

Автономная некоммерческая организация  
Дополнительного профессионального образования  
«Учебный центр Газ-Нефть»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор АНО ДПО  
«Учебный центр Газ-Нефть»  
И.В. Зиновьев

27.03.2023г.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
подготовки (переподготовки) по профессии:  
ИСПЫТАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, АППАРАТОВ И  
ПРИБОРОВ**

**Срок обучения:** 160 часов

Рассмотрено на заседании  
Учебно-методического совета  
«Учебного центра Газ-Нефть»  
Протокол № 4  
От 27.03.2023 г.

Уфа 2023

## Оглавление

1. Нормативно-правовые основания разработки программы
2. Общая характеристика программы
3. Цель и планируемые результаты освоения программы.
4. Учебный план
5. Календарный учебный график
6. Содержание программы
7. Система оценки результатов освоения программы
8. Организационно-педагогические условия реализации программы
9. Оценка качества освоения программы
10. Организационно-педагогические условия
11. Учебно-материальная база

## **I. АННОТАЦИЯ**

Настоящая программа предназначена для профессиональной подготовки рабочих по профессии «ИСПЫТАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, АППАРАТОВ И ПРИБОРОВ». Программа разработана в соответствии с нормами Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 19, ст.2326; 2020, N 9, ст.1139), с учетом требований приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам" (зарегистрирован Минюстом России 20 августа 2013 г., регистрационный N 29444), с изменением, внесенным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15 ноября 2013 г. N 1244 "О внесении изменений в Порядок организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. N 499" (зарегистрирован Минюстом России 14 января 2014 г., регистрационный N 31014).

## **II. Общая характеристика программы**

Программа разработана в соответствии с требованиями ЕТКС. Выпуск №19 ЕТКС Выпуск утвержден Постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС от 26.04.1985 N 113/10-32.

Раздел ЕТКС «Общие профессии электротехнического производства»

Программа разработана и предназначена для подготовки новых рабочих и повышения квалификации.

Повышение квалификации составляет не менее 50% от первоначального обучения. Программа содержит квалификационную характеристику, тематические планы и программы по теоретическому и производственному обучению, а также список литературы.

Учебные программы разработаны с учетом знаний и профессиональных умений обучающихся, имеющих среднее образование. На занятиях преподавателями предусмотрено 'применение наглядных пособий (планы, таблицы, схемы, модели, натуральные образцы). Производственное обучение проводится на основе знаний современной техники и технологии производства. Программы теоретического и практического обучения регулярно дополняются материалом о новых технологических процессах и оборудовании. В процессе обучения особое внимание обращается на необходимость прочного усвоения и выполнение всех требований и правил безопасности труда в соответствии с действующими Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Квалификационные экзамены проводятся в установленном порядке квалификационными комиссиями, создаваемыми в соответствии с действующими нормативными актами или в форме тестирования. Количество часов, отводимое на изучение отдельных тем программ, последовательность их изучения в случае необходимости разрешается изменять при условии, что программы будут выполнены полностью по содержанию и общему количеству часов. Измерения, коррективы или необходимость изучения тем рассматривают и утверждают учебно-методическим советом АНО ДПО «Учебный центр Газ-Нефть».

### Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов 3-го разряда

**Характеристика работ.** Электрические, механические и термические испытания, не требующие изменения режимов, простых электрических машин, аппаратов и приборов в соответствии с техническими условиями. Контрольные электрические испытания погружных электронагревательных приборов, электробытовых машин и приборов. Монтаж несложных схем испытаний и подключение к ним испытываемых изделий. Наблюдение за показаниями контрольно-измерительных приборов и ведение журнала наблюдений. Сборка схем для проверки ваттметров методом сличения, оценка погрешности проверяемых приборов. Юстировка и отладка простых электрических узлов. Регулировка режимов испытания с одновременным отсчетом нескольких параметров при испытании приборов в статическом режиме, испытания в динамическом режиме, высоковольтные испытания. Выявление и устранение дефектов в испытываемых изделиях. Наблюдение за исправностью оборудования и измерительных приборов. Наладка приборов релейной защиты, автоматики, сигнализации и устранение мелких неисправностей. Установка изделий на подвесной конвейер.

**Должен знать:** основы технологии изготовления испытываемых изделий; назначение и правила применения контрольно-измерительных приборов и установок; расчет выходной мощности, освещенности, абсолютной, относительной и приведенной погрешностей и вариации при испытании электро-измерительных приборов; принцип работы испытываемых изделий и правила их эксплуатации; правила проверки установок для испытания эталонами; правила пользования пересчетными таблицами, графиками, формулами; электрическую схему испытаний и правила включения в схему контрольно-измерительных приборов; правила ведения журнала испытаний; основы электротехники в пределах выполняемой работы.

