

**ПАО «МОСЭНЕРГО»
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель учебного центра

ПАО «Мосэнерго»

Е.П. Русина

2020 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации**

«Калибровка средств электрических измерений»

Категория слушателей:

руководители, специалисты и другие работники ПАО «Мосэнерго», имеющие среднее профессиональное или высшее образование.

Вид документа о квалификации: удостоверение о повышении квалификации.

Объем: 108 часов

**Москва
2020**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Нормативные правовые основания разработки программы

Нормативную правовую основу разработки составляют:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 декабря 2015 г. № 1160н «Об утверждении профессионального стандарта «Работник по метрологическому обеспечению деятельности по передаче и распределению электроэнергии»;
- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 29 июня 2017 г. №526н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по метрологии».

1.2. Срок освоения программы: 108 часов.

1.3. Требования к слушателям

К освоению программы допускаются руководители, специалисты и другие работники, имеющие среднее профессиональное или высшее образование.

1.4. Формы освоения программы: очная, с отрывом от производства.

1.5. Цель и планируемые результаты обучения

Программа разработана для повышения квалификации электромонтёров и электрослесарей по ремонту и обслуживанию автоматики и средств измерений и автоматики электростанций с отрывом от производства по курсу «Калибровка средств электрических измерений».

Программа разработана в соответствии с Законом «Об обеспечении единства измерений» №102-ФЗ от 26 июня 2008 г., а также с требованиями тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих электроэнергетики 1999 г.

Изучаемый курс рассматривает устройство, назначение, технические характеристики, регулировку, калибровку и обслуживание приборов измерения физико-химических величин.

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения необходимые для получения новых профессиональных компетенций:

Профессиональные компетенции	Знания	Умения	Навыки
ПК 1. Проверка и калибровка средств электрических измерений	- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по метрологическому обеспечению производства; - стандарты и другие нормативные документы по эксплуатации, ремонту, наладке, проверке, юстировке и хранению средств измерений; - организацию и техническую базу метрологического обеспечения производства; - физические основы измерений; - систему воспроизведения единиц физических величин и передачи	- применять контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов; - осуществлять поверку (калибровку) и ремонт средств измерений; - использовать современные способы	- работы с контрольно-измерительной и испытательной техникой для метрологического обеспечения производства; современными методами и средствами поверки (калибровки), ремонта и юстировки средств изме-

	<p>размера средствам измерений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>обеспечения высокой точности и единства измерений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять аттестованные методики выполнения измерений; - использовать компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации, применяемые в сфере профессиональной деятельности. 	<p>рений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля; - оформления результатов испытаний и принятия соответствующих решений
--	---	---	---

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов, модулей	Трудоемкость					Коды формируемых профессиональных компетенций (ПК)	
		Всего, час	Аудиторные занятия, в том числе		СРС, час	В том числе с использованием ДОТ		Промежуточная и итоговая аттестация
			Теоретические занятия	Практические занятия				
1	Основные положения обеспечения единства измерений	6	6		-	-	Опрос	ПК 1
1.1	Нормативная и организационная основы обеспечения единства измерений	2	2	-	-	-	-	-
1.2	Системы единиц величин	1	1	-	-	-	-	-
1.3	Виды и методы измерения величин	1	1	-	-	-	-	-
1.4	Погрешности измерения, способы их оценки и устранения	1	1	-	-	-	-	-
1.5	Средства измерений и их метрологические характеристики	1	1	-	-	-	-	-
2	Измерение электрических величин и их калибровка	98	44	54	-	-	Опрос	ПК 1
2.1	Общие вопросы электрических измерений	2	2	-	-	-	-	-
2.2	Меры основных электрических величин	2	2	-	-	-	-	-
2.3	Измерение электрических величин при помощи мостов постоянного и переменного тока	9	3	6	-	-	-	-
2.4	Измерение электрических величин компенсаторами постоянного и переменного тока	4	4	-	-	-	-	-
2.5	Общие сведения об электроизмерительных приборах прямого действия	2	2	-	-	-	-	-

