

**Автономная некоммерческая организация  
дополнительного профессионального образования  
«Учебно-производственный центр»**

**УТВЕРЖДЕНО:**

Директор АНО ДПО «УПЦ»

\_\_\_\_\_ Р.В.Рогачев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

**Дополнительная профессиональная программа**

**Программа повышения квалификации**

**Поверка и калибровка средств измерений  
электротехнических величин**

«Рассмотрено» на заседании

Учебно-методического совета

АНО ДПО «УПЦ»

Протокол № \_\_\_\_\_

От «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа предусматривает изучение метрологических основ поверки и калибровки средств электрических измерений, а также методик поверки и калибровки средств электрических измерений.

Учебная программа нацелена на актуализацию знаний специалистов. В программе курса слушатели изучают метрологические основы поверки и калибровки средств электрических измерений, новые нормативные документы, современные средства поверки и калибровки, а также методы (методики) поверки и калибровки средств электрических измерений.

По окончании обучения специалист будет:

### **Знать:**

- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологическому обеспечению производства;
- стандарты и другие нормативные документы по эксплуатации, ремонту, наладке, поверке, юстировке и хранению средств измерений;
- организацию и техническую базу метрологического обеспечения производства
- физические основы измерений;
- систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствам измерений;
- принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений;
- методы и средства поверки (калибровки) и ремонта средств измерений;
- методики выполнения измерений
- назначение и принципы применения средств измерений и технологию их ремонта порядок составления и правила оформления технической документации;
- порядок ведения фонда стандартов и других документов, регламентирующих точность измерений;

### **Уметь:**

- применять контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов;
- осуществлять поверку (калибровку) и ремонт средств измерений;
- использовать современные способы обеспечения высокой точности и единства измерений;
- применять аттестованные методики выполнения измерений, -использовать компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности.

## **Владеть навыками:**

- работы с контрольно-измерительной и испытательной техникой для метрологического обеспечения производства;
- современными методами и средствами поверки (калибровки), ремонта и юстировки средств измерений;
- обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;
- оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений.

## **Программа обучения**

### Входной контроль

#### 1 Основы обеспечения единства измерений

1.1 Основные положения законов РФ: «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений»

1.2 Законодательные, нормативные и правовые аспекты поверки и калибровки СИ

1.3 Единицы величин. Системы единиц. Международная система единиц (Система СИ)

1.4 Измерения. Виды и методы измерений. Критерии качества измерений

1.5 Погрешности измерений. Классы точности средств измерений

1.6 Обработка результатов измерений

1.7 Сфера и формы государственного регулирования в ОЕИ

1.8 Методика (методы) измерений. Порядок их разработки

#### 2. Средства измерений электрических величин

2.1. Методы поверки

2.2. Меры электрических величин

2.3. Приборы прямого действия, в том числе выпрямительные и термоэлектрические

2.4. Измерение электрического сопротивления

2.5. Измерение электрической мощности (постоянный, переменный однофазный и трехфазный ток, активная и реактивная)

2.6. Измерение электрической энергии индукционными счетчиками

2.7. Измерительные трансформаторы тока и напряжения

2.8. Фазометры

2.9. Мосты постоянного тока

2.10. Потенциометры постоянного тока

2.11. Цифровые измерительные приборы

2.12. Электронные счетчики электрической энергии

2.13. Современные средства измерений электрических величин

#### 3. Поверка и калибровка средств измерений электрических величин

3.1. Поверка и калибровка приборов прямого действия на установках УППУ-МЭ 3.1 и FLUKE 9100

- 3.2. Поверка и калибровка мостов постоянного тока
- 3.3. Поверка и калибровка магазинов сопротивления
- 3.4. Поверка и калибровка цифровых комбинированных приборов
- 3.5. Поверка приборов методом сличения
- 3.6. Поверка и калибровка трансформаторов тока
- 3.7. Поверка и калибровка омметров
- 3.8. Поверка и калибровка счетчиков электрической энергии

**Зачет**

**Курсовая работа**

**Экзамен**

## **ГОДОВОЙ КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

### **1. Продолжительность учебного года**

Начало учебных занятий – **по формированию учебной группы.**

Начало учебного года – 1 января

Конец учебного года – 30 декабря

Продолжительность учебного года совпадает с календарным.

### **2. Регламент образовательного процесса:**

Продолжительность учебной недели – 5 дней.

