

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

13 сентября 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН»**

Направление подготовки:

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профили подготовки:

**13.03.02.1 Электромеханика**

Квалификация (степень):

**бакалавр**

Форма обучения:

**заочная**

Санкт-Петербург, 2018

Рабочая программа дисциплины «Испытания электрических машин» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Профиль 13.03.02.1 «Электромеханика».

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:** Н.Ю.Брандин, ст.преподаватель

**Рецензент:** Н.Н. Дзекцер к.т.н., научный руководитель, ООО "Системы энергоэкологической безопасности»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта «12» сентября 2018 года, протокол №1

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
5.1. Темы контрольной работы .....	11
5.2. Темы курсовых работ .....	11
5.3. Перечень методических рекомендаций .....	11
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену .....	11
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	16
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	18
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	19
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	19
Приложение .....	21

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

1.1. Целями освоения дисциплины «Испытания электрических машин» является:

- формирование знаний о принципах организации технологического процесса изготовления электрических машин.

-

1.2. Изучение дисциплины «Испытания электрических машин» способствует решению следующей задачи профессиональной деятельности:

- усвоение студентами основных принципов технологического процесса изготовления, как отдельных элементов, так и электрических машин в целом, а также основных положений по расчету технологического процесса изготовления электрических машин.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## *Профессиональные (ПК)*

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ПК-3</b>	Способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
<b>ПК-8</b>	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
<b>ПК-12</b>	Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- принцип действия современных типов электрических машин,
- знать особенности их конструкции и характеристики;
- иметь представление об испытаниях электрических машин;
- 

### **Уметь:**

- уметь использовать полученные знания при решении практических задач по испытаниям электрических машин.

–

**Владеть:**

навыками испытаний электрических машин.

## **2.МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Испытания электрических машин» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б.1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: математика, химия, начертательная геометрия и инженерная графика, физика, информатики, теоретическая механика, физические основы электроники, электрическое и конструкционное материаловедение, теоретические основы электротехники, прикладная механика, метрология, стандартизация и сертификация, основы электромеханики, теоретические основы электротехники, электрические машины, общая энергетика, теория автоматического управления, силовая электроника, электрические и электронные аппараты, электрический привод, основы теории надёжности.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики, написании выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Экзамен
<b>1.</b>	<b>Модуль 1. Общие вопросы испытаний электрических машин</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>81</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
1.1.	Тема 1.1. Показатели качества и стандартизация методов испытания	22,5/0,6	1	1	-	20,5	-	-	-
1.2.	Тема 1.2. Виды испытаний и их характеристика	22,5/0,6	1	1	-	20,5	-	-	-
1.3.	Тема 1.3. Измерительное оборудование и приборы	22,5/0,6	1	1	-	20,5	-	-	-
1.4.	Тема 1.4. Электроизмерительные приборы	22,5/0,7	1	2	-	19,5	-	-	-
	Итого	90/2,5	4	5	-	81	-	-	-
<b>2.</b>	<b>Модуль 2. Сравнение электромеханических приборов различных систем и область их применения, методы измерения и испытания электрических машин</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>81</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
2.1.	Тема 2.1. Цифровые измерительные приборы	12/0,3	0,5	0,6	-	10,9	-	-	-
2.2.	Тема 2.2. Измерение тока, напряжения и мощности	12/0,3	0,5	0,6	-	10,9	-	-	-
2.3.	Тема 2.3. Измерение и контроль неэлектрических величин	11/0,3	0,5	0,6	-	9,9	-	-	-
2.4.	Тема 2.4. Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия	11/0,3	0,5	0,6	-	9,9	-	-	-
2.5.	Тема 2.5. Методы измерения	11/0,3	0,5	0,6	-	9,9	-	-	-
2.6.	Тема 2.6. Вычисление КПД при косвенном определении	11/0,3	0,5	0,6	-	9,9	-	-	-
2.7.	Тема 2.7. Предпочтительные методы определения потерь и КПД	11/0,3	0,5	0,7	-	9,8	-	-	-
2.8.	Тема 2.8. Автоматизация испытаний электрических машин	11/0,4	0,5	0,7	-	9,8	-	-	-
	Итого	90/2,5	4	5	-	81	-	-	-
<b>Всего</b>		<b>180/5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>162</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>ЭКЗ</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ(180час.)

### МОДУЛЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН(90час.)

#### Тема 1.1 . Показатели качества и стандартизация методов испытаний(22,5час)

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

##### *Виды учебных занятий:*

Лекция:	Показатели качества и стандартизация методов испытаний	1 час
Практическое занятие:	Общие правила проведения испытаний	1 час

#### Тема 1.2. Виды испытаний и их характеристика(22,5час)

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.

##### *Виды учебных занятий:*

Лекция:	Виды испытаний и их характеристика	1 час
Практическое занятие:	Измерительные приборы и способы испытаний	1 час

### **Тема 1.3. Измерительное оборудование и приборы(22,5час)**

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.

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Измерительное оборудование и приборы	1 час
Практическое занятие:	Измерительное оборудование и приборы	1 час

### **Тема 1.4. Электроизмерительные приборы(22,5час)**

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

#### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Электроизмерительные приборы	1 час
Практическое занятие:	Измерение сопротивление обмоток при постоянном токе в холодном и нагретом состоянии и сопротивлений термометров сопротивления при температуре окружающей среды	2 час

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

### **Тема 2.1. Цифровые измерительные приборы(12час)**

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

#### ***Виды учебных занятий***

Лекция:	Цифровые измерительные приборы	0,5час
Практическое занятие:	Измерительное оборудование и приборы	0,6час

### **Тема 2.2. Измерение тока, напряжения и мощности(12час.)**

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

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Измерение тока, напряжения и мощности	0,5час.
Практическое занятие:	Измерительное оборудование и приборы	0.6час.

**Тема 2.3. Измерение и контроль неэлектрических величин(11час.)**

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

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Измерение и контроль неэлектрических величин	0,5час
Практическое занятие:	Измерение и контроль неэлектрических величин	0,6час

**Тема 2.4. Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия(11час.)**

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

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия	0,5час
Практическое занятие:	Измерение сопротивление обмоток при постоянном токе	0,6час.

**Тема 2.5. Методы измерения(11час.)**

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 теплоемкости 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.

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Методы измерения	0,5час
Практическое занятие:	Методы измерения потерь и коэффициента полезного действия	0,6час

**Тема 2.6. Вычисление КПД при косвенном определении(11час.)**

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.

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Вычисление КПД при косвенном определении	0,5час
Практическое занятие:	Испытания и исследования токоведущих элементов	0,6час

**Тема 2.7. Предпочтительные методы определения потерь и КПД(11час.)**

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.

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Предпочтительные методы определения потерь и КПД	0,5час
Практическое занятие:	Испытание при повышенной частоте вращения	0,7час

**Тема 2.8. Автоматизация испытаний электрических машин(11час.)**

Автоматизация испытаний электрических машин. Процесс автоматизации испытаний реализуется только с помощью цифровой техники. Автоматизированные промышленные испытания. типовые аппаратные средства – автоматические системы управления.

**Виды учебных занятий**

Лекция:	Автоматизация испытаний электрических машин	0,5час
Практическое занятие:	Испытание при кратковременной перегрузке по току или вращающему моменту	0,7час

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

### 5.1. Темы контрольной работы

Модуль дисциплины	Наименование тем
Модуль 1-2	Расчёт параметров номинального режима, исходя из стандартного ряда частот вращения при проведении приемосдаточных испытаний коллекторных микродвигателей серии ДПМ с возбуждением от постоянных магнитов.

### 5.2. Темы курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

### 5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### 5.4. 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.

105. Приведите структуру блока сбора информации со встроенными преобразователями углового поворота измерительного механизма в цифровой код.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

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

### **Основная литература**

1. Мещеряков В. Н. Синхронные машины : учебное пособие / В. Н. Мещеряков, Д. И. Шишлин, 2013, Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ. – 105с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22934> .

