

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт**

**Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:  
Врио. директора СТИ (филиал)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
Ю.В. Бородач  
(подпись) \_\_\_\_\_ 2024 года  
«26» \_\_\_\_\_



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электрические машины энергетических систем»**

По направлению подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроснабжение

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины энергетических систем» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электроснабжение») – 56 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрические машины энергетических систем» разработана в соответствии федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., № 662 от 19.07.2022 г. и № 208 от 27.02.2023 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1\_.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: «        »        20    г., протокол №        .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1\_.

Председатель учебно-методической комиссии  
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

## **Структура и содержание дисциплины**

### **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе**

**Целью** изучения дисциплины является приобретение студентами теоретических и практических знаний процессов электромагнитного и электромеханического преобразования энергии, конструкций и характеристик трансформаторов и различных типов электрических машин и аппаратов, применяемых в схемах энергообеспечения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, коммунального хозяйства и транспорта.

#### **Задачи дисциплины:**

- изучение основных теоретических положений и формул, которые описывают физические процессы в электрических машинах;
- изучение электромеханических свойств различных электрических машин, а именно: машин постоянного тока, асинхронных, синхронных, трансформаторов, а также специальных машин;
- формирование умения выполнять исследования электрических машин, подбирать электрические приборы и собирать схемы для их исследования;
- формирование навыков использования теоретических и практических материалов по электрическим машинам для монтажа и наладки различных электромеханических систем;
- формирование навыков испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Электрические машины энергетических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика», «Химия», «Введение в электроэнергетику», «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Дисциплина «Электрические машины энергетических систем» является необходимой для освоения профессиональных компетенций по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также самостоятельного написания выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                     | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования<br>ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы проектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации<br>ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности | <b>знать:</b><br>основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; принцип действия и условия выбора электрических машин, особенности их конструкции, режимы работы, основные уравнения и схемы замещения; основные методы испытаний и расчета параметров электрических машин; устройство, основные характеристики и параметры электрических машин и трансформаторов для осуществления их сравнительного анализа и выбора; основные методы выбора электрических машин; |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>уметь:</b><br>применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой; использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин; рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике; подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин;                                                                                                                       |
|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>владеть:</b><br>методами анализа режимов работы электрических машин; навыками проведения стандартных испытаний электрических машин; методами расчета параметров электрических машин; навыками использования методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения параметров и характеристик электрических машин; навыками использования справочной литературы;<br>навыками осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электроэнергетических систем.                                                                                                   |

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

| Вид учебной работы                                                                                                                | Объем часов (зач. ед.)    |                           |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                                                                                                   | Очная форма               | Очно-заочная форма        | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                                                                             | <b>252</b><br>(7 зач. ед) | <b>252</b><br>(7 зач. ед) | <b>252</b><br>(7 зач. ед) |
| <b>Обязательная контактная работа (всего)</b>                                                                                     | <b>136</b>                |                           | <b>26</b>                 |
| <b>в том числе:</b>                                                                                                               |                           |                           |                           |
| Лекции                                                                                                                            | 68                        |                           | 10                        |
| Семинарские занятия                                                                                                               | -                         |                           | -                         |
| Практические занятия                                                                                                              | 17                        |                           | 6                         |
| Лабораторные работы                                                                                                               | 51                        |                           | 10                        |
| Самостоятельная работа студента (всего, в том числе):                                                                             | 116                       |                           | 226                       |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                                                 | 36                        |                           | 36                        |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> ) | -                         |                           | -                         |
| Форма аттестации                                                                                                                  | зачёт, экзамен            | зачёт, экзамен            | зачёт, экзамен            |
|                                                                                                                                   |                           |                           |                           |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1(5)

**Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение электрических машин и трансформаторов.**

Общие сведения об электрических машинах, назначение электрических машин и трансформаторов. Электрические машины — электромеханические преобразователи энергии. Классификация электрических машин

#### Тема 2. Рабочий процесс трансформатора

Назначение и области применения трансформаторов. Принцип действия трансформаторов. Устройство трансформаторов. Уравнения напряжений трансформатора. Уравнения магнитодвижущих сил и токов. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора.

#### Тема 3. Трансформирование трехфазного тока

Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Явления при намагничивании магнитопроводов трансформаторов. Влияние схемы соединения обмоток на работу трехфазных трансформаторов в режиме холостого хода.

#### **Тема 4. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов**

Опыт холостого хода трансформатора. Опыт короткого замыкания трансформатора. Упрощенная векторная диаграмма трансформатора.

#### **Тема 5. Характеристики трансформатора**

Внешняя характеристика трансформатора. Потери и КПД трансформатора. Регулирование напряжения трансформаторов.

#### **Тема 6. Группы соединения обмоток трансформатора**

Группы соединения обмоток однофазного трансформатора. Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.

#### **Тема 7. Параллельная работа трансформаторов**

Условия включения трансформаторов на параллельную работу.

#### **Тема 8. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы**

Трехобмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы.

#### **Тема 9. Переходные процессы в трансформаторах**

Переходные процессы при включении и при внезапном коротком замыкании трансформаторов. Перенапряжения в трансформаторах и защита от перенапряжений.

#### **Тема 10. Трансформаторные устройства специального назначения**

Трансформаторы с плавным регулированием напряжения. Трансформаторы для выпрямительных установок. Трансформаторы для автоматических устройств. Трансформаторы для дуговой электросварки.

#### **Тема 11. Общие вопросы теории бесколлекторных машин. Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока**

Принцип действия синхронного генератора. Принцип действия асинхронного двигателя.

#### **Тема 12. Принцип выполнения обмоток статора бесколлекторных машин**

Устройство статора бесколлекторной машины и основные понятия об обмотках статора. Электродвижущая сила катушки. Электродвижущая сила катушечной группы. Электродвижущая сила обмотки статора. Зубцовые гармоники ЭДС.

#### **Тема 13. Основные типы обмоток статора**

Трехфазные двухслойные обмотки с целым числом пазов на полюс и фазу. Однослойные обмотки статора. Изоляция обмотки статора.

#### **Тема 14. Магнитодвижущая сила обмоток статора**

Магнитодвижущая сила сосредоточенной обмотки. Магнитодвижущая сила распределенной обмотки. Магнитодвижущая сила трехфазной обмотки статора.

Круговое, эллиптическое и пульсирующее магнитные поля. Высшие пространственные гармоники магнитодвижущей силы трехфазной обмотки.

### **Тема 15. Асинхронные машины. Режимы работы и устройство.**

Режимы работы асинхронной машины. Устройство асинхронных двигателей.

### **Тема 16. Магнитная цепь асинхронной машины**

Основные понятия. Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя. Магнитные потоки рассеяния асинхронной машины. Роль зубцов сердечника в наведении ЭДС и создании электромагнитного момента.

### **Тема 17. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя**

Уравнения напряжений асинхронного двигателя. Уравнения МДС и токов асинхронного двигателя. Приведение параметров обмотки ротора и векторная диаграмма асинхронного двигателя. Потери и КПД асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и механические характеристики асинхронного двигателя. Механические характеристики асинхронного двигателя при изменениях напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Электромагнитные моменты от высших пространственных гармоник магнитного поля асинхронного двигателя.