#### Примеры работ

1. Игнитроны - регулировка режимов испытания.
2. Изоляция машин, аппаратов и приборов - испытание на диэлектрическую прочность.
3. Катушки трансформаторов, электродвигателей, приборов и аппаратов - измерение сопротивления изоляции.
4. Конденсаторы силовые - кратковременные испытания между обкладками и на корпус, испытание пакетов.
5. Машины электрические - определение числа оборотов на различных скоростях стробоскопическим методом.
6. Машины электрические постоянного тока и асинхронные электродвигатели мощностью до 100 кВт и напряжением до 500 В – контрольные испытания.
7. Машины электрические двух- и трехскоростные 2 - 4 - 6 -8-полюсные - испытания с замером и пересчетом омических сопротивлений с треугольника на звезду.
8. Приборы щитовые - испытание на механические, климатические и электрические воздействия.

9. Схемы электрические взаимной нагрузки машин постоянного тока - сборка.
10. Трансформаторы силовые первого и второго габаритов -измерение сопротивления изоляции обмоток.
11. Устройства комплектные постоянного тока – сборка электрической схемы и проведение испытания на нагрев.
12. Фонарики электрические - измерение выходной мощности, освещенности и испытание на надежность и долговечность.
13. Шунты внутренние и двух-предельные – электрические испытания.
14. Элементы электронагревательные трубчатые – испытания электрической прочности и сопротивления изоляции.
15. Электростанции передвижные мощностью до 100 кВт -регулировка аппаратуры и двигателя.
16. Электросветильники - испытание вибраций, измерение освещенности и температуры нагрева.

## **Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов 4-го разряда**

**Характеристика работ.** Электрические, механические и термические испытания электрических машин, аппаратов и приборов средней сложности. Самостоятельная сборка схем средней сложности для испытания преобразователей с системами автоматического поддержания и регулирования параметров. Выбор на и выгоднейшего режима испытаний, обеспечивающего наилучшие параметры. Настройка измерительных установок. Высоковольтные испытания изделий в импульсном режиме. Выполнение необходимых расчетов, связанных с испытанием электрических машин, аппаратов, конденсаторов, трансформаторов и приборов. Измерение и исследование вибро-акустических характеристик электродвигателей, измерение уровня шума с исследованием характера его составляющих. Испытания основных типов силовых конденсаторов и их пакетов. Подготовка и исследование под нагрузкой мотор-генераторов, асинхронных машин и машин постоянного тока. Испытание крупных масляных выключателей. Определение дефектов испытываемых изделий и их устранение. Составление технической документации по результатам испытаний и измерений.

**Должен знать:** технологию изготовления, назначение, принцип работы и правила эксплуатации испытываемых электротехнических изделий; правила подготовки и сборки схем для испытаний; последовательность проведения испытаний; принцип работы и управление автоматизированными испытательными средствами; правила подсчета основных и дополнительных погрешностей; расчет ускорений при испытании приборов и изделий на вибро-прочность и тряско-прочность; основные виды и свойства применяемых материалов; технические условия и инструкции на испытываемые изделия; правила оформления окончательных результатов.

### **Примеры работ**

1. Возбудители бесщеточные диодные для турбогенераторов -испытание нагрузкой на активное сопротивление.
2. Выпрямители высоковольтные - замер напряжений.
3. Игнитроны - высоковольтные испытания.
4. Конденсаторы силовые - кратковременные испытания, измерение тангенса диэлектрических потерь.
5. Магазины сопротивлений - испытания.
6. Машины электрические переменного тока – измерение мощности методом косвенных и полу-косвенных схем.
7. Машины электрические постоянного тока мощностью до 3000кВт - настройка безыскровой коммутации.
8. Машины электрические постоянного тока и асинхронные электродвигатели мощностью свыше 100 кВт и напряжением свыше 500 В -контрольные испытания.
9. Микродвигатели постоянного тока повышенной точности -специальные испытания.
10. Приборы щитовые и переносные - электрические, климатические и механические испытания.
11. Посты и блоки управления, пусковые станции и панели -испытания с калибровкой автоматов.
12. Трансформаторы силовые третьего габарита -пооперационные испытания.
13. Установки для испытания электро-щеток - сборка схемы, регулирование и налаживание.
14. Шунты высокого класса точности – электрические испытания.
15. Электроаппараты - регулировка режимов испытаний на электрическую, термическую и динамическую устойчивость аппаратов.
16. Электростанции передвижные мощностью свыше 100 кВт до 200 кВт - регулировка аппаратуры и двигателя.

## **Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов 5-го разряда**

**Характеристика работ.** Электрические, механические и термические испытания сложных электрических машин, высоковольтных и низковольтных аппаратов, трансформаторов, электроизмерительных приборов высокого класса точности. Контрольные и типовые испытания высоковольтных и силовых конденсаторов. Предварительная проверка и подбор полупроводниковых приборов для бесщеточных систем возбуждения. Наладка и управление

комплексом сложного испытательного оборудования. Участие в исследованиях и испытаниях преобразовательных агрегатов с системами управления и автоматического регулирования параметров. Выполнение необходимых расчетов, связанных с проведением испытаний. Измерение коэффициента трансформации, омического сопротивления обмоток, характеристик изоляции, диэлектрических потерь, вычисление мощности, коэффициента полезного действия и других характеристик. Проверка взаимодействия различных узлов и механизмов. Выявление и устранение дефектов в испытываемых изделиях.