Не более 8 часов в день.

### **3. Продолжительность занятий:**

Занятия проводятся по расписанию, утвержденному Директором АНО ДПО «УПЦ»

Продолжительность занятий в группах:

- 45 минут;

- перерыв между занятиями составляет - 10 минут

## Учебно-тематический план

**Цель** – повышение квалификации

**Категория слушателей** – руководители, специалисты.

**Время подготовки** - 112 часов

**Режим занятий** - 8 акад. часов в день

**Форма обучения** – очная, заочная

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			лекции	практ. занятия	
1.	Введение в специализацию и входной контроль	12	12	-	опрос
2.	Основные положения обеспечения единства измерений.	16	16	-	опрос
3.	Поверка и калибровка измерительных преобразователей и мер электрических величин	16	16	-	опрос
4.	Применение вычислительной техники при поверке и калибровке средств электрических измерений	16	16	-	опрос
5.	Поверка и калибровка средств электрических измерений. Поверка и калибровка приборов прямого действия	16	16	-	опрос
6.	Поверка и калибровка приборов сравнения	16	16	-	опрос
7.	Поверка и калибровка цифровых измерительных приборов	16	16	-	опрос
	<b>Проверка знаний</b>	<b>4</b>			опрос
	<b>Всего</b>	<b>112</b>	<b>108</b>		-

Результат освоения программы – качественное изменение профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, приобретение знаний в области поверки и калибровки средств электрических измерений. В ходе обучения слушатели овладевают основами обеспечения единства измерений, принципами действия, устройства, метрологическими характеристиками и методами поверки и калибровки средств электрических измерений, изучают новые нормативные документы. В результате освоения программы слушатель

должен знать: - законодательство Российской Федерации, регламентирующее вопросы единства измерений и метрологического обеспечения; - нормативные и метрологические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению в организации; - нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы проведения измерений; - стандарты и другие нормативные документы по эксплуатации, ремонту, наладке, юстировке и хранению средств измерений; - организацию и техническую базу метрологического обеспечения производства; - физические основы измерений; - систему воспроизведения единиц физических величин и передачи размера средствами измерений; - принципы построения, структуру и содержание систем обеспечения достоверности измерений; - методы и средства поверки (калибровки) и ремонта средств измерений; - методики выполнения измерений; - назначение и принципы применения средств измерений и технологию их ремонта; - порядок составления и правила оформления технической документации; - порядок ведения фонда стандартов и других документов, регламентирующих точность измерений. В результате освоения программы слушатель

должен уметь: - применять контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов; - осуществлять поверку (калибровку) и ремонт средств измерений; - использовать современные способы обеспечения высокой точности и единства измерений; - применять аттестованные методики выполнения измерений; - использовать компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности. В результате освоения программы слушатель должен владеть навыками: - работы с контрольно-измерительной и испытательной техникой для метрологического обеспечения производства; - современными методами и средствами поверки (калибровки), ремонта и юстировки средств измерений; - обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля; - оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений.

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Тема 1. Введение в специализацию и входной контроль

Тема 2. Основные положения обеспечения единства измерений

Тема 3. Поверка и калибровка измерительных преобразователей и мер электрических величин

Тема 4 . Применение вычислительной техники при поверке и калибровке средств электрических измерений

Тема 5. Поверка и калибровка средств электрических измерений.  
Поверка и калибровка приборов прямого действия

Тема 6 . Поверка и калибровка приборов сравнения

Тема 7. Поверка и калибровка цифровых измерительных приборов

### **Общая теория измерений**

Современная теория строения материи. Фундаментальные источники погрешности измерений, потенциально возможные точности измерений.

1. Понятие метрологии, единства измерений, теоретической, прикладной и законодательной метрологии.

Объекты метрологии.

2. Основные виды метрологической деятельности

3. Физические величины. Истинное, действительное, измеренное значение физической величины.

4. Основное уравнение измерений.

5. Международная система единиц и величин (система СИ). Основные, производные и дополнительные единицы. Кратные и дольные единицы.

6.. Физические основы реализации основных единиц физических величин, реализация эталонов единиц на рабочем месте метролога.

7. Понятие измерения. Виды шкал. Классификация измерений: прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Однократные и многократные измерения, статические и динамические измерения.