## **Раздел 2(6)**

### **Тема 18. Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик асинхронных двигателей**

Основные понятия. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Аналитический метод расчета рабочих характеристик асинхронных двигателей.

### **Тема 19. Пуск трехфазных асинхронных двигателей**

Пуск двигателей с фазным ротором. Пуск двигателей с короткозамкнутым ротором. Короткозамкнутые асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

### **Тема 20. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей**

Регулирование изменением активного сопротивления в обмотке фазного ротора. Регулирование изменением числа пар полюсов обмотки статора. Регулирование изменением частоты питающего напряжения.

### **Тема 21. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели**

Принцип действия и пуск однофазного асинхронного двигателя. Асинхронные конденсаторные двигатели. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети.

### **Тема 22. Асинхронные машины специального назначения**

Индукционный регулятор напряжения и фазорегулятор. Электрические машины синхронной связи. Асинхронные исполнительные двигатели. Линейные асинхронные двигатели.

### **Тема 23. Конструктивные формы исполнения электрических машин**

Нагревание и охлаждение электрических машин. Способы охлаждения электрических машин. Конструктивные формы исполнения электрических машин. Серии трехфазных асинхронных двигателей.

### **Тема 24. Синхронные машины, способы возбуждения и устройство.**

Возбуждение синхронных машин. Типы синхронных машин и их устройство. Охлаждение крупных синхронных машин.

### **Тема 25. Магнитное поле синхронной машины**

Магнитная цепь и магнитное поле синхронной машины. Реакция якоря синхронной машины. Уравнения напряжений синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронного генератора.

### **Тема 26. Характеристики синхронных генераторов**

Характеристики синхронного генератора. Практическая диаграмма ЭДС синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин.

### **Тема 27. Параллельная работа синхронных генераторов**

Включение генераторов на параллельную работу. Нагрузка генератора, включенного на параллельную работу. Угловые характеристики синхронного генератора. Колебания синхронных генераторов. Синхронизирующая способность синхронных машин. U-образные характеристики синхронного генератора. Переходные процессы в синхронных генераторах.

### **Тема 28. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор**

Принцип действия синхронного двигателя. Пуск синхронных двигателей. U-образные характеристики и рабочие характеристики синхронного двигателя. Синхронный компенсатор.

### **Тема 29. Синхронные машины специального назначения**

Синхронные машины с постоянными магнитами. Синхронные реактивные двигатели. Гистерезисные двигатели.

### **Тема 30. Коллекторные машины, принцип действия и устройство**

Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Обмотки якоря машин постоянного тока. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока. Шаговые двигатели. Синхронный генератор с копьсообразными полюсами и электромагнитным возбуждением. Индукторные синхронные машины.

### **Тема 31. Обмотки якоря машин постоянного тока**

Петлевые обмотки якоря. Волновые обмотки якоря. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машины постоянного тока.



### **Тема 32. Магнитное поле машины постоянного тока**

Магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря машины постоянного тока. Устранение вредного влияния реакции якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока.

### **Тема 33. Коммутация в машинах постоянного тока**

Причины, вызывающие искрение на коллекторе. Прямолинейная коммутация. Криволинейная замедленная коммутация. Способы улучшения коммутации. Круговой огонь по коллектору. Радиопомехи от коллекторных машин и способы их подавления.

### **Тема 34. Коллекторные генераторы постоянного тока. Коллекторные двигатели постоянного тока.**

Основные понятия. Генератор независимого возбуждения. Генератор параллельного возбуждения. Генератор смешанного возбуждения. Основные понятия. Пуск двигателя. Двигатель параллельного возбуждения. Регулирование частоты вращения двигателей параллельного возбуждения. Двигатель последовательного возбуждения. Двигатель смешанного возбуждения. Потери и коэффициент полезного действия коллекторной машины постоянного тока. Машины постоянного тока серий 4П и 2П.

#### **4.3. Лекции**

| №<br>п/п     | Название темы                                                                                            | Объем часов    |                           |                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|              |                                                                                                          | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
| Семестр 1(5) |                                                                                                          |                |                           |                  |
| 1.           | Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение электрических машин и трансформаторов. | 2              |                           | 2                |
| 2.           | Рабочий процесс трансформатора                                                                           | 2              |                           |                  |
| 3.           | Трансформирование трехфазного тока                                                                       | 2              |                           |                  |
| 4.           | Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов                                           | 2              |                           |                  |
| 5.           | Характеристики трансформатора                                                                            | 2              |                           |                  |
| 6.           | Группы соединения обмоток трансформатора                                                                 | 2              |                           | 2                |
| 7.           | Параллельная работа трансформаторов                                                                      | 2              |                           |                  |
| 8.           | Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы                                                       | 2              |                           |                  |
| 9.           | Переходные процессы в трансформаторах                                                                    | 2              |                           |                  |
| 10.          | Трансформаторные устройства специального назначения                                                      | 2              |                           |                  |
| 11.          | Общие вопросы теории бесколлекторных машин. Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока      | 2              |                           |                  |

| №<br>п/п     | Название темы                                                                                                                       | Объем часов    |                           |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|              |                                                                                                                                     | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 12.          | Принцип выполнения обмоток статора бескол-<br>латорных машин                                                                        | 2              |                           |                  |
| 13.          | Основные типы обмоток статора                                                                                                       | 2              |                           |                  |
| 14.          | Магнитодвижущая сила обмоток статора                                                                                                | 2              |                           |                  |
| 15.          | Асинхронные машины. Режимы работы и<br>устройство                                                                                   | 2              |                           |                  |
| 16.          | Магнитная цепь асинхронной машины                                                                                                   | 2              |                           |                  |
| 17.          | Рабочий процесс трехфазного асинхронного<br>двигателя. Электромагнитный момент и рабо-<br>чие характеристики асинхронного двигателя | 2              |                           |                  |
| Семестр 2(6) |                                                                                                                                     |                |                           |                  |
| 18.          | Опытное определение параметров и расчет ра-<br>бочих характеристик асинхронных двигателей                                           | 2              |                           | 2                |
| 19.          | Пуск трехфазных асинхронных двигателей                                                                                              | 2              |                           |                  |
| 20.          | Регулирование частоты вращения трехфазных<br>асинхронных двигателей                                                                 | 2              |                           |                  |
| 21.          | Однофазные и конденсаторные асинхронные<br>двигатели                                                                                | 2              |                           |                  |
| 22.          | Асинхронные машины специального назначе-<br>ния                                                                                     | 2              |                           |                  |
| 23.          | Конструктивные формы исполнения электриче-<br>ских машин                                                                            | 2              |                           | 2                |
| 24.          | Синхронные машины, способы возбуждения и<br>устройство                                                                              | 2              |                           |                  |
| 25.          | Магнитное поле синхронной машины                                                                                                    | 2              |                           |                  |
| 26.          | Характеристики синхронных генераторов                                                                                               | 2              |                           |                  |
| 27.          | Параллельная работа синхронных генераторов                                                                                          | 2              |                           | 2                |
| 28.          | Синхронный двигатель и синхронный компен-<br>сатор                                                                                  | 2              |                           |                  |
| 29.          | Синхронные машины специального назначения                                                                                           | 2              |                           |                  |
| 30.          | Коллекторные машины, принцип действия и<br>устройство                                                                               | 2              |                           |                  |
| 31.          | Обмотки якоря машин постоянного тока                                                                                                | 1              |                           |                  |
| 32.          | Магнитное поле машины постоянного тока                                                                                              | 1              |                           |                  |
| 33.          | Коммутация в машинах постоянного тока                                                                                               | 2              |                           |                  |
| 34.          | Коллекторные генераторы постоянного тока.<br>Коллекторные двигатели постоянного тока                                                | 1              |                           |                  |
| Итого:       |                                                                                                                                     | 64             |                           | 10               |