№ п/п	Наименование разделов, модулей	Трудоемкость					Коды формируемых профессиональных компетенций (ПК)	
		Всего, час	Аудиторные занятия, в том числе		СРС, час	В том числе с использованием ДОТ		Промежуточная и итоговая аттестация
			Теоретические занятия	Практические занятия				
2.6	Измерение силы тока и напряжения приборами прямого действия	9	3	6	-	-	-	-
2.7	Расширение пределов измерения приборов прямого действия по току и напряжению	10	4	6	-	-	-	-
2.8	Измерение мощности приборами прямого действия	10	4	6	-	-	-	-
2.9	Измерение энергии приборами прямого действия	10	4	6	-	-	-	-
2.10	Измерение коэффициента мощности, угла сдвига фаз и частоты	10	4	6	-	-	-	-
2.11	Измерение параметров электрических цепей приборами прямого действия	10	4	6	-	-	-	-
2.12	Электрические измерительные преобразователи	10	4	6	-	-	-	-
2.13	Автоматизация измерений	2	2	-	-	-	-	-
2.14	Цифровые электроизмерительные приборы	8	2	6	-	-	-	-
3	Итоговое занятие	4	4	-	-	-	Экзамен	ПК 1
	Всего по программе	108	54	54	-	-	-	-

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Календарным учебным графиком является расписание учебных занятий, которое составляется и утверждается для каждой учебной группы или индивидуальных обучающихся.

4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
1	Основные положения обеспечения единства измерений			
1.1	Нормативная и организационная основы обеспечения единства измерений	<p>Содержание учебного материала: Закон «Об обеспечении единства измерений №102-ФЗ от 26.06.2008г. Основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, отношения Государственных органов управления РФ с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений. Основные положения Закона. Метрологические службы: государственная метрологическая служба и метрологические службы государственных органов управления Российской Федерации и юридических лиц. Структура и задачи метрологических служб. Виды государственного метрологического контроля и надзора. Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора. Ответственность административная, гражданско-правовая, уголовная за нарушение метрологических правил и норм.</p>	2	2
1.2	Системы единиц величин	<p>Содержание учебного материала: Международная система единиц (СИ). Ее преимущества. Единицы СИ: основные, дополнительные, производные. Внесистемные единицы кратные и дольные. Единицы СИ, применяемые в электриче-</p>	2	1

¹ Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
		ских измерениях.		
1.3	Виды и методы измерения величин	<p>Содержание учебного материала: Виды измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные. Методы прямых измерений. Методы непосредственной оценки и сравнения с мерой: дифференциальный, нулевой, совпадений.</p>	2	1
1.4	Погрешности измерений, способы их оценки и устранения	<p>Содержание учебного материала: Понятие погрешности измерений. Формы выражения погрешностей: абсолютная и относительная. Виды погрешностей: систематическая и случайная. Грубые погрешности. Способы устранения и учета систематических составляющих погрешностей результата измерений. Способы ее выявления и уменьшения. Результат прямых многократных наблюдений, оценка его погрешности. Оценивание погрешностей результатов косвенных измерений.</p>	2	1
1.5	Средства измерений и их метрологические характеристики	<p>Содержание учебного материала: Виды средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Основная погрешность средств измерений. Нахождение абсолютной, приведенной и относительной погрешности средств измерений в результате поверки. Способы нормирования основных и дополнительных погрешностей. Классы точности средств измерений. Классификация средств измерений по метрологическому назначению. Эталоны, единицы величины. Государственные эталоны единиц величин. Система передачи размеров единиц величин от эталонов рабочим средствам измерений. Калибровка средств измерений.</p>	2	1
2	Измерение электрических величин			
2.1	Общие вопросы электрических измерений	<p>Содержание учебного материала: Виды электрических измерений. Классификация средств электрических измерений. Классификация электроизмерительных приборов. Общие характеристики электроизмерительных приборов, уравнения преобразования, погрешность, вариации показаний, чувствительность к измеряемой величине, потребляемая мощность, время установления показаний, надежность.</p>	2	2

