила и порядок проведения сертификации	Вопросы для собеседования
			Законодательная база по сертификации	Вопросы для собеседования
ПК-14	умение осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам	7. Основы стандартизации.	Международные организации по стандартизации (ИСО/МЭК).	Вопросы для собеседования
			Комплексная и опережающая стандартизация	Вопросы для собеседования
			Категории и виды стандартов	Вопросы для собеседования
		8. Основы сертификации.	Термины и определения в области сертификации.	Вопросы для собеседования
			Схемы сертификации	Вопросы для собеседования
ПК-18	умение осу-	1. Основные поня-	Физические свойства,	Отчеты по ЛР

<p>ществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам</p>	<p>тия и определения метрологии.</p>	<p>величины и шкалы.</p>	<p>Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Международная система единиц.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Измерение. Основные свойства измерения. Основные постулаты метрологии</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам Отчеты по практическим занятиям</p>
	<p>2. Виды и методы измерений</p>	<p>Виды и методы измерений.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Качество измерений</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
	<p>3. Погрешности измерений и средств измерений</p>	<p>Погрешности измерений и СИ.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Нормирование погрешностей и формы представления результатов измерений.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
	<p>5. Средства измерений; метрологические характеристики средств измерений и их нормирование</p>	<p>Виды СИ.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Метрологические характеристики СИ.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Выбор СИ.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
	<p>6. Принципы построения и особенности средств измерений основных электрических и радиотехнических величин</p>	<p>Исследование формы сигналов.</p>	<p>Отчеты по ЛР Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Измерение частоты и интервалов времени</p>	<p>Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Измерение фазового сдвига</p>	<p>Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Измерение электрической мощности</p>	<p>Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Измерение сопротивления</p>	<p>Отчеты по ПЗ</p>
		<p>Шумовые параметры радиоэлектронных устройств. Измерение шумовых параметров.</p>	<p>Отчеты по ЛР</p>

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОК-4): основы обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (ОПК-5): теоретические основы стандартизации, виды и категории стандартов; (ПК-12): теоретические основы сертификации, способы подтверждения соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов (ПК-14): теоретические основы сертификации, национальные и международные стандарты; (ПК-18): теоретические основы метрологии, принципы действия средств измерений, виды и методы измерений физических величин, погрешности измерений и способы их устранения, метрологические характеристики средств измерений;</p> <p>Уметь (ОК-4): использовать знания по обеспечению единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений» в сфере инфокоммуникаций; (ОПК-5): использовать нормативные документы в сфере профессиональной деятельности; (ПК-12): использовать нормативные документы по сертификации; (ПК-14): проводить первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов требованиям нормативных документов; (ПК-18): использовать технические средства для измерения физических величин, обрабатывать результаты однократных и многократных измерений, проводить монтаж и наладку применяемых средств измерений</p> <p>Владеть (ОК-4): навыками применения знаний ФЗ «Об обеспечении единства измерений», основ обеспечения единства измерений в сфере инфокоммуникаций ; (ОПК-5): навыками применения нормативной документации в области инфокоммуникаций; (ПК-12): навыками применения нормативных документов при контроле соответствия; (ПК-14): навыками проведения контроля соответствия; (ПК-18): навыками измерения физических величин, методами и правилами проведения поверки и калибровки средств измерений.</p>	<p>зачтено</p>	<p>Во время защиты лабораторных/практических работ студент ответил на поставленные преподавателем вопросы, показав знания: основ обеспечения единства измерений, ФЗ «Об обеспечении единства измерений», видов и категорий стандартов, основ сертификации, основ метрологии, принципов действия средств измерений, видов и методов измерений физических величин, погрешностей измерений и способов их устранения, метрологических характеристик средств измерений, а также знания основных терминов, используемых в научно-технической литературе по метрологии;</p> <p>навыки владения: нормативной документацией по метрологии в области инфокоммуникаций, навыками измерения физических величин, способами применения современной измерительной аппаратуры для получения достоверной информации, методами и правилами проведения поверки и калибровки средств измерений, а также понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке;</p> <p>продемонстрировав умения: использовать технические средства для измерения физических величин, обрабатывать результаты однократных и многократных измерений, проводить монтаж и наладку применяемых средств измерений.</p>
	<p>незачтено</p>	<p>Во время защиты лабораторных практических / работ студент не смог дать ответы на поставленные преподавателем вопросы. Либо отчет по лабораторным/ практическим работам вызывает нарекания.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи от «б» марта 2015 г. №174

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 13.07.2015 №475

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 06.06.2016 №429

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 06.03.2017 № 125

для набора 2018 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 12.03.2018 №130

Программу составил:

Т.В. Темгеновская, ст. преподаватель кафедры УТС _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры УТС
от «___» _____ 2018 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой УТС _____ Игнатьев И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой УТС _____ Игнатьев И.В.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «___» _____ 2018 г., протокол № _____

Председатель методической комиссии факультета ЭиА _____ Ульянов А.Д.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____