2. Электрические машины [Электронный учебник] : Учебное пособие. Ч. 1 : Электрические машины / Плотников сост. ; , 2010. – 77 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16078>



### Дополнительная литература

1. Кучер В. Я. Испытания электрических машин: учебное пособие. – СПб.: СЗОТУ, 2013. – 141 с.
2. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2010. – 320 с.
3. Вольдек А. И., Попов В. В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
4. Котеленец Н. Ф., Акимова Н. А., Антонов М. В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 384 с.
5. Котеленец Н. Ф., Кузнецов Н. Л. Испытания и надёжность электрических машин: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2009. – 232 с.
6. Кучер В. Я. Испытания электрических машин: Методические указания по выполнению практических занятий. – СПб.: СЗОТУ, 2013. – 29 с.
7. Кучер В. Я. Испытания электрических машин: Методические указания по выполнению контрольной работы. – СПб.: СЗОТУ, 2013. – 8 с.
8. Митрофанов С. В. Испытания и надёжность электрических машин [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. В. Митрофанов, А. С. Падеев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 45 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51517>

### Программное обеспечение

1. ППП MS Office 2016
2. Текстовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Mozilla Firefox

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

9.1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

9.4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

### **9.6. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости, по личному заявлению, осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология

передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.

2 Справочно-правовая система Консультант Плюс.

3. Электронная информационно-образовательная среда университета.

4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

### **12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Тест по модулю 1	0 – 18
Тест по модулю 2	0 – 17
Контрольная работа	<b>30</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>30</b>
<b>Всего</b>	<b>100</b>

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
- за активность	0 -10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50

### Балльная шкала оценки

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### Оценка по контрольной работе

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**1. Перечень формируемых компетенций**

*Профессиональные (ПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ПК-3</b>	Способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
<b>ПК-8</b>	Способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса
<b>ПК-12</b>	Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования
<b>ПК-13</b>	Способностью участвовать в пуско-наладочных работах

**2. Паспорт фонда оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Общие вопросы испытаний электрических машин	ПК-3,8,12,13;	Контрольный тест 1 Практические занятия
<b>2</b>	Модуль 2. Сравнение электромеханических приборов различных систем и область их применения, методы измерения и испытания электрических машин	ПК-3,8,12,13;	Контрольный тест 1 Практические занятия
<b>3</b>	Модуль 1-2	ПК-3,8,12,13;	Контрольная работа Итоговый контрольный тест

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> ПК-3,8,12,13; физические явления в электрических машинах и основы теории электрических машин; методики испытаний деталей и узлов электрических машин	Не знает	Имеет понятие о физических явлениях в электрических машинах но не знает основных методик испытаний.	Знает основные понятия физических явлений в электрических машинах, но не знает виды и порядок испытаний.	Знает основные понятия физических явлений в электрических машинах, и основы теории, но не может применить знания в области испытаний.	Знает основные понятия физических явлений в электрических машинах, и основы теории. Умеет применять методики испытаний.
Второй этап	<b>Уметь</b> ПК-3,8,12,13;; применять методики испытаний элементов электрических машин, обрабатывать результаты испытаний	Не умеет	Ошибается в выборе методов испытаний электрических машин	Правильно определяет задачи по испытаниям электрических машин, но не умеет применять основные методики испытаний.	Умеет применять методики испытаний электрических машин, оформлять отчеты, но не умеет обрабатывать результаты	Умеет применять методики испытаний электрических машин, оформлять отчеты и обрабатывать результаты..
Третий этап	<b>Владеть</b> ПК-3,8,12,13;; владеет методами испытаний параметров электрических машин способностью оформления отчетов и обработкой результатов	Не владеет	Имеет понятие о методах испытаний, но не владеет способностью обработки результатов испытаний и оформлением отчетов.	Владеет методами испытаний параметров электрических машин, но не владеет порядком оформления результатов.	Владеет методами испытаний электрических машин и навыками составления отчетной документации, но ошибается в обработке результатов испытаний.	Владеет методами испытаний электрических машин и грамотно составляет отчетную документацию и обрабатывает результаты испытаний.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Тест по модулю 1	0 – 18
Тест по модулю 2	0 – 17
Контрольная работа	<b>30</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>30</b>
<b>Всего</b>	<b>100</b>

### Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы

#### 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

«Расчёт параметров номинального режима, исходя из стандартного ряда частот вращения при проведении приемосдаточных испытаний коллекторных микродвигателей серии ДПМ с возбуждением от постоянных магнитов».

Вариант задания определяется последней цифрой шифра зачетной книжки.

В таблице представлены некоторые из параметров, полученных при проведении приемосдаточных испытаний коллекторных микродвигателей серии ДПМ с возбуждением от постоянных магнитов.

Используя эти данные, необходимо рассчитать и определить параметры номинального режима, исходя из стандартного ряда частот вращения, определяемых ГОСТ 10683-63.

Номер варианта	$U$ , В	$R_a$ , Ом	Холостой ход		Режим пуска		$n_n$ , об/мин
			$n$ , об/мин	$I$ , А	$M$ , гсм	$I$ , А	
			0	$a_0$	п	ап	
0	12	20,5	3900	0,07	129	0,57	2200
1	27	218	4900	0,023	36	0,115	4000
2	6	35,5	2160	0,046	20,5	0,158	2000
3	12	14,9	7800	0,079	89	0,78	6000
4	12	28	6100	0,063	51	0,42	5000
5	12	71,5	3650	0,038	29	0,16	2200
6	27	76,5	5050	0,036	147	0,33	4000
7	27	107	3950	0,03	126	0,24	2200
8	27	50	6100	0,046	178	0,5	5000
9	12	9,4	5900	0,105	196	1,25	4000

### 5.2..Типовой тест промежуточной аттестации.

#### 1. Назовите элемент 4, изображённый на рис. 7.

Выберите один ответ.

- a. ЭВМ
- b. устройство ввода информации
- c. принтер
- d. устройство сопряжения с объектом

#### 2. Назовите элемент 3, изображённый на рис. 5.

Выберите один ответ.

- a. рычаг
- b. измерительный механизм
- c. поплавков
- d. движок

#### 3. Назовите элемент 2, изображённый на рис. 1.

Выберите один ответ.

- a. постоянный магнит
- b. подвижная прямоугольная рамка
- c. стрелка
- d. магнитопровод с полюсными наконечниками

#### 4. Назовите элемент 8, изображённый на рис. 7.

Выберите один ответ.

- a. устройство сопряжения с объектом
- b. устройство ввода информации
- c. датчик переменного напряжения



d. графопостроитель

**5. Назовите элемент 1, изображённый на рис. 3.**

Выберите один ответ.

- a. воздушный успокоитель
- b. неподвижная катушка
- c. пружина
- d. стрелка

**6. Назовите элемент 6, изображённый на рис. 2.**

Выберите один ответ.

- a. сердечник
- b. грузики
- c. стрелка
- d. катушка

**7. Назовите элемент 11, изображённый на рис. 7.**

Выберите один ответ.

- a. датчик активной мощности
- b. датчик частоты
- c. датчик реактивной мощности
- d. датчик переменного тока

**8. Назовите элемент 2, изображённый на рис. 7.**

Выберите один ответ.

- a. датчик активной мощности
- b. датчик реактивной мощности
- c. датчик переменного тока
- d. дисплей

**9. Назовите элемент 3, изображённый на рис. 7.**

Выберите один ответ.

- a. датчик переменного напряжения
- b. графопостроитель
- c. ЭВМ
- d. датчик постоянного напряжения

**10. Назовите элемент 4, изображённый на рис. 6.**

Выберите один ответ.

- a. полюсный наконечник
- b. кольцевой магнит
- c. стальное ярмо
- d. катушка

**6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.