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
2.2	Меры основных электрических величин	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Меры электрического сопротивления, индуктивности, взаимной индуктивности, емкости, ЭДС, напряжения.</p> <p>Назначение рабочих и образцовых мер. Однозначные, многозначные меры, выборы мер. Требования, предъявляемые к мерам. Основные метрологические характеристики мер.</p> <p>Устройство, технические и метрологические характеристики мер. Эквивалентные схемы замещения катушек сопротивления, катушек индуктивности, конденсаторов. Определение понятий «постоянная времени» резистора, «добротность» катушек индуктивности и «угол диэлектрических потерь» конденсаторов.</p>	2	2
2.3	Измерение электрических величин при помощи мостов постоянного и переменного тока	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Принцип построения приборов сравнения, их достоинства и недостатки. Мостовой метод. Уравновешенные и неуравновешенные мосты.</p> <p>Уравновешенные мосты постоянного тока. Их назначение, принципиальная схема, уравнения равновесия, чувствительность, метрологические характеристики, особенности применения. Общие сведения об ординарно-двойных мостах.</p> <p>Уравновешенные мосты переменного тока. Их назначение, принципиальная схема, основные элементы, требования, предъявляемые к ним, условия равновесия, особенности уравнивания, сходимость мостов, метрологические характеристики, область применения.</p> <p>Универсальные мосты, их назначение и достоинства. Схемы мостов переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности, взаимной индуктивности.</p> <p>Калибровка уравновешенных и неуравновешенных мостов на постоянном и переменном токе.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка уравновешенных и неуравновешенных мостов на постоянном и переменном токе.</p>	2	9
2.4	Измерение электрических величин компенсаторами постоянного и переменного	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Измерение электрических величин компенсаторами постоянно-</p>	2	4

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
	тока	<p>го и переменного тока. Сущность компенсационного метода измерений. Компенсаторы постоянного тока. Их назначение, достоинства, принцип действия, упрощенная принципиальная схема. Измерение ЭДС, напряжения, тока и сопротивления. Требования, предъявляемые к основным элементам компенсаторов: нормальному элементу, измерительному и установочному сопротивлению, нулевому индикатору, источнику рабочего тока. Основные характеристики высокоомных и низкоомных компенсаторов. Типы схем измерительного (компенсационного) сопротивления этих компенсаторов.</p> <p>Погрешности и классы точности компенсаторов.</p> <p>Компенсаторы переменного тока. Их назначение, принцип действия, принципиальная схема, классы точности.</p> <p>Термоэлектрические компенсаторы. Их назначение, принцип действия, принципиальная схема, последовательность измерения переменного напряжения, погрешности, частотный диапазон.</p>		
2.5	Общие сведения об электроизмерительных приборах прямого действия	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Классификация показывающих приборов прямого действия по принципу действия, роду измеряемого тока, точности, степени защищенности от внешних магнитных и электрических полей, устойчивости к климатическим условиям, устойчивости к механическим воздействиям, защищенности от влияния внешней среды.</p> <p>Назначение, принцип действия, достоинства, структурная схема показывающих приборов прямого действия. Моменты, действующие на подвижную часть измерительного механизма. Общие узлы и детали.</p> <p>Основные требования к показывающим приборам прямого действия. Калибровка аналоговых вольтметров, амперметров и ваттметров на постоянном токе с помощью поверочной установки типа У302, У358.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка аналоговых вольтметров, амперметров и ваттметров на постоянном токе на установке У302.</p>	2	2
2.6	Измерение силы тока и напряжения приборами прямого действия	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Амперметры и вольтметры магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и ферродинамической систем. Вольт-</p>	2	9

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
		<p>метры и амперметры электростатической системы. Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры с преобразователями рода токов: выпрямительные, термоэлектрические, электронные.</p> <p>Их принцип действия, устройство, уравнение преобразования, основная погрешность и ее составляющие, дополнительные погрешности, области применения, преимущества и недостатки.</p> <p>Методические погрешности при измерении тока и напряжения с помощью амперметров и вольтметров.</p> <p>Магнитоэлектрические гальванометры постоянного тока. Их конструктивные разновидности, назначение, устройство, особенности применения.</p> <p>Основные эксплуатационные параметры гальванометров: чувствительность, внешнее критическое сопротивление, период собственных колебаний подвижной части, Расширение пределов измерения гальванометров постоянного тока.</p> <p>Калибровка амперметров и вольтметров постоянного и переменного тока методом непосредственного сличения с помощью поверочной установки У300.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка амперметров и вольтметров постоянного и переменного тока методом непосредственного сличения на установке У300.</p>		
2.7	Расширение пределов измерения приборов прямого действия по току и напряжению	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Шунты и добавочные сопротивления. Их назначение, устройство, разновидности, основные параметры. Влияние соединительных проводов при подключении нагрузки к шунту. Классы точности шунтов и добавочных сопротивлений.</p> <p>Делители напряжения: резисторные, емкостные, индуктивные. Их назначение, устройство, основные параметры, классы точности. Секционирование катушек приборов и схемы их соединения.</p> <p>Измерительные трансформаторы переменного тока. Их назначение, устройство, схема включения приборов через измерительные трансформаторы, основные соотношения, основные параметры, погрешности, особенности эксплуатации.</p> <p>Калибровка трансформаторов тока с помощью поверочной</p>	2	10