**Должен знать:** устройство, назначение, принцип работы и технологию изготовления испытываемых изделий; устройство, назначение, правила эксплуатации и наладки испытательного оборудования и контрольно-измерительных приборов; методику выполнения расчетов и снятия характеристик; государственные стандарты на испытываемые изделия; особенности испытания новых образцов электротехнических изделий и правила оформления документации по результатам испытаний.

### **Примеры работ**

1. Аппараты и машины электрические - расчет допустимых нагрузок при различных режимах работы.
2. Выключатели высоковольтные напряжением до 35 кВ - контрольные испытания.
3. Генераторы и электродвигатели высокочастотные - испытания и исследования.
4. Конденсаторы силовые высоковольтные – контрольные испытания.
5. Машины электрические постоянного тока мощностью свыше 3000 кВт - настройка безыскровой коммутации.
6. Машины электрические крупные постоянного и переменного тока - включение на параллельную работу, испытания под нагрузкой.
7. Приборы самопишущие и измерительные мосты - испытания на устойчивость к электрическим, механическим и климатическим воздействиям.
8. Пускатели магнитные на 400 и 500 Гц - подбор режимов для исследования и испытания.
9. Трансформаторы силовые четвертого габарита - приемо-сдаточные испытания.
10. Трансформаторы с кабельно-конденсаторной изоляцией высокочастотные - испытания.
11. Электростанции передвижные мощностью свыше 200 кВт - испытание и устранение дефектов.
12. Элементы полупроводниковые вращающиеся систем возбуждения - измерение переходных сопротивлений.

### **Испытатель электрических машин, аппаратов и приборов 6-го разряда**

**Характеристика работ.** Электрические, механические и термические испытания опытных и уникальных образцов электрических машин, высоковольтных аппаратов, трансформаторов, конденсаторов и электроизмерительных приборов. Комплектные испытания опытных образцов электрических машин и преобразователей совместно с аппаратурой управления и автоматического регулирования параметров. Настройка и регулировка тиристоры схем бесщеточных систем возбуждения. Монтаж особо сложных схем испытаний, пультов управления для испытания электрических машин и аппаратов. Исследование новых образцов электрических машин, аппаратов и приборов, требующих специальной приемки, с регулировкой их до заданных параметров. Управление комплексом сложного испытательного оборудования. Настройка и регулировка телеаппаратуры при испытании роторов турбогенераторов на разнос. Устранение дефектов, выявленных при испытании. Выполнение сложных расчетов, связанных с проведением испытаний и исследований. Составление графиков, диаграмм по материалам испытаний и исследований. Оформление протоколов результатов испытаний и исследований образцов.

**Должен знать:** устройство, принцип работы, назначение и технологию изготовления опытных и уникальных образцов изделий; конструкцию, правила эксплуатации и наладки различного комплексного оборудования, применяемого при испытании; элементы электроники; методику испытаний и исследований; полную электрическую схему испытательной станции или лаборатории; конструкцию и принцип действия всех сложных электроизмерительных приборов; сборку схемы проверки электрических параметров приборов; расчет погрешности потенциометров; технические условия и государственные стандарты на испытываемые образцы и материалы.

Требуется среднее специальное образование.

### **Примеры работ**

1. Выключатели высоковольтные напряжением свыше 35 кВ -испытание и исследование.
2. Вольтметры автоматические цифровые, процентные мосты -испытание и исследование погрешностей.
3. Головные образцы электрических машин и аппаратов - типовые испытания с их доводкой и настройкой на испытательных стендах.
4. Катушки образцовые - испытание и исследование погрешностей.
5. Машины электрические переменного тока - подготовка схем для осциллографирования переходных процессов.
6. Потенциометры лабораторные - контрольные испытания.
7. Схемы тиристорные бесщеточных систем возбуждения - типовые и периодические испытания.
8. Трансформаторы силовые пятого и шестого габаритов -пооперационные и приемо-сдаточные испытания.



9. Устройства комплектные с тиристорными преобразователями частоты - комплексные испытания.

10. Элементы логические, полупроводниковая и электронная техника - испытание схем.

### III. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения курса должен:

#### **уметь:**

- определять электроэнергетические параметры электрических машин и аппаратов, электротехнических устройств и систем;

#### **знать:**

- технические параметры, характеристики и особенности различных видов электрических машин;
- выбор электродвигателей и схем управления;
- физические принципы работы, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации электрического и электромеханического оборудования

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**Должен знать:** назначение, правила эксплуатации и принцип работы испытываемых изделий; измерительный инструмент и приборы, необходимые для испытаний; простые схемы для измерения показаний; правила и способы включения испытываемых изделий в простую схему; основные сведения по электротехнике; режимы проведения испытаний; правила обслуживания установок испытательной станции или участка; правила транспортировки и установки изделий.