#### 4.4. Практические занятия

| №<br>п/п | Название темы                                                                                                                                                                      | Объем часов    |                           |                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|          |                                                                                                                                                                                    | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
|          | Семестр 1 (6 семестр для очной и 7 семестр для заочной форм обучения)                                                                                                              |                |                           |                  |
| 1        | Определение основных электрических величин силового трехфазного трансформатора (линейных и фазных токов и напряжений обмоток ВН и НН, составляющих напряжения короткого замыкания) | 2              |                           |                  |
| 2        | Конструкции основных частей трансформатора. Выбор типа магнитной системы для силового трехфазного трансформатора и выбор марки и толщины листов стали                              |                |                           |                  |
| 3        | Основные размеры трансформатора и методы расчета. Основы обобщенного метода                                                                                                        |                |                           |                  |
| 4        | Изоляция в трансформаторах. Определение минимально допустимых изоляционных расстояний для масляных трансформаторов                                                                 |                |                           |                  |
| 5        | Предварительный выбор типа обмотки трансформатора и определение изоляционных промежутков                                                                                           | 2              |                           | 2                |
| 6        | Предварительный расчет трансформатора и магнитной системы с использованием обобщенного метода                                                                                      |                |                           |                  |
| 7        | Выбор конструкции обмоток трансформатора. Конструкционные детали и их изоляция. Типы обмоток (многослойные, винтовые, катушечные)                                                  |                |                           |                  |
| 8        | Расчет обмоток низшего напряжения (НН) для трансформаторов                                                                                                                         |                |                           |                  |
| 9        | Расчет обмоток высшего напряжения (ВН) для трансформаторов. Регулирование напряжения обмоток ВН                                                                                    | 2              |                           | 2                |
| 10       | Расчет параметров короткого замыкания (к.з.) для трансформатора. Определение потерь к. з. и напряжения к. з.                                                                       | 2              |                           |                  |
| 11       | Расчет механических сил в обмотках при к. з.                                                                                                                                       |                |                           |                  |
| 12       | Определение нагрева обмоток при к. з.                                                                                                                                              | 2              |                           |                  |
| 13       | Расчет магнитной системы трансформатора. Определение потерь холостого хода (х.х.) и тока х.х.                                                                                      |                |                           |                  |
| 14       | Процесс теплопередачи в трансформаторе. Системы охлаждения трансформаторов. Нормы предельных превышений. Порядок теплового расчета трансформатора.                                 | 2              |                           |                  |
| 15       | Поверочный тепловой расчет трансформатора. Поверочный тепловой расчет обмоток.                                                                                                     |                |                           |                  |
| 16       | Тепловой расчет бака, выбор радиаторов системы охлаждения                                                                                                                          | 1              |                           |                  |
| 17       | Окончательный расчет превышений температуры обмоток и масла                                                                                                                        | 2              |                           |                  |

| №<br>п/п      | Название темы                                                                                                                                                                       | Объем часов    |                           |                  |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|               |                                                                                                                                                                                     | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 18            | Расчет массы конструктивных материалов и масла трансформатора. Определение расчетного коэффициента полезного действия трансформатора в номинальном режиме и при частичных нагрузках | 2              |                           | 2                |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                                                                                                     | <b>17</b>      |                           | <b>6</b>         |

#### 4.5. Лабораторные работы

| №<br>п/п     | Название темы                                                                             | Объем часов    |                            |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|              |                                                                                           | Очная<br>форма | Очно-за-<br>очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| Семестр 1(5) |                                                                                           |                |                            |                  |
| 1.           | Вводное занятие. Техника безопасности.                                                    | 2              |                            |                  |
| 2.           | Устройство однофазного трансформатора                                                     | 2              |                            | 2                |
| 3.           | Устройство силового трехфазного трансформатора с масляным и воздушным охлаждением         | 2              |                            |                  |
| 4.           | Группы соединения трансформатора                                                          | 2              |                            |                  |
| 5.           | Определение паспортных данных трансформатора                                              | 1              |                            |                  |
| 6.           | Параллельная работа трансформаторов                                                       | 2              |                            | 2                |
| 7.           | Несимметричная нагрузка трехфазного трансформатора                                        | 1              |                            |                  |
| 8.           | Конструкция и исследование трехфазного трехобмоточного трансформатора                     | 1              |                            |                  |
| 9.           | Исследование автотрансформатора                                                           | 3              |                            |                  |
| 10.          | Исследование трансформаторных устройств специального назначения для энергетических систем | 1              |                            |                  |
| Семестр 2(6) |                                                                                           |                |                            |                  |
| 11.          | Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором                | 2              |                            | 2                |
| 12.          | Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором                          | 2              |                            |                  |
| 13.          | Исследование двухскоростного асинхронного двигателя                                       | 2              |                            | 2                |
| 14.          | Исследование однофазного асинхронного двигателя                                           | 2              |                            |                  |
| 15.          | Устройство синхронных машин                                                               | 2              |                            |                  |
| 16.          | Исследование характеристик синхронного генератора                                         | 3              |                            |                  |
| 17.          | Параллельная работа синхронного генератора с сетью                                        | 3              |                            |                  |
| 18.          | Исследование характеристик синхронного двигателя                                          | 3              |                            |                  |
| 19.          | Устройство машины постоянного тока                                                        | 3              |                            | 2                |

| №<br>п/п      | Название темы                                                      | Объем часов    |                            |                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|
|               |                                                                    | Очная<br>форма | Очно-за-<br>очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 20.           | Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения  | 2              |                            |                  |
| 21.           | Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения | 2              |                            |                  |
| 22.           | Исследование генератора постоянного тока смешанного возбуждения    | 2              |                            |                  |
| 23.           | Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения   | 2              |                            |                  |
| 24.           | Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения  | 2              |                            |                  |
| 25.           | Исследование двигателя постоянного тока смешанного возбуждения     | 2              |                            |                  |
| <b>Итого:</b> |                                                                    | <b>51</b>      |                            | <b>10</b>        |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| №<br>п/п     | Название темы                                                                     | Вид СРС                                                | Объем часов    |                           |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|              |                                                                                   |                                                        | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
| Семестр 1(5) |                                                                                   |                                                        |                |                           |                  |
| 1.           | Устройство однофазного трансформатора                                             | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 6                |
| 2.           | Устройство силового трехфазного трансформатора с масляным и воздушным охлаждением | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 3.           | Группы соединения трансформатора                                                  | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 6                |
| 4.           | Определение паспортных данных трансформатора                                      | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 5.           | Параллельная работа трансформаторов                                               | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4              |                           | 6                |
| 6.           | Несимметричная нагрузка трехфазного трансформатора                                | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4              |                           | 8                |
| 7.           | Конструкция и исследование трехфазного трехобмоточного трансформатора             | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 6                |
| 8.           | Исследование автотрансформатора                                                   | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 9.           | Исследование трансформаторных устройств                                           | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4              |                           | 6                |