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
		установки типа К535. Практические занятия: Калибровка измерительных трансформаторов тока на установке типа К535.		
2.8	Измерение мощности приборами прямого действия	Содержание учебного материала: Косвенный метод измерения мощности в цепях постоянного тока и однофазного переменного тока с помощью амперметра и вольтметра. Методические погрешности. Измерение мощности электродинамическими и ферродинамическими ваттметрами. Устройство ваттметров, уравнение преобразования, угловая погрешность, методические погрешности измерения. Малокосинусные ваттметры. Особенности устройства варметров, их уравнения преобразования. Расширение пределов измерения ваттметров с помощью измерительных трансформаторов. Калибровка аналоговых ампервольтметров и ваттметров с помощью поверочной установки У358. Практические занятия: Калибровка аналоговых ампервольтметров и ваттметров на установке У358.	2	10
2.9	Измерение энергии приборами прямого действия	Содержание учебного материала: Измерение энергии в однофазной и трехфазной цепи переменного тока индукционными счетчиками. Устройство и принцип действия счетчика, основные соотношения, передаточное число, номинальная и действительная постоянная счетчика. Погрешности, самоход, порог чувствительности счетчика. Классы точности. Измерение энергии в цепях постоянного тока. Принцип действия электродинамического счетчика. Калибровка трехфазных индукционных счетчиков электрической энергии с помощью поверочной установки типа У1134, ЦЭ 6815, ЦУ 6804М. Практические занятия: Калибровка трехфазных индукционных счетчиков электрической энергии на установке У1134.	2	10

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
2.10	Измерение коэффициента мощности, угла сдвига фаз и частоты	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Общие сведения об измерении коэффициента мощности и фазового сдвига между током и напряжением.</p> <p>Косвенный метод измерения коэффициента мощности и угла сдвига фаз. Недостатки метода.</p> <p>Прямой метод измерения коэффициента мощности и угла сдвига фаз логометрическими фазометрами. Устройство, основное уравнение, векторная диаграмма, свойства и область применения электродинамического логометра.</p> <p>Электродинамические однофазные фазометры. Схема, векторная диаграмма, уравнение преобразования, метрологические характеристики современных фазометров.</p> <p>Электродинамические частотомеры. Их принципиальная схема, векторная диаграмма, уравнение преобразования, метрологические характеристики.</p> <p>Калибровка однофазных фазометров методом непосредственного сличения с помощью поверочной установки У1134.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка однофазных фазометров методом непосредственного сличения на установке У1134.</p>	2	10
2.11	Измерение параметров электрических цепей приборами прямого действия	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Электрические цепи. Общие сведения о параметрах. Выбор метода измерения.</p> <p>Измерение сопротивления по постоянному току косвенным методом с помощью амперметра и вольтметра. Схемы включения приборов. Методические погрешности измерения. Недостатки метода.</p> <p>Измерение полного активного и реактивного сопротивления, емкости и индуктивности с помощью амперметра, вольтметра и ваттметра. Достоинства и недостатки метода.</p> <p>Прямой метод измерения сопротивления. Омметры с магнитоэлектрическим измерительным механизмом. Их принципиальная схема, уравнение преобразования, область применения, недостатки. Омметры и мегаомметры с магнитоэлектрическим логометром. Устройство магнитоэлектрического логометра, основное уравнение, свойства,</p>	2	10

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
		<p>назначение.</p> <p>Схема, уравнение преобразования, область применения, достоинства омметров с логометрическим механизмом.</p> <p>Общие сведения о фарадодетрах и генриметрах.</p> <p>Калибровка частотомера с помощью генератора технической частоты типа ГТЧ-1.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка частотомера с помощью генератора частоты типа ГТЧ-1.</p>		
2.12	Электрические измерительные преобразователи	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Методы, операции и принципиальные схемы поверки измерительных преобразователей трансформаторов тока и напряжения. Требования к образцовым и вспомогательным средствам калибровки измерительных трансформаторов тока и напряжения. Способы размагничивания. Определение действительных значений токовой и угловой погрешности.</p> <p>Калибровка делителей напряжения. Методы и средства калибровки, определение погрешностей.</p> <p>Калибровка датчиков тока, напряжения, частоты, активной и реактивной мощности. Методы и средства калибровки.</p> <p>Калибровка шунтов постоянного тока. Схема и средства калибровки, определение погрешностей.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка измерительных преобразователей.</p>	2	10
2.13	Автоматизация измерений	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Задачи и состояние автоматизации измерений.</p> <p>Общие сведения об автоматических мостах и компенсаторах.</p> <p>Полуавтоматические компенсаторы постоянного тока с гальванометрическим усилителем. Принцип действия, принципиальная схема, достоинства и недостатки, применение.</p> <p>Измерительно-информационные системы. Их назначение, обобщенные структурные схемы, перспективы развития, использование микропроцессоров. Агрегатные комплексы средств электроизмерительной техники. Их назначение, состав и принцип построения.</p>	2	2