#### **Примеры работ**

1. Генераторы синхронные - включение в сеть методом синхронизации.
2. Машины электрические постоянного и переменного тока – испытание обмоток.
3. Машины электрические постоянного и переменного тока небольшой мощности - сборка схемы, пуск и нагрузка машин.
4. Схемы электрические для измерения сопротивления обмоток постоянным током методом вольтметра и амперметра - сборка.
5. Схемы электрические для снятия характеристик холостого хода и короткого замыкания - сборка.
6. Электроплитки и электроутюги - испытание.
7. Элементы электронагревательные трубчатые – проверка цепи.
8. Якори электрических машин - испытания на межвитковое замыкание.

## IV. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

**Категория слушателей:** К освоению программы допускаются лица, имеющие образование не ниже основного общего, различного возраста (не моложе 18 лет), не имеющих медицинских противопоказаний.

### IV. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

образовательной программы повышения квалификации

### ИСПЫТАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, АППАРАТОВ И ПРИБОРОВ

№ п/п	Наименование предметов и тем	Количество часов
<b>I.</b>	<b>ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>	<b>80</b>
1.	Введение Электроматериаловедение	1
2.	Основы электротехники	1
3.	Чтение чертежей и схем	1
4.	Допуски и технические измерения	1
<b>5.</b>	<b>Специальный курс</b>	
<b>5.1.</b>	<b>Модуль 1. Общие вопросы испытаний электрических машин</b>	<b>28</b>
5.1.1.	Показатели качества и стандартизация методов испытания	4
5.1.2.	Виды испытаний и их характеристика	8
5.1.3.	Измерительное оборудование и приборы	8
5.1.4.	Электроизмерительные приборы	8
<b>6.2.</b>	<b>Модуль 2. Сравнение электромеханических приборов различных систем и область их применения, методы измерения и испытания электрических машин</b>	<b>48</b>
6.2.1.	Цифровые измерительные приборы	4
6.2.2.	Измерение тока, напряжения и мощности	4
6.2.3.	Измерение и контроль неэлектрических величин	4
6.2.4.	Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия	4
6.2.5.	Методы измерения	8
6.2.6.	Вычисление КПД при косвенном определении	8
6.2.7.	Предпочтительные методы определения потерь и КПД	8
6.2.8.	Автоматизация испытаний электрических машин	8
<b>II.</b>	<b>ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА</b>	<b>64</b>
7.1.	Ознакомление с предприятием	1
7.2.	Безопасность труда	1
7.3.	Пожарная безопасность и электробезопасность	1
7.4.	Инструктаж по ОТ и ПБ на предприятии	1
7.5.	Порядок и технология электрических, механических и термических испытаний в соответствии с техническими условиями	4
7.6.	Обнаружение дефектов сборки	8
7.7.	Устранения дефектов, обнаруженных при сборке.	8
7.8.	Работы по испытанию электрических машин, аппаратов и приборов;	8
7.9.	Механическая и электрическая регулировки приборов, электрических машин и аппаратов;	8
7.10.	Устранение дефектов, обнаруженных при слесарно-сборочных работах;	8
7.11.	Испытания собранных приборов, машин и аппаратов;	8
7.12.	Настройка и регулировка собранных приборов, машин и аппаратов;	8
7.13.	Квалификационная пробная работа	8
<b>III.</b>	<b>Консультации</b>	<b>4</b>
<b>IV.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>4</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>160</b>

## **V. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**

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

Начало учебных занятий – по формированию учебной группы.

Начало учебного года – 09 января

Конец учебного года – 31 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

Продолжительность занятий в группах:

- 45 минут;

- перерыв между занятиями составляет - 10 минут

### **4. Регламент административных совещаний:**

Собрания трудового коллектива – по мере необходимости, но не реже 1 раза в год

## **VI. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН (28 час.)**

### **Тема 1.1 . Показатели качества и стандартизация методов испытаний**

Виды и объём промышленных испытаний электрических машин общепромышленного применения. Виды и объём промышленных испытаний силовых трансформаторов. Приемочные испытания. Приёмосдаточные испытания. Периодические испытания. Типовые испытания. Испытания на надёжность. Исследовательские испытания

### **Тема 1.2. Виды испытаний и их характеристика**

Проверка сопротивления изоляции. Измерение сопротивления обмоток. Испытание машины при повышенной частоте вращения. Испытание при кратковременной перегрузке по току или по вращающему моменту. Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками, сопротивление изоляции термометров сопротивления и сопротивления изоляции подшипников. Испытание изоляции обмоток на электрическую прочность относительно корпуса машины и между обмотками. Испытания межвитковой изоляции на электрическую прочность. Измерение температуры частей электрической машины. Испытание электрических машин на нагревание. Определение вращающих моментов и пусковых токов двигателей переменного тока и синхронных компенсаторов. Измерение электрического напряжения между концами вала и проверка состояния изоляции опор. Испытания водо-водяных теплообменников, масло-газо- и воздухоохладителей.