| №<br>п/п            | Название темы                                                                    | Вид СРС                                                        | Объем часов    |                           |                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|                     |                                                                                  |                                                                | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
|                     | специального назначения<br>для энергетических систем                             |                                                                |                |                           |                  |
| 10.                 | Устройство асинхронных<br>двигателей                                             | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 4              |                           | 8                |
| <b>Семестр 2(6)</b> |                                                                                  |                                                                |                |                           |                  |
| 11.                 | Исследование трехфазного<br>асинхронного двигателя с<br>короткозамкнутым ротором | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 12.                 | Исследование трехфазного<br>асинхронного двигателя с<br>фазным ротором           | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 13.                 | Исследование двухскорост-<br>ного асинхронного двига-<br>теля                    | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 14.                 | Исследование однофазного<br>асинхронного двигателя                               | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 15.                 | Устройство синхронных<br>машин                                                   | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 16.                 | Исследование характери-<br>стик синхронного генера-<br>тора                      | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 4              |                           | 8                |
| 17.                 | Параллельная работа син-<br>хронного генератора с се-<br>тью                     | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 4              |                           | 8                |
| 18.                 | Исследование характери-<br>стик синхронного двигателя                            | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 4              |                           | 8                |
| 19.                 | Устройство машины постое-<br>янного тока                                         | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 20.                 | Исследование генератора<br>постоянного тока независи-<br>мого возбуждения        | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 21.                 | Исследование генератора<br>постоянного тока парал-<br>лельного возбуждения       | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 22.                 | Исследование генератора<br>постоянного тока смешан-<br>ного возбуждения          | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 23.                 | Исследование двигателя по-<br>стоянного тока независи-<br>мого возбуждения       | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 3              |                           | 8                |
| 24.                 | Исследование двигателя по-<br>стоянного тока параллель-<br>ного возбуждения      | подготовка к лабора-<br>торным работам и<br>оформление отчетов | 2              |                           | 8                |

| №<br>п/п      | Название темы                                                                                           | Вид СРС                                                | Объем часов    |                           |                  |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
|               |                                                                                                         |                                                        | Очная<br>форма | Очно-<br>заочная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 25.           | Исследование двигателя постоянного тока смешанного возбуждения                                          | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 2              |                           | 8                |
| 26.           | Выполнение курсовой работы на тему: "Расчет трехфазного силового трансформатора с масляным охлаждением" | Выполнение курсовой работы (проекта)                   | 36             |                           | 36               |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                         |                                                        | <b>116</b>     |                           | <b>226</b>       |

#### 4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Электрические машины энергетических систем».

Тематика курсовой работы "Расчет трехфазного силового трансформатора с масляным охлаждением" связана с расчетом конструктивных параметров трансформатора согласно вариантам задания, которые выдаются в начале 6-го семестра по общему списку для дневной формы обучения и отдельно для заочной формы обучения для третьего курса текущего года обучения.

##### Варианты исходных данных для выполнения курсовой работы

| №<br>варианта | Номинальная мощность, $S_H$ , кВА | Напряжение ВН/НН, кВ | Потери х.х., $P_x$ , кВт | Потери к.з., $P_K$ , кВт | Напряжение к.з., $u_K$ , % | Ток х.х., $i_x$ , % | Коэффициент $\beta$ |
|---------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| 1             | 300                               | 6,0/0,4              | 0,84                     | 4,15                     | 5,9                        | 1,25                | 1,35                |
| 2             | 320                               | 6,0/0,4              | 0,84                     | 4,60                     | 6,6                        | 1,17                | 1,37                |
| 3             | 340                               | 6,0/0,4              | 1,00                     | 4,96                     | 4,87                       | 1,33                | 1,34                |
| 4             | 360                               | 6,0/0,4              | 1,00                     | 5,00                     | 5,22                       | 1,26                | 1,36                |
| 5             | 380                               | 6,0/0,4              | 1,00                     | 5,30                     | 5,64                       | 1,2                 | 1,36                |
| 6             | 400                               | 6,0/0,4              | 1,00                     | 5,50                     | 6,05                       | 1,14                | 1,36                |
| 7             | 420                               | 6,0/0,4              | 1,29                     | 5,18                     | 4,18                       | 1,54                | 1,34                |
| 8             | 440                               | 6,0/0,4              | 1,29                     | 5,36                     | 4,46                       | 1,47                | 1,34                |
| 9             | 460                               | 6,0/0,4              | 1,3                      | 5,66                     | 4,85                       | 1,41                | 1,36                |
| 10            | 480                               | 6,0/0,4              | 1,3                      | 5,99                     | 5,05                       | 1,35                | 1,36                |
| 11            | 500                               | 6,0/0,4              | 1,3                      | 6,15                     | 5,38                       | 1,3                 | 1,36                |

|    |      |         |      |       |      |       |      |
|----|------|---------|------|-------|------|-------|------|
| 12 | 520  | 6,0/0,4 | 1,31 | 6,47  | 5,58 | 1,25  | 1,36 |
| 13 | 540  | 6,0/0,4 | 1,31 | 6,94  | 5,97 | 1,2   | 1,38 |
| 14 | 560  | 6,0/0,4 | 1,31 | 7,12  | 6,18 | 1,16  | 1,38 |
| 15 | 580  | 6,0/0,4 | 1,49 | 6,69  | 5,13 | 1,26  | 1,37 |
| 16 | 600  | 6,0/0,4 | 1,49 | 7,11  | 5,38 | 1,22  | 1,39 |
| 17 | 620  | 6,0/0,4 | 1,5  | 7,19  | 5,68 | 1,19  | 1,39 |
| 18 | 640  | 6,0/0,4 | 1,5  | 7,69  | 5,92 | 1,15  | 1,4  |
| 19 | 660  | 6,0/0,4 | 1,5  | 7,75  | 6,23 | 1,11  | 1,4  |
| 20 | 680  | 6,0/0,4 | 1,5  | 8,31  | 6,51 | 1,08  | 1,42 |
| 21 | 720  | 6,0/0,4 | 1,52 | 8,08  | 7,37 | 1,02  | 1,43 |
| 22 | 740  | 6,0/0,4 | 1,52 | 8,29  | 7,91 | 1,0   | 1,46 |
| 23 | 760  | 6,0/0,4 | 1,52 | 8,74  | 8,12 | 0,97  | 1,46 |
| 24 | 780  | 6,0/0,4 | 1,52 | 9,19  | 8,34 | 0,95  | 1,46 |
| 25 | 800  | 6,0/0,4 | 1,52 | 9,67  | 8,55 | 0,792 | 1,46 |
| 26 | 820  | 6,0/0,4 | 1,62 | 9,41  | 7,12 | 0,93  | 1,45 |
| 27 | 840  | 6,0/0,4 | 1,62 | 9,87  | 7,29 | 0,91  | 1,45 |
| 28 | 860  | 6,0/0,4 | 1,62 | 10,06 | 7,46 | 0,89  | 1,45 |
| 29 | 880  | 6,0/0,4 | 1,63 | 10,24 | 7,72 | 0,87  | 1,45 |
| 30 | 900  | 6,0/0,4 | 1,63 | 10,5  | 7,89 | 0,85  | 1,45 |
| 31 | 1000 | 3/0,4   | 4,0  | 9,0   | 2,0  | 1,3   | 1,45 |
| 32 | 1100 | 3,0/0,4 | 4,2  | 10,0  | 2,1  | 1,29  | 1,45 |
| 33 | 1200 | 3,0/0,4 | 4,4  | 11,0  | 2,2  | 1,28  | 1,45 |
| 34 | 1300 | 3,0/0,4 | 4,6  | 12,0  | 2,3  | 1,27  | 1,45 |
| 35 | 1400 | 3,0/0,4 | 4,7  | 13,0  | 2,4  | 1,26  | 1,45 |
| 36 | 1500 | 6/0,69  | 4,9  | 14,0  | 2,5  | 1,25  | 1,45 |
| 37 | 1600 | 6/0,69  | 5,0  | 15,0  | 2,6  | 1,24  | 1,45 |
| 38 | 1700 | 6/0,69  | 5,1  | 15,5  | 2,7  | 1,23  | 1,45 |