8. Точные, контрольно-поверочные и технические измерения.
9. Методы измерений: метод непосредственной оценки, метод сравнения мерой, нулевой метод, дифференциальный метод, метод замещения и метод совпадений.
10. Погрешности измерений и их классификация. Абсолютная, относительная и приведенная погрешность.
11. Систематическая и случайная погрешность. Инструментальные, методические и субъективные погрешности. Основные и дополнительные погрешности. Аддитивные и мультипликативные погрешности.
12. Средства измерений (СИ). Классификация средств измерений. Мера, измерительный прибор, измерительная комплекс, измерительный преобразователь. Метрологические характеристики СИ. Классы точности СИ, нормирование и обозначение классов точности.
13. Нормальный закон распределения. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Обработка результатов измерений. Выявление и исключение промахов.
14. Поверка. Виды и методы поверок. Условия проведения. Виды поверочных схем. Образцовые меры и приборы, правила их использования и поверки.

### **Правовые вопросы метрологического обеспечения**

1. Структура, содержание и задачи Государственной системы обеспечения единства измерений.
2. Конституционные нормы в области метрологии.
3. Содержание и основные требования закона РФ «О техническом регулировании». Функционирование метрологических служб при переходе к закону «О техническом регулировании»
4. Содержание и основные требования закона РФ «Об обеспечении единства измерений»
5. Российская система поверки и калибровки. Государственный метрологический контроль и надзор.
6. Условия, порядок и нормативно-техническое обеспечение аккредитации юридических лиц на право калибровки и поверки.
7. Требования стандартов семейства ISO 9000-2000 к системе менеджмента качества организаций и метрологических органов

### **Современные компьютерные технологии в метрологии**

Введение. Устройство персонального компьютера.

1. Оборудование рабочего места современного инженера-метролога.
2. Работа с операционной системой Windows XX. Возможности пакета программ OfficeXX.
3. Возможности современного программного обеспечения ПК.
4. Виртуальные измерительные системы. Разработка виртуальных приборов.

5. Обработка результатов измерений на ПК. Программно-статистический комплекс Statistica.
6. Автоматизированный ввод информации в ПК 2
7. Перспективные промышленные компьютерные технологии.

### **Автоматизация измерений**

1. Виды информационных сигналов. Аналоговые, цифровые, широтно-импульсные и частотные информационные сигналы.
2. Двоичная система счисления. Достоинства цифровой обработки измерительной информации. Цифроаналоговые и аналогоцифровые преобразователи.
3. Обобщенная структура автоматизированного средства измерений. Состав и назначение узлов автоматизированных систем измерений, испытаний и контроля.
4. Измерительные преобразователи. Датчики. Резистивные, емкостные и индуктивные датчики.
5. Помехи передачи сигнала с датчиков. Фильтрация информационных сигналов. Цифровая фильтрация.
6. Усилители. Понятие и основные параметры операционного усилителя. ЦАП с R-2R матрицей. АЦП. Устройства индикации.

### **Поверка средств измерений электротехнических и магнитных величин**

- 1 Типовой перечень поверяемых параметров средств измерений электрических и магнитных величин.
- 2 Условия поверки. Внешний осмотр. Опробование прибора. Определение влияния наклона.
- 3 Проверка электрической прочности и определение сопротивления изоляции. Определение времени успокоения подвижной части прибора. Определение погрешности срабатывания контактного устройства и основной погрешности записи показаний.
- 4 Выбор метода поверки и эталонных средств измерений.
- 5 Поверка амперметров и вольтметров методом непосредственного сличения с эталонным аналоговым прибором прямого действия.
- 6 Особенности поверки амперметров и вольтметров методом сличения с цифровыми приборами.
- 7 Поверка ваттметров и варметров методом непосредственного сличения с аналоговыми приборами.
- 8 Поверка амперметров, вольтметров и ваттметров на постоянном токе методом сличения с приборами сравнения.
- 9 Поверка амперметров, вольтметров и ваттметров на переменном токе методом сличения с приборами сравнения.

- 10 Поверка амперметров, вольтметров и ваттметров при помощи калибраторов тока и напряжения.
- 11 Конструкция и условие равновесия мостов постоянного тока. Поверка мостов постоянного тока.
- 12 Конструкция и условие равновесия мостов переменного тока. Поверка мостов переменного тока.
- 13 Омметры и их поверка.
- 14 Частотомеры и их поверка.
- 15 Масштабные преобразователи. Метрологические характеристики измерительных трансформаторов.
- 16 Методы и средства поверки измерительных трансформаторов.
- 17 Шунты и их поверка.
- 18 Меры электрических величин.
- 19 Поверка магазинов сопротивления.
- 20 Поверка мер и магазинов емкости, индуктивности и взаимной индуктивности.
- 21 Поверка потенциометров постоянного тока.
- 22 Поверка компараторов электрических величин переменного тока.
- 23 Принцип действия цифровых приборов. Особенности их поверки.

