

к ОПОП-П по специальности  
13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОП.10 Электротехнические измерения**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## «ОП.10 Электротехнические измерения»

### 1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина «ОП.10 Электротехнические измерения» является обязательной частью общепрофессионального учебного цикла ОПОП-П в соответствии с ФГОС СПО по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 01, ОК 02, ОК 09, ПК 1.3, ПК 2.3

### 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Код умений	Умения	Код знаний	Знания
<b>ОК 01</b>	Уо 01.01	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном или социальном контексте	Зо 01.03	Алгоритм выполнения работ в профессиональной и смежных областях
<b>ОК 02</b>	Уо 02.01.	Определять задачи для поиска информации	Зо 02.01.	Номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности.
	Уо 02.02.	Определять необходимые источники информации		
<b>ОК 09</b>	Уо 09.01	Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы, понимать тексты на базовые профессиональные тексты		
<b>ПК 1.3</b>	У 1.3.01	определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем	З 1.3.01	условия эксплуатации электрооборудования
	У 1.3.02	проводить анализ	З 1.3.02	физические принципы

		неисправностей электрооборудования		работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации, электрического и электромеханического оборудования
	У 1.3.03	эффективно использовать оборудование для диагностики и технического контроля		
<b>ПК 2.3</b>	У 2.3.02	пользоваться основным оборудованием, измерительными приборами и инструментами		

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем в часах</b>
<b>Объем образовательной программы учебной дисциплины</b>	36
<b>в т.ч. в форме практической подготовки</b>	18
в т. ч.:	
теоретическое обучение	18
практические занятия	18
<b>Промежуточная аттестация в форме диф.зачета</b>	

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем, акад. ч / в том числе в форме практической подготовки, акад. ч	Коды компетенций и личностных результатов, формированию которых способствует элемент программы	Код Н/У/З
1	2	3	4	5
<b>РАЗДЕЛ 1. Общие вопросы электротехнических измерений</b>		<b>4/2</b>		
Тема 1.1	<b>Содержание</b>			
Основные понятия об измерениях и единицах физических величин. Основные виды средств электротехнических измерений и их классификация. Методы измерений. Метрологические показатели средств измерений, погрешности измерений. Методические погрешности. Классификация погрешностей. Приборы формирования	<p>1. Цель и задачи дисциплины. Значение электроизмерений в получении информации. Связь предмета с другими дисциплинами.</p> <p>2. Основные метрологические понятия. Электрический сигнал и его параметры. Средства электрических измерений - мера, прибор электроизмерительная установка, информационная система. Основные электрические величины и единицы их измерения. Методы измерения электрических величин.</p> <p>3. Основные свойства средств измерений - чувствительность, порог чувствительности, диапазон измерения, область рабочих частот. Градуировочные характеристики. Статические и динамические погрешности. Систематические, случайные и грубые погрешности. Абсолютная, относительная и приведенная основная погрешности. Вариация показаний приборов погрешностей и обработка результатов измерений.</p> <p>4. Измерительные генераторы как источники, вырабатывающие стабильные сигналы с известными параметрами, частотой, напряжением и формой. Классификация генераторов, измерительные генераторы низкой частоты, LC - генераторы, RC - генераторы, импульсные генераторы. Основные направления автоматизации измерений. Измерительные информационные системы</p>	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 З 1.3.01 З 1.3.02

измерительных сигналов. Автоматизация измерений.	<b>Практическое занятие №1.</b> Влияние места включения измерительного прибора на общую погрешность измерения переменного тока и на параметры схемы. Поверка технического вольтметра. Поверка технического ваттметра. Поверка индукционного счетчика	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	
<b>РАЗДЕЛ 2. Аналоговые электромеханические приборы измерения тока, напряжения и мощности</b>		<b>8/4</b>		
Тема 2.1 Преобразователи токов и напряжений. Шунты и добавочные резисторы. Измерительные трансформаторы. Аналоговые электроизмерительные приборы. Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры	<b>Содержание</b> 1. Назначение, характеристика шунтов и добавочных резисторов. Конструкция и схемы соединения их с измерительными приборами. Подбор шунтов и резисторов. Назначение, конструкция и принцип работы измерительных трансформаторов. Схемы включения измерительных трансформаторов. 2. Назначение, устройство, технические характеристики. Условные обозначения аналоговых приборов. Отчетные устройства, устройства создания противодействующего момента, устройства для создания успокаивающего момента 3. Принцип работы магнитоэлектрической системы измерения. Регулировка номинального угла отклонения стрелки прибора. Схемы магнитоэлектрических амперметров для измерения малых и больших токов. Схема и работа магнитоэлектрического вольтметра. Преимущества и недостатки магнитоэлектрических приборов	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 З 1.3.01 З 1.3.02
Тема 2.2 Амперметры и вольтметры электродинамической и ферродинамической системы. Ваттметры электродинамической и ферродинамической системы.	<b>Содержание</b> 1. Устройство и работа измерительных механизмов электродинамической и ферродинамической системы. Защита от внешних магнитных полей в электродинамических механизмах. Конструкция, принцип работы ферродинамических механизмов. Принципиальные схемы электродинамических и ферродинамических амперметров и вольтметров. 2. Устройство и принцип работы электродинамического и ферродинамического ваттметра. Температурные и частотные погрешности ваттметров. Ферродинамические ваттметры. Трехфазные ферродинамические ваттметры активной и реактивной	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02