|    |      |          |     |      |     |      |      |
|----|------|----------|-----|------|-----|------|------|
| 39 | 1800 | 6/0,69   | 5,2 | 16,2 | 2,8 | 1,22 | 1,45 |
| 40 | 1900 | 6,0/0,69 | 5,3 | 16,8 | 2,9 | 1,21 | 1,45 |
| 41 | 2000 | 6,0/0,69 | 5,4 | 17,5 | 3,0 | 1,2  | 1,45 |
| 42 | 2100 | 6,0/0,69 | 5,4 | 18,2 | 3,1 | 1,19 | 1,45 |
| 43 | 2200 | 6,0/0,69 | 5,6 | 18,5 | 3,2 | 1,18 | 1,45 |
| 44 | 2300 | 6,0/0,69 | 5,6 | 18,7 | 3,3 | 1,17 | 1,45 |
| 45 | 2400 | 6,0/0,69 | 5,7 | 19,0 | 3,4 | 1,16 | 1,45 |
| 46 | 2500 | 6,0/0,69 | 5,8 | 20,6 | 3,5 | 1,15 | 1,45 |
| 47 | 2600 | 6,0/0,69 | 5,9 | 21,0 | 3,6 | 1,14 | 1,45 |
| 48 | 2700 | 6,0/0,69 | 5,9 | 21,4 | 3,7 | 1,13 | 1,45 |
| 49 | 2800 | 6,0/0,69 | 6,0 | 22,2 | 3,8 | 1,12 | 1,45 |
| 50 | 2900 | 6,0/0,69 | 6,1 | 22,8 | 3,9 | 1,11 | 1,45 |
| 51 | 3000 | 35/10,5  | 6,1 | 23,1 | 4,0 | 1,10 | 1,45 |
| 52 | 3200 | 35/10,5  | 6,2 | 24,0 | 4,2 | 1,08 | 1,45 |
| 53 | 3400 | 35/10,5  | 6,4 | 24,7 | 4,4 | 1,06 | 1,45 |
| 54 | 3600 | 35/10,5  | 6,5 | 25,8 | 4,6 | 1,04 | 1,45 |
| 55 | 3800 | 35/10,5  | 6,6 | 26,1 | 4,8 | 1,02 | 1,45 |

Примечание. Для вариантов №1-№30 схема и группа соединения обмоток ВН/НН Y/Y<sub>0</sub>-0, для вариантов №31- №55 Y/Д-11.

## 5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- использование электронных образовательных ресурсов (презентационные материалы, электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие, а именно, каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого, каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Иванов-Смоленский А.В., Электрические машины. В двух томах. Том 1 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01222-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>

2. Иванов-Смоленский А.В., Электрические машины. В двух томах. Том 2 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01223-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>

### **б) дополнительная литература**

1. Шевырёв Ю.В., Электрические машины : учеб. / Ю.В. Шевырёв - М. : МИ-СиС, 2017. - 261 с. - ISBN 978-5-906846-50-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906846501.html>

### **в) методические рекомендации**

1. Конспект лекций по дисциплине "Электрические машины энергетических систем" / Сост. А.С. Захарчук. Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2017. – 181 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины", раздел "Трансформаторы" / Сост.: Е.И. Штангеев, В.С. Михайличенко - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2014. – 96 с.

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины», раздел «Асинхронные электрические машины» /Сост.: Б.И. Невзлин, Д.В. Половинка – Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля; 2014. – 49 с.

4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины", раздел "Синхронные машины" / Сост.: А.С. Захарчук, И.В. Дубовский - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2017.– 38 с.

5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электрические машины", раздел "Машины постоянного тока" / Сост.: А.С. Захарчук, И.В. Дубовский - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2017. – 24 с.

6. Методические указания к курсовому проектированию "Проектирование трехфазного силового трансформатора " / Сост.: И.А. Захарчук, - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2017. Регистрационный № 0566 – 62 с.

7. Методические указания к курсовому проектированию " Расчет конструктивных и электромагнитных параметров силового трехфазного трансформатора с применением компьютерных технологий " / Сост.: И.А. Захарчук, - Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля, 2017. Регистрационный № 0567 – 82 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

1. Шулаков, И. В. Электрические машины: конспект лекций/ И.В. Шулаков; Перм. гос. техн. ун-т.— Электрон, версия учебного пособия. — Пермь: изд-во ПГТУ, 2015.— 325 с. — Режим доступа: <http://elibrary.pstu.ru/view.php?fl3ocumentId=2073> , свободный.

2. Кузнецов, М.И. Электрические машины: лаб. практикум / М.И. Кузнецов, А.М. Костыгов, Д.А. Даденков; Перм. нац. исслед. политехи, ун-т. - Электрон, версия учебного пособия. - Пермь : изд-во ПНИПУ, 2015. - 184 с. - Режим доступа: <http://elibrary.pstu.ru/view.php?lDocumentId=2672> , свободный.

#### **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Электрические машины энергетических систем» предполагает использование специализированной лаборатории (ауд. 109, 1-го корпуса ) и академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

| <b>Функциональное назначение</b> | <b>Бесплатное программное обеспечение</b> | <b>Ссылки</b>                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет                    | Libre Office 6.3.1                        | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>                                                              |
| Операционная система             | UBUNTU 19.04                              | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                                                                          |
| Браузер                          | Firefox Mozilla                           | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                                                                                   |
| Браузер                          | Opera                                     | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                                                                                   |
| Почтовый клиент                  | Mozilla Thunderbird                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер                    | Far Manager                               | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                        | 7Zip                                      | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор             | GIMP (GNU Image Manipulation Program)     | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF                     | PDFCreator                                | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |
| Аудиоплеер                       | VLC                                       | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>                                                                                                                                                                   |

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Электрические машины энергетических систем»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап           | Код компетенции                                                                    | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Начальный      | ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | Пороговый                           | <b>знать:</b><br>основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин;<br>виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; принцип действия и условия выбора электрических машин, особенности их конструкции, режимы работы, основные уравнения и схемы замещения; основные методы испытаний и расчета параметров электрических машин; устройство, основные характеристики и параметры электрических машин и трансформаторов для осуществления их сравнительного анализа и выбора; основные методы выбора электрических машин; |
| Основной       |                                                                                    | Базовый                             | <b>уметь:</b><br>применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой; использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин; рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике; подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин;                                                                                                                          |
| Заключительный |                                                                                    | Высокий                             | <b>владеть:</b><br>методами анализа режимов работы электрических машин; навыками проведения стандартных испытаний электрических машин; методами расчета параметров электрических машин; навыками использования методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения параметров и характеристик электрических машин; навыками использования справочной литературы;<br>навыками осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электроэнергетических систем.                                                                                                      |

**Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                      | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики                                                                 | Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно |
|-------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | ПК-2                           | Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | <p>ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования</p> <p>ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации</p> <p>ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности</p> | Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение электрических машин и трансформаторов. | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 2. Рабочий процесс трансформатора.                                                                          | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 3. Трансформирование трехфазного тока.                                                                      | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 4. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов.                                          | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 5. Характеристики трансформатора.                                                                           | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 6. Группы соединения обмоток трансформатора.                                                                | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 7. Параллельная работа трансформаторов                                                                      | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 8. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы                                                       | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 9. Переходные процессы в трансформаторах                                                                    | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 10. Трансформаторные устройства специального назначения                                                     | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 11. Общие вопросы теории бесколлекторных машин. Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока     | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 12. Принцип выполнения обмоток статора бесколлекторных машин                                                | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 13. Основные типы обмоток статора                                                                           | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 14. Магнитодвижущая сила обмоток статора                                                                    | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 15. Асинхронные машины. Режимы работы и устройство                                                          | 5/6                                                |
|       |                                |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Тема 16. Магнитная цепь асинхронной машины                                                                       | 5/6                                                |

| №<br>п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине) | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики                                                                                     | Этапы формирования (семестр изучения), очно/заочно |
|----------|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 17. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя | 5/6                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 18. Опытное определение параметров и расчет рабочих характеристик асинхронных двигателей                                        | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 19. Пуск трехфазных асинхронных двигателей                                                                                      | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 20. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей                                                            | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 21. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели                                                                           | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 22. Асинхронные машины специального назначения                                                                                  | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 23. Конструктивные формы исполнения электрических машин                                                                         | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 24. Синхронные машины, способы возбуждения и устройство                                                                         | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 25. Магнитное поле синхронной машины                                                                                            | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 26. Характеристики синхронных генераторов                                                                                       | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 27. Параллельная работа синхронных генераторов                                                                                  | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 28. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор                                                                               | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 29. Синхронные машины специального назначения                                                                                   | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 30. Коллекторные машины, принцип действия и устройство                                                                          | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 31. Обмотки якоря машин постоянного тока                                                                                        | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 32. Магнитное поле машины постоянного тока                                                                                      | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 33. Коммутация в машинах постоянного тока                                                                                       | 6/7                                                |
|          |                                |                                         |                                                               | Тема 34. Коллекторные генераторы постоянного тока. Коллекторные двигатели постоянного тока                                           | 6/7                                                |

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код компетенции                                                                    | Индикаторы достижений компетенции                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Контролируемые темы учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Наименование оценочного средства        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1.    | ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ПК-2.1. Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования | <b>знать:</b><br>основы теории электро-механического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; принцип действия и условия выбора электрических машин, особенности их конструкции, режимы работы, основные уравнения и схемы замещения; основные методы испытаний и расчета параметров электрических машин; устройство, основные характеристики и параметры электрических машин и трансформаторов для осуществления их сравнительного анализа и выбора; основные методы выбора электрических машин; | Тема 1. Цель и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Назначение электрических машин и трансформаторов.<br>Тема 2. Рабочий процесс трансформатора.<br>Тема 3. Трансформирование трехфазного тока.<br>Тема 4. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов.<br>Тема 5. Характеристики трансформатора.<br>Тема 6. Группы соединения обмоток трансформатора.<br>Тема 7. Параллельная работа трансформаторов<br>Тема 8. Трехобмоточные трансформаторы и автотрансформаторы<br>Тема 9. Переходные процессы в трансформаторах<br>Тема 10. Трансформаторные устройства специального назначения<br>Тема 11. Общие вопросы теории бесколлекторных машин. Принцип действия бесколлекторных машин переменного тока<br>Тема 12. Принцип выполнения обмоток статора бесколлекторных машин<br>Тема 13. Основные типы обмоток статора<br>Тема 14. Магнитодвижущая сила обмоток статора<br>Тема 15. Асинхронные машины. Режимы работы и устройство<br>Тема 16. Магнитная цепь асинхронной машины<br>Тема 17. Рабочий процесс трехфазного асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя<br>Тема 18. Опытное определение параметров и расчет рабочих | тестовые задания к лабораторным работам |



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  |  | <p>ПК-2.2. Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации объектов профессиональной деятельности</p> | <p><b>уметь:</b> применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой; использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин; рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике; подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин;</p>                  | <p>характеристик асинхронных двигателей</p> <p>Тема 19. Пуск трехфазных асинхронных двигателей</p> <p>Тема 20. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей</p> <p>Тема 21. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели</p> <p>Тема 22. Асинхронные машины специального назначения</p> <p>Тема 23. Конструктивные формы исполнения электрических машин</p> <p>Тема 24. Синхронные машины, способы возбуждения и устройство</p> <p>Тема 25. Магнитное поле синхронной машины</p> <p>Тема 26. Характеристики синхронных генераторов</p> | тестовые задания к лабораторным работам |
|  |  | <p>ПК-2.3. Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>владеть:</b> методами анализа режимов работы электрических машин; навыками проведения стандартных испытаний электрических машин; методами расчета параметров электрических машин; навыками использования методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения параметров и характеристик электрических машин; навыками использования справочной литературы; навыками осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электроэнергетических систем.</p> | <p>Тема 27. Параллельная работа синхронных генераторов</p> <p>Тема 28. Синхронный двигатель и синхронный компенсатор</p> <p>Тема 29. Синхронные машины специального назначения</p> <p>Тема 30. Коллекторные машины, принцип действия и устройство</p> <p>Тема 31. Обмотки якоря машин постоянного тока</p> <p>Тема 32. Магнитное поле машины постоянного тока</p> <p>Тема 33. Коммутация в машинах постоянного тока</p> <p>Тема 34. Коллекторные генераторы постоянного тока. Коллекторные двигатели постоянного тока</p>                                       |                                         |

## **Тестовые задания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Электрические машины энергетических систем»**

Тестовые задания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Электрические машины энергетических систем» содержат вопросы порогового, базового и высокого уровня. Вопросы порогового уровня направлены на определение наличия теоретических знаний у студента по данной дисциплине. Вопросы базового уровня позволяют определить умения применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин; формировать законченное представление о принятых решениях, использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин; рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике; подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин. Вопросы высокого уровня предполагают владение методами анализа режимов работы электрических машин; навыками проведения стандартных испытаний электрических машин; методами расчета параметров электрических машин; навыками использования методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения параметров и характеристик электрических машин; навыками использования справочной литературы; навыками осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электроэнергетических систем.

### **Тест № 1**

#### **Вариант 1. Трансформаторы.**

1. Какие группы соединений обмоток имеет трехфазный трансформатор при выпуске с завода?

1. нулевую и шестую.
2. нулевую и одиннадцатую.
3. первую и шестую.
4. третью и четвертую.

2. Почему трансформатор гудит при работе?