### **Тема 1.3. Измерительное оборудование и приборы**

Метрологическое обеспечение испытаний. Точность результатов измерений. Основные государственные первичные эталоны. Инструментальная (приборная) погрешность. Основные характеристики измерительных приборов и преобразователей. Пределы измерения. Диапазон измерений. Диапазон показаний. Эталоны, образцовые и рабочие меры.

#### **Тема 1.4. Электроизмерительные приборы**

Общие сведения об аналоговых электромеханических приборах. Приборы магнитоэлектрической системы. Приборы электромагнитной системы. Приборы электродинамической системы. Приборы электростатической системы. Приборы индукционной системы.

### **МОДУЛЬ 2. СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ, МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН(90час)**

#### **Тема 2.1. Цифровые измерительные приборы**

Цифровая индикация результата измерений. Газоразрядные индикаторы. Светодиодные индикаторы. Жидкокристаллические сегментные индикаторы

#### **Тема 2.2. Измерение тока, напряжения и мощности**

Измерение тока. Измерение напряжения. Измерение мощности в цепях постоянного и однофазного переменного тока. Измерение активной мощности в трёхфазных цепях. Измерение реактивной мощности в трёхфазных цепях

#### **Тема 2.3. Измерение и контроль неэлектрических величин**

Реостатный преобразователь. Терморезисторный преобразователь. Емкостной преобразователь. Индукционные преобразователи.

#### **Тема 2.4. Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия**

Общие положения. Учитываемые потери. Классификация методов определения потерь и КПД. Методы непосредственного определения КПД. Методы косвенного определения КПД. Измерение потерь методом самоторможения. Определение ускорения самоторможения. Состав опытов самоторможения. Порядок выполнения опытов самоторможения

#### **Тема 2.5. Методы измерения**

Зависимость частоты вращения от времени. способа биения частот. методом самоторможения. Определение отрицательного ускорения самоторможения способом биения. Калориметрический метод. Определение КПД электрических машин. Непосредственное измерение расхода и превышения температуры охлаждающей среды тарированием превышения температуры охлаждающей среды без измерения её расхода. Определение тарировочной характеристики. Калориметрический метод по воде. Измерение расхода воды. Зависимости плотности и удельной теплоёмкости воды от температуры. Калориметрический метод по воздуху. Зависимость плотности воздуха от температуры и влажности. Измерение при вентиляции по разомкнутому циклу. Измерение при вентиляции по замкнутому циклу. Определение теплоёмкости воздуха. Зависимость теплоёмкости влажного воздуха от температуры. Подготовка к калориметрическим измерениям при жидких охлаждающих средах. Коммуникации и оборудование для калориметрических измерений в жидких охлаждающих средах.

#### **Тема 2.6. Вычисление КПД при косвенном определении**

Механические потери. Потери в стали и добавочные потери холостого хода. Основные потери в цепях рабочих обмоток. Потери на возбуждение. Электрические потери в щетках. Добавочные потери при нагрузке. Многофазные асинхронные машины. Многофазные синхронные машины.

#### **Тема 2.7. Предпочтительные методы определения потерь и КПД**

Метод тарированной вспомогательной машины. Метод косвенного

определения КПД с определением суммы механических потерь и потерь в стали и добавочных потерь холостого хода. Метод тарированного двигателя. Методом ненагруженного двигателя. Метод тарированной вспомогательной машины. Метод косвенного определения КПД с определением постоянных потерь методом ненагруженного двигателя. Определение всех потерь при нагрузке.

### **Тема 2.8. Автоматизация испытаний электрических машин**

Автоматизация испытаний электрических машин. Процесс автоматизации испытаний реализуется только с помощью цифровой техники.

Автоматизированные промышленные испытания. типовые аппаратные средства – автоматические системы управления.

## **VII. Форма аттестации и оценочные средства**

### **Система оценки результатов освоения образовательной программы**

Осуществление текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, установление их форм, периодичности и порядка проведения относится к компетенции организации, осуществляющей образовательную деятельность.

Проверка знаний проводится по усмотрению преподавателя в виде устного или письменного ответа на билеты или тесты, представленные в программе. (ПРИЛОЖЕНИЕ1).

К самостоятельному выполнению работ обучающиеся допускаются только после сдачи экзамена квалификационной комиссии.

Производственное обучение может быть организовано на производственных площадях организации (по договору).

Осуществление текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, установление их форм, периодичности и порядка проведения относится к компетенции организации, осуществляющей образовательную деятельность.

Лицам, прошедшим курс обучения по специальной программе и сдавшим экзамены квалификационной комиссии выдается свидетельство установленного образца.

## **VIII. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

Организационно-педагогические условия реализации программы должны обеспечивать реализацию программы в полном объеме, соответствие качества подготовки обучающихся установленным требованиям, соответствие применяемых форм, средств, методов обучения и воспитания возрастным, психофизическим особенностям, склонностям, способностям, интересам и потребностям обучающихся.