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения ¹	Объем часов
2.14	Цифровые электроизмерительные приборы	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Основные определения, общие свойства, назначение, область применения цифровых измерительных приборов (ЦИП) и аналогово-цифровых преобразователей (АЦП). Принцип их построения.</p> <p>Классификация ЦИП. Основные характеристики ЦИП: погрешности, диапазон измерений, порог чувствительности, разрешающая способность, входное сопротивление, быстродействие, помехоустойчивость, надежность. Нормирование основной погрешности.</p> <p>Краткие сведения о системах счисления и кодирования. Основные узлы, регистрирующие устройства.</p> <p>Принцип действия (упрощенная структурная схема и временная диаграмма) цифрового вольтметра с времяимпульсным кодированием. Общие сведения об интегрирующих вольтметрах и цифровых приборах подразрядного уравнивания (кодоимпульсные).</p> <p>Схемы построения, метрологические и технические характеристики цифровых омметров.</p> <p>Метрологические и технические характеристики электронных счетчиков.</p> <p>Многопредельные и комбинированные ЦИП. Перспективы развития ЦИП и АЦП.</p> <p>Калибровка цифровых измерительных приборов.</p> <p>Практические занятия:</p> <p>Калибровка цифровых измерительных приборов.</p>	2	8
3	Итоговая аттестация	<p>Содержание учебного материала:</p> <p>Прохождение итогового тестирования</p>	2	4
	Всего по программе			108

5. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

5.1. Формы аттестации

Освоение программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией в форме ответа на экзаменационный билет.

Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости качества подготовки обучающихся.

Итоговая аттестация проводится в целях определения соответствия сформированных компетенций у обучающихся планируемому результату.

К итоговой аттестации допускается слушатель, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший план по программе.

Лицам, успешно освоившим программу обучения и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации: удостоверение о повышении квалификации.

5.2. Оценочные средства

Основные показатели оценки планируемых результатов:

Результаты освоения программы (освоенные умения, усвоенные знания)	Критерии оценки результатов освоения программы
ПК 1. Калибровка средств электрических измерений	Итоговый тест – для успешного прохождения итоговой аттестации необходимо ответить на все три вопроса экзаменационного билета

Оценка качества освоения программы повышения квалификации основывается на оценке слушателя по результатам прохождения тестирования.

Результаты итоговой аттестации определяются оценкой «сдано» / «не сдано».

Перечень (набор) оценочных средств (заданий, вопросов, тестов и др.).

Экзаменационные билеты составлены на основании изученного материала, состоят из 3 вопросов. Для успешного прохождения итоговой аттестации необходимо ответить на все три вопроса билета. Максимальное время подготовки перед ответом на билет – 30 минут.

Билеты, используемые для проверки знаний слушателей по курсу «**Калибровка средств электрических измерений**»:

Билет № 1

1. Понятие физической величины, электрические величины, истинное, действительное и измеренное значение величины.
2. Меры электрического сопротивления. Устройство и основные характеристики.
3. Задачи поверки средств электрических измерений. Требования к образцовым средствам измерения.

Билет № 2

1. Международная система единиц. Применение международной системы в области измерения электрических величин.
2. Меры индуктивности и взаимной индукции. Устройство и основные характеристики.
3. Классификация методов калибровки. Признаки классификации.

Билет № 3

1. Нормальный закон распределения результатов наблюдений и случайных погрешностей.
2. Меры емкости. Устройство и основные характеристики.
3. Методы, использующие прямое и косвенное измерение, их сущность и область применения.

Билет № 4

1. Систематические погрешности измерений. Методы обнаружения и устранения систематических погрешностей.
2. Измерение ЭДС, тока и сопротивления с помощью моста, компенсатора.
3. Метод непосредственного сличения, сущность, область применения.