1. из-за явления гистерезиса и вибраций ферромагнитных механических частей под действием переменного магнитного поля.

2. из-за явления вихревых токов и вибраций ферромагнитных механических частей под действием переменного магнитного поля.
3. из-за явления дивергенции и вибраций ферромагнитных механических частей под действием переменного магнитного поля.
4. из-за явления магнитострикции и вибраций ферромагнитных механических частей под действием переменного магнитного поля.

3. Уравнение действующего значения ЭДС в первичной обмотке трансформатора?

1.  $E_M = 4.44 F S W B$
2.  $E = 4.44 F S W_1 B_M$
3.  $E_M = 4.44 F S W B_M$
4.  $E = 4.44 F_M S W B$

4. Почему КПД автотрансформатора больше?

1. потому, что в автотрансформаторе потери существуют и учитывают только в той части мощности, которая передается электромагнитным путем.
2. потому, что в автотрансформаторе применяют особо хорошие материалы.
3. потому, что автотрансформаторы маломощны и потери незначительны.
4. потому, что в автотрансформаторе потери существуют и учитывают только в той части мощности, которая передается электрическим путем.

5. Чем определяется коэффициент выгодности?

1. степенью близости коэффициента трансформации к единице.
2. степенью близости коэффициента трансформации к 2.5.
3. степенью близости коэффициента трансформации к 0.5.
4. степенью близости коэффициента трансформации к 3.

6. Что характеризует петля гистерезиса?

1. количество энергии, запасаемой в магнитопроводе за один цикл перемагничивания.
2. количество энергии, теряемой в магнитопроводе за один цикл перемагничивания.
3. количество энергии, теряемой в магнитопроводе под действием вихревых токов.
4. остаточную намагниченность.

7. Почему происходит бросок тока при включении трансформатора в сеть?

1. бросок тока происходит при включении в момент малого напряжения в сети из-за удвоения магнитного потока при сильном насыщении магнитопровода.
2. бросок тока происходит при включении в момент наибольшего напряжения в сети из-за удвоения магнитного потока при сильном насыщении магнитопровода.
3. бросок тока происходит при включении в момент малого напряжения в сети из-за малого сопротивления короткого замыкания.
4. бросок тока при включении в момент малого напряжения в сети не происходит.

8. Как маркируют выводы ВН и НН однофазных трансформаторов?

1. Для ВН-А, В, для НН-а. d.
2. Для ВН-А, Х, для НН-а. х.
3. Для ВН-А, Х, для НН-х. у.
4. Для ВН-А, С, для НН-а. х.

9. Какую форму и почему имеет намагничивающий ток?

1. намагничивающий ток синусоидален.
2. намагничивающий ток содержит высшие четные гармоники для формирования в нелинейном магнитопроводе синусоидальной эдс.

3. намагничивающий ток содержит высшие нечетные гармоники для формирования в нелинейном магнитопроводе синусоидальной эдс.
4. намагничивающий ток содержит высшие нечетные гармоники для формирования в нелинейном магнитопроводе несинусоидальной эдс.

#### 10. Что такое ударный коэффициент?

1. кратность кратковременного увеличения тока намагничивания.
2. кратность кратковременного увеличения тока короткого замыкания трансформатора, возникает из-за индуктивностей рассеяния и не превышает двух.
3. кратность кратковременного увеличения магнитного потока трансформатора, возникает из-за индуктивностей рассеяния и не превышает двух.
4. кратность кратковременного увеличения тока короткого замыкания трансформатора, возникает из-за индуктивностей намагничивания и не превышает двух.

#### 11. Какие типы обмоток применяют в однофазных трансформаторах?

1. многослойные конические, дисковые и др.
2. многослойные сферические, дисковые и др.
3. многослойные конические, дисковые и др.
4. многослойные цилиндрические, дисковые и др.

#### 12. Как конструктивно выполнен однофазный трансформатор?

1. состоит из трехстержневого магнитопровода с обмоткой –стержня, магнитопровода без обмотки –ярма, выводов обмоток, системы охлаждения, нескольких обмоток.
2. состоит из разомкнутого магнитопровода с обмоткой –стержня, магнитопровода без обмотки –ярма, выводов обмоток, системы охлаждения, нескольких обмоток.
3. состоит из магнитопровода с обмоткой –стержня, магнитопровода без обмотки –ярма, выводов обмоток, системы охлаждения, одной обмотки.

4. состоит из магнитопровода с обмоткой –стержня, магнитопровода без обмотки –ярма, выводов обмоток, системы охлаждения, нескольких обмоток.

13. Какие выражения для ЭДС первичной и вторичной обмоток верны.

1.  $E_1 = 4.44 f \Phi W_1 B$ ,  $E_2 = 4.44 f \Phi W_2 B$

2.  $E_1 = 4.44 f \Phi W_1 B_m$ ,  $E_2 = 4.44 f \Phi W_2 B_m$

3.  $E_3 = 4.44 f \Phi W_1 B$ ,  $E_2 = 4.44 f \Phi W_2 B$

4.  $E_4 = 4.44 f \Phi W_1 B$ ,  $E_2 = 4.44 f \Phi W_2 B$

14. Объясните по эквивалентной схеме почему магнитный поток трансформатора мало изменяется от величины тока вторичной обмотки?

1. из-за малости сопротивления короткого замыкания.

2. из-за малости части сопротивления короткого замыкания, обусловленной первичной обмоткой.

3. из-за малости части сопротивления короткого замыкания, обусловленной вторичной обмоткой.

4. из-за малости части сопротивления контура намагничивания.

15. Что такое коэффициент трансформации и как он определяется экспериментально?

1. Отношением числа витков в обмотках ВН к НН, практически по отношению напряжений.

2. Отношением токов в обмотках ВН к НН соответственно.

3. Отношением мощностей в обмотках ВН к НН, практически по отношению напряжений.

4. Отношением числа витков в обмотках НН к ВН, практически по отношению напряжений.

## Вариант 2.

1. На каком физическом явлении основана работа трансформатора?

1. Магнитное действие тока.
2. Электромагнитная индукция.
3. Тепловое действие тока.

2. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков во вторичной обмотке. На первичную обмотку подали напряжение  $U$ . Чему равно напряжение на вторичной обмотке трансформатора?

3. В однородном магнитном поле вокруг оси  $AB$  с одинаковой частотой вращаются две одинаковые рамки (рис. 39).

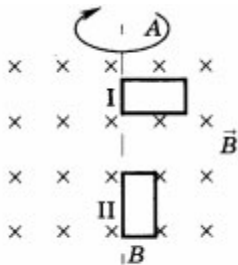
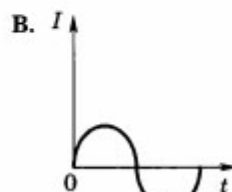
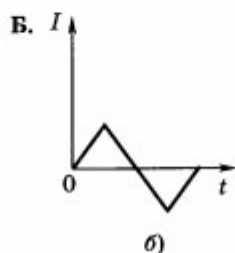
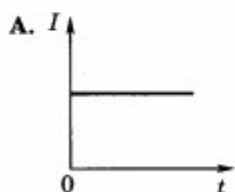
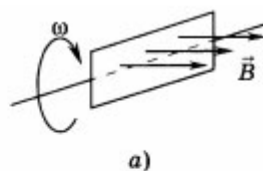


Рис. 39

Каково отношение максимальных значений ЭДС индукции, генерируемых в рамках I и II?