Для определения соответствия применяемых форм, средств, методов обучения и воспитания возрастным, психофизическим особенностям и способностям обучающихся организация, осуществляющая образовательную деятельность, проводит тестирование обучающихся с помощью соответствующих специалистов.

Теоретическое обучение проводится в оборудованных учебных кабинетах с использованием учебно-материальной базы, соответствующей установленным требованиям.

Наполняемость учебной группы не должна превышать 30 человек.

Продолжительность учебного часа теоретических и практических занятий должна составлять 1 академический час (45 минут). Продолжительность учебного часа практического

обучения должна составлять 1 астрономический час (60 минут).

Расчетная формула для определения общего числа учебных кабинетов для теоретического обучения:

$$\Pi = \frac{P_{гр} * n}{0,75 * \Phi_{пом}};$$

где  $\Pi$  - число необходимых помещений;

$P_{гр}$  - расчетное учебное время полного курса теоретического обучения на одну группу, в часах;

$n$  - общее число групп;

0,75 - постоянный коэффициент (загрузка учебного кабинета принимается равной 75%);

$\Phi_{пом}$  - фонд времени использования помещения в часах.

Обучение состоит из лекций и практических занятий в лицензируемой организации

Для проведения теоретических и практических занятий привлекать преподавателей с опытом работ

Педагогические работники, реализующие данную образовательную программу, должны удовлетворять квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках по соответствующим должностям и (или) профессиональных стандартах.

Информационно-методические условия реализации программы:

учебный план;

календарный учебный график;

рабочие программы учебных предметов;

методические материалы и разработки;

расписание занятий.

### Перечень учебного оборудования

Наименование учебного оборудования	Единица измерения	Количество
<i>Оборудование и технические средства обучения</i>		
Компьютер с соответствующим программным обеспечением	комплект	1
Мультимедийный проектор	комплект	1
Экран (монитор, электронная доска)	комплект	1

#### Организация-разработчик:

Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Учебный центр Газ-Нефть»

### IX. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Итоговая аттестация проводится в форме квалификационного экзамена или тестирования.

Квалификационный экзамен или тестирование проходит в один этап в форме устного или письменного экзамена по теоретическим вопросам.

Экзамен принимает комиссия в составе 3 человек. По итогам заседания квалификационной комиссии выносится решение по результату сдачи экзамена слушателем.

## **X. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

20-летний опыт работы АНО ДПО «УЦГН» в сфере дополнительного профессионального образования.

Обучение по данной программе ведется специалистом, имеющим опыт работы в данной сфере и в учебном центре.

Оборудованные учебные классы, компьютерная техника, наглядные пособия. Учебный план и программа, лекции по теоретическому обучению, методические рекомендации по организации образовательного процесса, утвержденными руководителем организации. Билеты для проведения экзаменов у обучающихся, утвержденными руководителем организации. Корпоративная культура.

Оперативное реагирование на запросы заказчиков.

## **XI. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНАЯ БАЗА**

### ***Основная литература:***

1. Электрические и электронные аппараты. В 2 т. Т.1. Электромеханические аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ [Е.Г. Акимов и др.]; под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. - Москва: Академия, 2010 - 352 с. ISBN 978-5-7695-6253-2
2. Электрические и электронные аппараты. В 2 т. Т.2. Силовые электронные аппараты: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ [А. П. Бурман и др.]; под ред. Ю.К. Розанова. - Москва: Академия, 2010. - 320 с. ISBN 978-5-7695-6255-6
3. Основы теории электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учеб. / Е.Г. Акимов [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 592 с. ISBN 978-5-8114-1800-8 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61364>
4. Электрические машины [Текст]: учебник /М.М. Кацман. 13-е изд., стер. Москва: ИЦ 'Академия', 2014. 496 с. ISBN 978-5-4468-0463-4
5. Электрические машины [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ А.Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/492153>

### ***Дополнительная литература:***

1. Электрические аппараты : общий курс [Текст] : учебник для вузов / А. А. Чунихин . 3-е изд., перераб. и доп . Москва: Энергоатомиздат, 1988 .720 с. ISBN 5-283-00499-6
  2. Бесконтактные электрические аппараты автоматики [Текст] : учебник для вузов / Л. В. Шопен . 2-е изд., перераб. и доп . Москва: Энергоатомиздат, 1986 .568 с.
  3. Электромеханические аппараты автоматики [Текст] : учебник для вузов / [Б. К. Буль и др.] . Москва: Высшая школа, 1988. 304 с. ISBN 5-06-001232-8
- Программа дисциплины "Электрические машины и аппараты"; 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника; доцент, к.н. (доцент)  
Насибуллин Р.Т. Регистрационный номер 900649818 Страница 14 из 16.
4. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. -Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 256 с. - ISBN: 978-5-8114-2605-8 –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96241>
  5. Электрические машины [Текст]: учебник для вузов / И. П. Копылов . 3-е изд., испр . Москва: Высшая школа, 2002. 607 с. ISBN 5-06-003841-6
  6. Проектирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов / [авт. кол.: Б. К. Клоков и

***Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет",  
необходимых для освоения дисциплины (модуля)***

Учебно-методический комплекс "Электрические машины" - <http://elmech.mpei.ac.ru/em/index.html>

Электрические аппараты - <http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/elektricheskie-apparaty.html>

Электрические аппараты. Электротехника - <http://electrono.ru/elektrotexnicheskaya-apparatura/elektricheskie-apparaty>

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

#### **Тема 1.1. Показатели качества и стандартизация методов испытаний**

1. Назовите виды и объём промышленных испытаний электрических машин общепромышленного применения.
2. Назовите виды и объём промышленных испытаний силовых трансформаторов.
3. На чём должны проводиться приемочные испытания?
4. Какие гарантии дают приёмосдаточные испытания электрической машины?
5. Для чего проводятся периодические испытания электрических машин и трансформаторов?
6. Когда проводятся типовые испытания электрических машин и трансформаторов?
7. Что получают при проведении испытаний на надёжность?
8. С какой целью проводятся исследовательские испытания?

#### **Тема 1.2. Виды испытаний и их характеристика**

9. Какие виды испытаний встречаются в ремонтной практике?
10. Какие виды испытаний проводятся после ремонта?
11. Чем производят проверку сопротивления изоляции?
12. Чем можно измерить при отсутствии мегомметра сопротивление изоляции?
13. Каким методом надлежит производить измерение сопротивлений обмоток при постоянном токе?
14. Приведите схему измерения сопротивления обмотки при постоянном напряжении методом вольтметра и амперметра.
15. В каком режиме следует производить испытания электрических машин при повышенной частоте?
16. При какой частоте следует проводить испытание для машин с несколькими номинальными частотами вращения?
17. В каком состоянии следует проводить испытание при повышенной частоте вращения неявнополюсных роторов синхронных машин?
18. Какими методами рекомендуется измерять частоту вращения при испытании на повышенной частоте вращения?
19. При какой температуре обмотки и активной стали следует проводить испытание при кратковременной перегрузке по току обмотки якоря?
20. При какой температуре следует проводить испытание при кратковременной перегрузке двигателя по вращающему моменту?

#### **Тема 1.3. Измерительное оборудование и приборы**

21. Чем достигаются точность результатов измерений и их сопоставимость?
22. Назовите основные государственные первичные эталоны.



23. Назовите классы точности измерительных приборов.
24. Что называют пределами измерения?
25. Что называют диапазоном измерений?
26. Что называют диапазоном показаний?
27. Как называется отношение изменения выходной величины измерительного прибора или измерительного преобразователя к вызвавшему ее изменению входной величины?
28. Как называется наибольшая по абсолютной величине разность между повторными показаниями, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины?
29. Как называется наименьшее изменение измеряемой величины, способное вызвать заметное изменение показаний приборов?
30. Как называется способность прибора сохранять заданные характеристики при определенных условиях в течение заданного времени?

#### **Тема 1.4. Электроизмерительные приборы**

31. Как называются приборы, показания которых являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины?
32. Приведите структурную схему аналогового прибора.
33. Как называется расстояние между двумя соседними отметками?
34. Как называется прибор противодействующий момент, которого может быть создан упругими силами или теми же электромагнитными силами, что и вращающий?
35. Поясните принцип действия и конструкцию подвижной части электромеханического прибора.
36. Поясните принцип действия и конструкцию прибора магнитоэлектрической системы.
37. Поясните принцип действия и конструкцию прибора электромагнитной системы.
38. Поясните принцип действия и конструкцию прибора электродинамической системы.
39. Поясните принцип действия и конструкцию прибора электростатической системы.
40. Поясните принцип действия и конструкцию прибора индукционной системы.

### **Модуль 2. Сравнение электромеханических приборов различных систем и область их применения, методы измерения и испытания электрических машин**

#### **Тема 2.1. Цифровые измерительные приборы**

41. Как называют приборы, которые в процессе измерения осуществляют автоматическое преобразование непрерывной измеряемой величины в дискретную с последующей индикацией результата измерений на цифровом отсчетном устройстве?
42. Как называют процесс получения отсчетов измеряемой величины в определенные дискретные моменты времени?
43. Как называют процесс представления численного значения величины, определенной последовательностью цифр или сигналов?
44. Поясните принцип действия цифрового вольтметра.

45. Где используют полупроводниковые инжекционные светоизлучающие диоды?

### **Тема 2.2. Измерение тока, напряжения и мощности**

46. Чем определяется способ измерения тока, напряжения и мощности?

47. Какие приборы служат для измерения тока, протекающего в какой-либо цепи?

48. Приведите схему расширения пределов измерения амперметра.

49. Какие приборы служат для измерения напряжения, протекающего в какой-либо цепи?

50. Какими приборами может быть осуществлено измерение напряжения в цепях постоянного тока?

51. Что представляет собой измерительная цепь магнитоэлектрического вольтметра?