Билет № 5

1. Оценка систематических погрешностей косвенных измерений электрических величин.
2. Образцовые средства измерений. Их роль в системе обеспечения единства измерений.
3. Методы калибровки. Метод сличения при помощи компенсатора, сущность, область применения, разновидность метода.

Билет № 6

1. Оценка границ не исключенной системной погрешности.
2. Погрешности электроизмерительных приборов. Классификация приборов по точности.
3. Операции калибровки. Внешний осмотр, определение основных погрешностей, определение вариации.

Билет № 7

1. Доверительные границы случайных погрешностей результатов измерений.
2. Типы потенциометров постоянного тока, схемы измерения сопротивлений.
3. Основные положения по организации, структуре, функциям калибровочной лаборатории, права и обязанности работников лаборатории.

Билет № 8

1. Границы погрешностей результата измерений. Форма записи результатов измерений.
2. Четырехплечные (ординарные) мосты постоянного тока. Принцип, схема, основные соотношения погрешности. Применение.
3. Структурная схема, технические и метрологические характеристики, основные узлы поверочной установки У-1134.

Билет № 9

1. Прямые измерения многократными наблюдениями. Методы обработки результатов.
2. Шестиплечные (двойные) мосты постоянного тока. Принцип действия, схема уравнения равновесия, погрешности. Применение.
3. Структурная схема, технические и метрологические характеристики, основные узлы установки У-300.

Билет № 10

1. Средства измерений и их метрологические характеристики.
2. Методические погрешности при измерении тока и напряжения амперметром и вольтметром.
3. Структурная схема, технические и метрологические характеристики установки К-535.

Билет № 11

1. Нормирование метрологических характеристик средств измерений электрических величин.
2. Мосты постоянного тока.
3. Калибровка амперметров и вольтметров кл. т. 1...4.

Билет № 12

1. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Систематическая составляющая погрешностей конкретного экземпляра средств измерений и оценки его случайных погрешностей. Вариация.
2. Мосты переменного тока для измерения индуктивности.
3. Калибровка амперметров и вольтметров компенсационным методом. Средства и схемы калибровки.

Билет № 13

1. Нормируемые характеристики средств измерений. Функция влияния и дополнительные погрешности.
2. Прямые и косвенные измерения. Методы электроизмерений, классификация электроизмерительных приборов.
3. Калибровка многопредельных измерительных приборов: амперметров, вольтметров, мостов и потенциометров постоянного тока.

Билет № 14

1. Класс точности средств измерений электрических величин, Способы выражения пределов допустимых погрешностей.
2. Уравнение преобразования. Шкалы, чувствительность, потребляемая мощность, погрешности электроизмерительных приборов.
3. Калибровка однофазных ваттметров.

Билет № 15

1. Эталоны единиц электрических величин. Погрешности воспроизведения единиц электрических величин.
2. Погрешности электроизмерительных приборов. Классификация приборов по точности.
3. Калибровка измерительных трансформаторов тока. Методы, схемы калибровки и средства калибровки.

Билет № 16

1. Образцовые средства измерений. Их роль в системе обеспечения единства измерений.
2. Методические погрешности при измерении тока и напряжения амперметром и вольтметром.
3. Калибровка амперметров, методы и средства поверки. Определение погрешностей.

Билет № 17

1. Амперметры и вольтметры магнитоэлектрической системы. Свойства и применение.
2. Виды электроизмерений.
3. Калибровка однофазных фазометров, методы, средства и схемы калибровки.

Билет № 18

1. Погрешности электроизмерительных приборов. Классификация приборов по точности.
2. Амперметры и вольтметры электромагнитной системы. Уравнения шкалы. Свойства и применение.
3. Калибровка магазинов сопротивлений комплексным методом. Средства и схемы калибровки.

Билет № 19

1. Влияние внешних условий на показания электрических средств измерений. Определение дополнительной погрешности.

2. Амперметр и вольтметр электродинамической и ферродинамической систем. Уравнение шкал.
3. Калибровка магазинов сопротивления поэлементным методом. Средства и схемы калибровки.

Билет № 20

1. Виды электроизмерений.
2. Электростатические вольтметры. Уравнение шкал. Свойства и применение.
3. Операции калибровки мостов постоянного тока.