	мощности.			3 1.3.01 3 1.3.02
	<b>Практическое занятие № 2</b> Измерение основных параметров микроамперметра и вольтметра. Расширение пределов измерения микроамперметра. Расширение пределов по току и вольтметра по напряжению	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	
	<b>Практическое занятие № 3</b> Изучение конструкции и применение цифрового вольтметра для измерения напряжений.	2		
<b>РАЗДЕЛ 3. Электрические измерительные цепи</b>		<b>4/2</b>		
<b>Тема 3.1</b> Мостовые цепи постоянного и переменного тока. Компенсационные цепи измерения электрических величин.	<b>Содержание</b> 1. Назначение мостовых схем. Устройство мостовой схемы постоянного и переменного тока. Условие равновесия моста. Неуравновешенные мосты. Области использования мостовых схем. 2. Компенсационные измерительные цепи. Принцип действия. Контроль, регулировка рабочего тока сравнивающие устройства. Область применения.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 3 1.3.01 3 1.3.02
	<b>Практическое занятие №4</b> Измерение сопротивлений мостовым методом.	2		
<b>РАЗДЕЛ 4. Электронные измерительные приборы. Исследование формы сигналов, измерение параметров сигналов и характеристик электрических цепей и компонентов</b>		<b>4/2</b>		
<b>Тема 4.1.</b> Классификация электронных измерительных приборов. Электронные вольтметры, осциллографы, омметры.	<b>Содержание</b> 1. Характеристика и классификация аналоговых электронных измерительных приборов. Электронные вольтметры, устройство их и принцип действия. Усилители. Преобразователи амплитудного, средневыпрямленного и действующего значений переменного напряжения. Осциллографы, омметры. Устройство и принцип их действия. Приборы формирования стандартных измерительных сигналов.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02
	<b>Практическое занятие №5</b> Наблюдение формы непрерывных и	2		



	импульсных сигналов, их длительности и измерение напряжений с помощью электронного осциллографа.			3 1.3.01 3 1.3.02
<b>РАЗДЕЛ 5. Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи. Образцовая аппаратура</b>		<b>2/0</b>		
Тема 5.1. Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока. Цифровые омметры	<b>Содержание</b> 1 Характеристика цифровых измерительных приборов и аналого-цифровых, преобразователей. Цифровые вольтметры постоянного и переменного тока. Схема квантования сигнала. Кодирование. Помехи нормального вида и общего вида. Защита от помех в цифровых измерительных приборах	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 3 1.3.01 3 1.3.02
<b>РАЗДЕЛ 6. Измерение параметров и исследование характеристик компонентов электрических и электронных цепей с сосредоточенными параметрами</b>		<b>4/2</b>		
Тема 6.1. Измерение сопротивлений. Измерение емкости и индуктивности. Измерение мощности. Измерение энергии Измерение фазового сдвига. Измерение частоты	<b>Содержание</b> 1. Основные методы и средства измерения сопротивления электрической цепи постоянного тока. Измерение малых и больших сопротивлений. Метод амперметра и вольтметра. Логометрический метод. Измерение сопротивлений одинарным и двойным мостом. 2. Эквивалентные схемы замещения конденсаторов и катушек индуктивности. Мостовые схемы измерения параметров конденсаторов и индуктивностей. Схема высоковольтного моста при испытании изоляции кабелей высокого напряжения. Добротность катушек 3. Измерение мощности в цепях постоянного тока схемы включения амперметра и вольтметра для измерения мощности одноэлементным электродинамическим ваттметром. Схемы включения ваттметра в цепь постоянного тока. Измерение активной и реактивной мощности в цепях переменного тока	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 3 1.3.01 3 1.3.02