52. Приведите схемы расширения пределов измерения вольтметра.

53. Какие ваттметры используют для измерения мощности в цепях постоянного и переменного однофазного тока?

54. Чем достигается изменение пределов измерения электродинамических ваттметров?

55. Приведите схему включения ваттметра в цепях постоянного и однофазного переменного тока.

56. Приведите схему измерения мощности цепи постоянного тока методом амперметра и вольтметра.

57. Приведите схему включения ваттметра через измерительные трансформаторы тока и напряжения.

58. Какие ваттметры используют для измерения активной мощности трехфазного потребителя?

59. Когда применяют метод одного ваттметра?

60. Приведите схемы включения одного ваттметра в трёхфазную симметричную цепь.

61. Приведите схему включения трёх ваттметров в четырёхпроводную трёхфазную цепь.

62. Приведите схему включения двух ваттметров в трёхпроводную трёхфазную цепь.

63. Какой способ используют для измерения реактивной мощности трехфазного потребителя?

64. Приведите схему включения ваттметра для измерения реактивной мощности.

65. Приведите схему включения двух ваттметров для измерения реактивной мощности.

66. Приведите схему включения трёх ваттметров для измерения реактивной мощности.

### **Тема 2.3. Измерение и контроль неэлектрических величин**

67. Какие методы контроля находят широкое применение для измерения неэлектрических величин?

68. Как называют прецизионный реостат, движок которого перемещается под действием измеряемой величины?

69. Приведите структурную схему уровнемера.

70. Как называют проводник, изменяющий свое сопротивление под действием вызываемого в нем механического напряжения и деформации?

71. Приведите схема включения тензорезисторного преобразователя.

72. Как называют конденсатор, электрические параметры которого изменяются под действием входной величины?

73. Приведите схему уровнемера с цилиндрическими электродами.

74. На чём основан принцип действия индукционного преобразователя?

75. Приведите схему индукционного преобразователя.

76. Приведите схему синхронного преобразователя.

**Тема 2.4. Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия**

77. Как называются потери на трение всех видов во вращающейся машине?

78. Как называются потери на гистерезис и вихревые токи при перемагничивании сердечника якоря?

79. Как называются потери, создаваемые током возбуждения, как в самой обмотке возбуждения, так и в постоянно соединенных с нею сопротивлениях?

80. Как вычисляются потери на возбуждение, если обмотка возбуждения питается непосредственно от напряжения на выводах возбуждаемой машины?

81. Как вычисляются потери на возбуждение, если обмотка возбуждения питается от какого-либо возбуждательного устройства, подключенного к выводам возбуждаемой машины?

82. Как вычисляются потери на возбуждение, если обмотка возбуждения питается от электромашинного возбуждателя постоянного или переменного тока, приводимого от вала возбуждаемой машины и служащего только для ее возбуждения?

83. Как вычисляются потери на возбуждение, если обмотка возбуждения питается от независимого нерегулируемого источника постоянного тока, как от батареи или выпрямителя?

84. Как называются потери в переходных контактах щеток на коллекторе или контактных кольцах?

**Тема 2.5. Методы измерения**

85. Назовите способы получения зависимости частоты вращения от времени?

86. Поясните калориметрический метод косвенного определения КПД электрических машин.

87. Назовите способы измерения расхода воды?

88. Приведите формулу расчёта расхода воздуха.

89. Приведите формулу пересчёта расхода воздуха на другие значения плотности.

90. Приведите формулу расчёта расхода охлаждающей среды по массе.

**Тема 2.6. Вычисление КПД при косвенном определении**

91. Приведите формулу расчёта потерь в обмотке статора.

92. Приведите формулу расчёта потерь в обмотке фазного ротора.

93. Приведите формулу расчёта потерь в обмотке короткозамкнутого ротора.

94. Приведите формулу расчёта электромагнитной мощности.

95. В каком случае определяются электрические потери в щётках?

**Тема 2.7. Предпочтительные методы определения потерь и КПД**

96. Каким предпочтительным методом определения потерь и КПД является для двигателей и генераторов с гарантированным значением КПД ниже или равным

85 %?

97. Каким предпочтительным методом определения потерь и КПД является для двигателей и генераторов с гарантированным значением КПД выше 85 %?

98. Каким предпочтительным методом определения потерь и КПД является для асинхронных двигателей с гарантированным значением КПД ниже или равным 85 %?

99. Каким предпочтительным методом определения потерь и КПД является для асинхронных двигателей с гарантированным значением КПД выше 85 %?

100. Каким предпочтительным методом определения потерь и КПД является для многофазных синхронных двигателей и генераторов с гарантированным значением КПД ниже или равным 85 %?

### **Тема 2.8. Автоматизация испытаний электрических машин**

101. Что включает в себя процесс автоматизации испытаний готовых электрических машин?

102. С помощью чего реализуется процесс автоматизации испытаний электрических машин?

103. Приведите структурную схему автоматизированной системы управления испытаниями электрических машин.

104. Приведите структурную схему информационно-измерительной системы.