Билет № 21

1. Сравнительный анализ амперметров и вольтметров различных систем по точности, чувствительности, частотному диапазону.
2. Выпрямительные приборы. Назначение, устройство и принцип действия. Схемы, уравнения преобразования, частотные диапазоны.
3. Комплексная калибровка мостов постоянного тока. Средства, методы и схемы калибровки.

Билет № 22

1. Влияние внешних условий на показания электрических средств измерений. Определение дополнительной погрешности.
2. Шунты, добавочные сопротивления, делители напряжения. Назначение, устройство, основные характеристики, схемы включения.
3. Калибровка ваттметра и варметра.

Билет № 23

1. Измерительные трансформаторы тока и напряжения, основные соотношения и погрешности. Схемы включения приборов и особенности эксплуатации.
2. Расширение пределов измерительных приборов переменного тока. Схема включения приборов через измерительные трансформаторы.
3. Калибровка цифровых измерительных приборов.

Билет № 24

1. Измерение мощности постоянного, однофазного и трехфазного переменного тока косвенным методом, методическая погрешность.
2. Измерение мощности постоянного, однофазного и трехфазного тока с помощью ваттметров. Свойства и область применения ваттметров.
3. Калибровка преобразователей переменного тока (датчик тока).

Билет № 25

1. Измерение расхода электрической энергии в однофазных и трехфазных цепях переменного тока. Индукционные счетчики, устройство, основные соотношения.
2. Измерение электрических сопротивлений косвенным методом, методические погрешности.
3. Калибровка индукционных счетчиков.

Билет № 26

1. Омметры магнитоэлектрической системы (однорамочные). Свойства, применение.
2. Логометры магнитоэлектрической системы. Устройство, принцип действия.
3. Калибровка омметров.

Билет № 27

1. Измерение активного сопротивления емкости, индуктивности и коэффициента мощности косвенным методом.

2. Логометры переменного тока. Устройство, принцип действия, свойства, применение.
3. Калибровка 3-х фазных преобразователей активной и реактивной мощности.

Билет № 28

1. Измерение коэффициента мощности электродинамическими фазометрами. Принципиальная схема, основные соотношения.
2. Измерение частоты переменного тока. Частотомеры: устройство, принцип действия, основные соотношения.
3. Калибровка частотомеров.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

6.1. Требования к кадровым условиям

В реализации программы повышения квалификации участвуют педагогические работники и обеспечивающий персонал:

- преподаватель – 1 чел.;
- эксперт – 1 чел.;
- главный специалист по дистанционному обучению – 1 чел.;
- главный специалист по направлению обучения – тьютор – 1 чел.

Педагогические работники в части требований к образованию должны соответствовать требованиям профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Минтруда России от 08 сентября 2015 года №608н и иметь высшее профессиональное образование (техническое), стаж педагогической работы не менее 1 года или стаж работы по данному виду профессиональной деятельности не менее 3-х лет.

6.2. Требования к материально-техническим условиям

1. Аудитория на 30 человек, 15 столов, 30 стульев, рабочее место преподавателя.
2. Ноутбук.
3. Видеопроектор.
4. Телевизор или экран.
5. Графические пособия (плакаты):
 - а. Измерение магнитных величин.
 - б. Преобразователи тока и напряжения.
 - в. Измерение фазового сдвига.
 - г. Измерение частоты.
 - д. Измерение мощности и электрической энергии.
 - е. Методы измерения электрических величин.
6. Установки с образцовыми приборами для проведения практических работ:
 - а. Установка потенциметрическая постоянного тока У302 для калибровки амперметров, вольтметров и ваттметров.
 - б. Установка У300 для калибровки амперметров и вольтметров на постоянном и переменном токе.
 - в. Установка У1134 для калибровки однофазных и трехфазных счетчиков электрической энергии.
 - г. Установка К535 для калибровки измерительных трансформаторов тока.
 - д. Установка У358 для калибровки аналоговых ампервольтметров и ваттметров.
 - е. Генератор частоты ГТЧ-1 для калибровки частотомеров.

6.3. Требования к информационным и учебно-методическим условиям

Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

Основные источники:

1. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» №102-ФЗ от 26 июня 2008 г.
2. Федеральный закон №116-ФЗ от 21 июля 1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (в ред. Федерального закона от 29 июля 2018 г. №271-ФЗ).
3. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. РД 153.-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95).
4. Приказ Минтруда России от 24 июля 2013 г. № 328н (ред. от 15 ноября 2018 г.) «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
5. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30 декабря 2001 г. №197-ФЗ (ред. от 16 декабря 2019 г.).

6. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
7. ПР50.2.016-94 Правила по метрологии. Требования к выполнению калибровочных работ.
8. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб в 2-х томах. М. Изд-во Стандартов 1987 г.
9. Широков К.П., Богуславский М.Г. Международная система единиц. М. Изд-во Стандартов 1984 г.
10. РД34.04.182 (РД Пр 34-38-031-84). Общее руководство по капитальному ремонту средств тепловой автоматики и измерений. М. СПО. Союзтехэнерго, 1987 г.
11. ПР 50-732-94 Правила по метрологии. ГСИ Типовое положение о метрологической службе государственных органов и юридических лиц.
12. ПР 50.2.017-95 Правила по метрологии. ГСИ. Положение о Российской системе калибровки.
13. Р.РСК.001-95 Рекомендации РСК. Типовое положение о калибровочной лаборатории.
14. ПР 50.2.018-95 Правила по метрологии. ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ.
15. Любимов Л.И., Форсилова И.Д., Шапиро Е.З. Поверка средств электрических измерений. Справочная книга. Л. Энергоатомиздат 1987 г.
16. Контур В.И., Скомская М.А., Храмова Н.И. Электрические измерения и электроизмерительные приборы. М. Энергоатомиздат 1986 г.
17. Шабалина С.А. Ремонт электроизмерительных приборов. М. Изд-во Стандартов 1989 г.
18. Рейх Н.Н., Тупиченков А.А., Цейтлин В.Г. Метрологическое обеспечение производства. М. Изд-во Стандартов 1987 г.
19. Безкоровайный П.М. Электрические измерения. М. Изд-во Стандартов 1983 г.
20. Вострокнутов Н.Н. Цифровые измерительные устройства. Теория погрешностей, испытания, поверка. – М. Энергоатомиздат, 1990 г.
21. Григорьянц Т.В., Романова Л.А. Поверка средств измерений. Электрические измерения. Общие вопросы поверки. М. Изд-во Стандартов 1984 г.
22. Белоусов Ю.М., Романова Л.А., Усеинов А.Р. «Поверка и калибровка средств электрических измерений». Учебное пособие. М. АСМС, 2001 г.
23. ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
24. ГОСТ 8.366-79 ГСИ. Омметры цифровые. Методы и средства поверки.
25. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.
26. ГОСТ 8.409-8 Омметры. Методы и средства поверки.
27. ГОСТ 8.449-81 ГСИ. Мосты постоянного тока измерительные. Методика поверки.
28. ГОСТ 8.497-83 ГСИ. Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика поверки.
29. ГОСТ Р 8.563-96 ГСИ. Методика выполнения измерений.
30. ГОСТ 8.259-2004. ГСИ. Счетчики электрические активной и реактивной энергии индукционные. Методы и средства поверки.
31. ГОСТ 7165-93. Мосты постоянного тока для измерения сопротивления.
32. ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
33. ГОСТ 8711-93 Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам.
34. ГОСТ 23737-79. Меры электрического сопротивления. Общие технические условия.
35. МИ 1695-87 Меры электрического сопротивления многозначные применяемые в цепях постоянного тока. Методика поверки.
36. ГОСТ 14014-91 Приборы и преобразователи измерительные напряжения, тока, сопротивления цифровые. Общие технические условия.
37. МИ 1202-86 ГСИ. Методические указания. Приборы и преобразователи измерительные напряжения, тока, сопротивления цифровые. Общие требования к методике поверки.

38. МИ 2187-92 Рекомендация. ГСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определения.

7. СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общая характеристика программы	2
1.1 Нормативно-правовые основы разработки программы	2
1.2 Срок освоения программы	2
1.3 Требования к слушателям	2
1.4 Формы освоения программы	2
1.5 Цель и планируемые результаты обучения	2
2. Учебный план	4
3. Календарный учебный график	6
4. Содержание программы (рабочая программа)	6
5. Оценка результатов освоения программы	15
5.1. Формы аттестации	15
5.2. Оценочные средства	15
6. Организационно-педагогические условия реализации программы	20
6.1. Требования к кадровым условиям	20
6.2. Требования к материально-техническим условиям	20
6.3. Требования к информационным и учебно-методическим условиям	20
7. Содержание	23
8. Составители программы	24

8. СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Автор-составитель:

Эксперт



И.Н. Серепенков

Общая редакция, ответственный за выпуск:

Главный специалист



И.В. Рейстровой