	<p>4. Одноэлементный индукционный счетчик энергии. Двух и трехэлементные индукционные счетчики. Схемы включения счетчиков для учета активной и реактивной энергии</p> <p>5. Электродинамические и ферродинамические приборы, измеряющие фазовый сдвиг между напряжением и током в нагрузке. Электронный фазометр. Осциллографические методы измерения фазового сдвига</p> <p>6. Электромеханические, электродинамические частотомеры. Электронные частотомеры. Осциллографические методы измерения частоты.</p>			
	<p><b>Практическое занятие №6</b> Измерение емкости, индуктивности и взаимной индуктивности методом вольтметра и амперметра.</p>	2		
<b>РАЗДЕЛ 7. Измерение параметров и характеристик полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.</b>		<b>8/6</b>		
<b>Тема 7.1</b> Измерение характеристик полупроводниковых приборов и статических параметров цифровых интегральных схем. Измерение динамических параметров цифровых параметров цифровых интегральных схем.	<b>Содержание</b>			
	<p>1. Измерение прямой и обратной ветвей вольтамперной характеристики диода. Измерение частотой характеристики диода. Измерение параметров транзисторов - малого сигнала, большого сигнала, предельных режимов работ. Измерение обратного тока, коллекторного перехода, обратного тока эмиттерного перехода, начального тока коллекторного перехода, напряжения насыщения, статического коэффициента передачи.</p> <p>2. Схема измерения динамических параметров цифровых интегральных схем. Использование микропроцессоров в измерительной технике. Схема измерительного прибора с микропроцессором.</p>	2	ОК 01, ОК 02, ОК 09 ПК 1.3, ПК 2.3	Уо 01.01, Уо 02.01, Уо 02.02, Уо 09.01 Зо 01.03, Зо 02.01, У 1.3.01 У 1.3.02 У 1.3.03 У 2.3.02 З 1.3.01 З 1.3.02
	<b>Практическое занятие №7</b> Измерение статических параметров цифровых интегральных схем	4	ОК 01, ОК 02, ОК 09	
	<b>Практическое занятие №8</b> Измерительные информационные системы с использованием микропроцессоров	2	ПК 1.3, ПК 2.3	

	Дифференцированный зачет	2		
	<b>Всего</b>	<b>36</b>		

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:**

Кабинет «Электротехники и электроники», оснащенный в соответствии с п. 6.1.2.1 образовательной программы по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

#### **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организации выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

##### **3.2.1. Основные печатные издания**

1. Панфилов, В.А. Электрические измерения / В.А. Панфилов. – М.: ОИЦ «Академия», 2017
2. Шишмарёв, В. Ю. Электротехнические измерения / В. Ю. Шишмарёв. – М.: ОИЦ «Академия», 2017.
3. Хрусталёва, З. А. Электротехнические измерения: учебник. / З. А. Хрусталёва. 2-е изд., стер. - М.: «КНОРУС», 2018. – 200 с.
4. Хрусталева, З. А. Электротехнические измерения: практикум: учебное пособие /З. А. Хрусталева. – М.: Издательский центр «КноРУС», 2021. – 240 с.

##### **3.2.2 Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. <https://sxem.net/izmer/izmer.php>
2. Школа для электрика: <http://electricalschool.info/spravochnik/izmeren/>

##### **3.2.2Дополнительные источники:**

1. Хромоин П.К. Электротехнические измерения: учебное пособие / П.К. Хромоин. - М.: Форум, 2013. - 288 с.
2. 5. Шишмарев В.Ю. Электротехнические измерения: учебник для студентов учреждений среднего проф. образования / В.Ю. Шишмарев. - М.: ОИЦ «Академия», 2013. - 304 с.

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
классифицировать основные виды средств измерений	Точная классификация основных видов средств измерений 75% правильных ответов	практические занятия, решение типовых задач, дифференцированный зачет
применять основные методы и принципы измерений	Точное и правильное применение принципов и методов измерений 75% правильных ответов	практические занятия, самостоятельная работа, устный опрос, дифференцированный зачет
применять методы и средства обеспечения единства и точности измерений	Умение применять систему единства измерений 75% правильных ответов	практические занятия, самостоятельная работа, дифференцированный зачет
применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы	Умение применять аналоговые и цифровые измерительные приборы, измерительные генераторы 75% правильных ответов	практические занятия, самостоятельная работа, решение типовых задач, дифференцированный зачет
применять генераторы шумовых сигналов, акустические излучатели, измерители шума и вибраций, измерительные микрофоны, вибродатчики	Выбор генераторов, вибродатчиков, измерителей шума 75% правильных ответов	практические занятия, индивидуальные работы, решение вариативных задач, дифференцированный зачет
основные понятия об измерениях и единицах физических величин	Знать основные понятия об измерениях и единицах физических величин 75% правильных ответов	письменный опрос, решение типовых задач, дифференцированный зачет
метрологические показатели средств измерений	Знать основные метрологические показатели средств измерений 75% правильных ответов	письменный опрос, решение типовых задач, дифференцированный зачет
виды и способы определения погрешностей измерений	Знать, определять и рассчитывать погрешности измерений 75% правильных ответов	решение типовых задач, контрольная работа, дифференцированный зачет
принцип действия приборов формирования стандартных измерительных сигналов	Знать принцип действия приборов формирования стандартных измерительных сигналов 75% правильных ответов	практические занятия, решение типовых задач, дифференцированный зачет
влияние измерительных приборов на точность измерений	Знать, как влияют измерительные приборы на точность измерений 75% правильных ответов	устный опрос, дифференцированный зачет
методы и способы автоматизации измерений	Знать методы и способы автоматизации измерений	устный опрос, практическая работа, решение типовых

тока, напряжения и мощности	тока, напряжения и мощности 75% правильных ответов	задач, дифференцированный зачет
-----------------------------	---	---------------------------------