## **Поверка средств измерений электротехнических и радио величин**

- 1 Типовой перечень поверяемых параметров средств измерений радио- и электрических величин.
- 2 Условия поверки. Внешний осмотр. Опробование прибора. Определение влияния наклона.
- 3 Проверка электрической прочности и определение сопротивления изоляции. Определение времени успокоения подвижной части прибора. Определение погрешности срабатывания контактного устройства и основной погрешности записи показаний.
- 4 Выбор метода поверки и эталонных средств измерений.
- 5 Генераторы низкой частоты и их поверка
- 6 Генераторы высокой частоты и их поверка
- 7 Электронно-лучевой осциллограф. Синусоидальная развертка в осциллографе.
- 8 Поверка электронно-лучевых осциллографов.
- 9 Цифровые осциллографы. Особенности поверки.
- 10 Средства измерений для исследования параметров электронных схем и элементов; блоки питания.
- 11 Средства измерений коэффициента нелинейных искажений в диапазоне частот 20 Гц – 1 МГц.
- 12 Поверка измерителей нелинейных искажений.

- 13 Измерители добротности и их поверка.
- 14 Средства измерения ослабления и фазового сдвига, их поверка.
- 15 Средства измерений угла сдвига фаз, их поверка.
- 16 Средства измерений мощности электромагнитных колебаний, их поверка.
- 17 Средства измерений напряженности магнитного поля, их поверка.
- 18 Средства измерений напряженности электрического поля, их поверка.

### Список литературы.

1. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ. 2008 г.
2. ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки СИ.
3. РМГ 29-29 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
4. ГОСТ 8.207-76 Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов измерений.
5. ПР 50 2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ.
6. МИ 2439--97 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принцип регламентации, определения и контроля
7. МИ 2440--97 Государственная система обеспечения единства измерений. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов
8. МИ 222-80 Методика расчета метрологических характеристик ИК ИИС по метрологическим характеристикам компонентов
9. МИ 2539--99 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки
10. МИ 2168--91 Государственная система обеспечения единства измерений. ИИС. Методика расчета метрологических характеристик измерительных каналов по метрологическим характеристикам линейных аналоговых компонентов
11. РД 50-453--84 Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета
12. МИ 1552--86 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей результатов измерений
13. МИ 2083--90 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей
14. ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
15. Сборник докладов III международной научно-технической конференции 2-6 октября 2006 г. Пенза УДК 621.317  
Метрологическое обеспечение измерительных систем. / Сборник докладов III международной научно-технической конференции. Под ред. А. А. Данилова. - Пенза, 2006. - 218 с.

- [1] Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
- [2] Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. N 390 "О противопожарном режиме"
- [3] Рекомендации Государственная система обеспечения единства измерений.  
МИ 3290-2010 Рекомендация по подготовке, оформлению и рассмотрению материалов испытаний средств измерений в целях утверждения

- |      |   |  |
|------|---|--|
|      |   | типа   |
| [4]  | Правила по метрологии<br><u>ПР 50.2.104-09</u>  | <u>Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа</u>            |
| [5]  | Правила по метрологии<br><u>ПР 50.2.107-09</u>  | <u>Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядок их нанесения</u> |
| [6]  | <u>Административный регламент по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений(утвержден приказом Минпромторга России от 25 июня 2013 г. N 970)</u> |  |
| [7]  | Рекомендации по метрологии<br><u>Р 50.2.075-2010</u>  | Государственная система обеспечения единства измерений. Нефть и нефтепродукты. Лабораторные методы измерения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API |
| [8]  | Рекомендация по метрологии<br><u>Р 50.2.076-2010</u>  | Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программа и таблицы приведения                                   |
| [9]  | <u>Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке (утвержден приказом Минпромторга России от 2 июня 2015 г. N 1815)</u>  |  |
| [10] | Рекомендации<br>Р РСК 002-06*   | Российская система калибровки. Основные требования к методикам калибровки, применяемые в Российской системе калибровки   |