1. 1 : 1.
2. 1 : 2.
3. 2 : 1.

4. Проволочная рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле. Какой из графиков соответствует зависимости силы тока в рамке от времени?



5. Во сколько раз изменяются потери энергии в линии электропередачи, если на понижающую подстанцию будет подаваться напряжение 100 кВ вместо 10 кВ при условии передачи одинаковой мощности?

1. Увеличится в 100 раз.
2. Уменьшится в 100 раз.
3. Увеличится в 10 раз.

6. Какой ток можно подавать на обмотку трансформатора?

1. Только переменный.
2. Только постоянный.
3. Переменный и постоянный.

7. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков во вторичной обмотке. На первичную обмотку подали напряжение  $U$ . Чему равно напряжение на вторичной обмотке трансформатора?

1.  $U$
2.  $U/2$
3.  $2U$

8. В однородном магнитном поле вокруг оси  $AB$  с одинаковой частотой вращаются две одинаковые рамки (рис. 41).



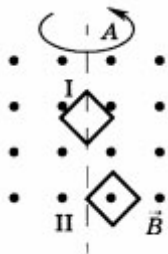
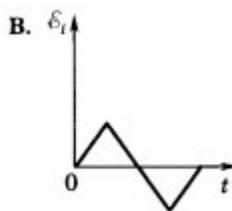
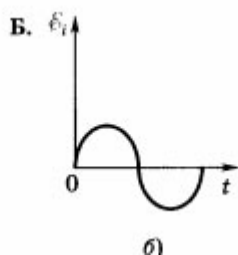
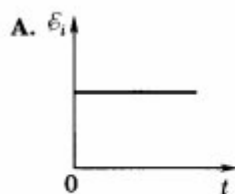
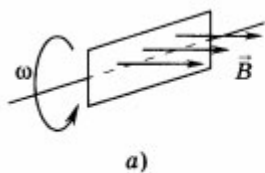


Рис. 41

Каково отношение максимальных значений ЭДС индукции, генерируемых в рамках I и II?

1. 1 : 2.
2. 1 : 1.
3. 4 : 1.

9. Проволочная рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле. Какой из графиков соответствует зависимости ЭДС индукции в рамке от времени?



б)

10. Во сколько раз изменяются потери энергии в линии электропередачи, если на понижающую подстанцию будет подаваться напряжение 10 кВ вместо 100 кВ при условии передачи одинаковой мощности?

1. Увеличится в 10 раз.
2. Уменьшится в 100 раз.
3. Увеличится в 100 раз.

### Вариант №3. Электрические машины

1. Как увеличить диапазон регулировки частоты вращения в двигателе с фазным ротором?

1. замкнуть роторные реостаты после пуска и разгона электродвигателя.
2. увеличить сопротивление роторной обмотки.
3. повысить фазное напряжение.
4. переключить со звезды на треугольник роторную обмотку.

2. Как влияет на мощность двигателя частота питающего тока?

1. мощность двигателя не зависит от частоты вращения магнитного поля (питающего тока) при условии постоянства магнитного потока.
2. мощность двигателя зависит прямо пропорционально от частоты вращения магнитного поля (питающего тока) независимо от условия постоянства магнитного потока.
3. мощность двигателя зависит прямо пропорционально от частоты вращения магнитного поля (питающего тока) при условии постоянства магнитного потока.
4. мощность двигателя зависит прямо пропорционально от напряжения, а не от частоты вращения магнитного поля (питающего тока) при условии постоянства магнитного потока.

3. Как направлены вращения поля статора и ротора в асинхронном электродвигателе?

1. в одну сторону.
2. в противоположную сторону.
3. в разные стороны.
4. в зависимости от остаточного потока в одну сторону или в разные.

4. Что такое однофазный электродвигатель?

1. двигатель, включенный в трехфазную сеть через конденсаторы..

2. двигатель, включенный в однофазную сеть.
3. только двигатель с одной обмоткой.
4. только двигатель с двумя обмотками, включенный в однофазную сеть.

5. Может ли работать трехфазный электродвигатель от однофазной сети?

1. может в однофазном режиме.
2. может в двухфазном режиме.
3. не может.
4. может в трехфазном режиме без изменения схемы включения.

6. Что такое опрокидывание электродвигателя?

1. резкое нарастание момента электродвигателя при механической перегрузке.
2. остановка электродвигателя при механической перегрузке.
3. остановка электродвигателя при обрыве фазы.
4. остановка электродвигателя при динамическом торможении.

7. Маркировка выводов асинхронного электродвигателя.

1. начала обмоток A1, B2, C 3, концы обмоток - C4, C5, C6.
2. начала обмоток C1, C2, C 3, концы обмоток - C4, C5, C6.
3. начала обмоток C1, C2, C 3, концы обмоток - X4, Y5, Z6.
4. начала обмоток A, B, C , концы обмоток - X, Y,Z.

8. Пусковой ток трёхфазного асинхронного двигателя

3. не зависит от момента нагрузки на его валу;
2. зависит от момента нагрузки на его валу;
3. зависит от подведённого напряжения и входного сопротивления фазы;
4. больше номинального тока примерно в 5-7 раз.

9. Имеется трёхфазная сеть с линейным напряжением 220 В. В режиме холостого хода, произвели переключение обмотки с «треугольника» на «звезду».

1. Линейный ток в установившемся режиме

увеличился в 1,73 раза;

2. не изменил своего прежнего значения;

3. уменьшился в 1,73 раза;

4. уменьшился в 3 раза.

10. Какие схемы соединений обмоток асинхронного электродвигателя возможны?

1. звезда (концы соединены с началами) и треугольник (концы объединены с концами) в трехфазном режиме.

2. звезда и треугольник, последовательное соединение двух и отдельное соединение третьей обмотки с включением фазосдвигающих цепей в трехфазном режиме.

3. звезда (концы объединены) и треугольник (концы соединены с началами по кругу).

4. звезда и треугольник с произвольным соединением выводов.

11. Частота вращения магнитного поля асинхронного трёхфазного двигателя типа АИР 71 В6 У2 при частоте тока 50 Гц равна

1. 1500 мин<sup>-1</sup>;

2. 1000 мин<sup>-1</sup>;

3. 750 мин<sup>-1</sup>;

4. 500 мин<sup>-1</sup>.

12. При уменьшении подведённого напряжения к трёхфазному асинхронному двигателю на 10% его электромагнитный момент уменьшится на

1. 10%;

2. 15%;

3. 19%;

4. 24%.

13. Напишите уравнение для частоты вращения асинхронного электродвигателя.

1.  $n = (60 f p)(1-S)$

2.  $n = (60 f / p)(1/S)$

3.  $n = (60 f / p)(1-S)$

4.  $n = (60 f / p)(1+S)$

14. Как влияет сопротивление роторной обмотки на диапазон частоты вращения асинхронных электродвигателей?

1. с уменьшением сопротивления роторной обмотки диапазон регулировки частоты вращения может быть расширен от синхронной частоты до значений близких к нулю.

2. с увеличением сопротивления роторной обмотки диапазон регулировки частоты вращения может быть расширен от синхронной частоты до значений близких к нулю.

3. с увеличением сопротивления роторной обмотки диапазон регулировки частоты вращения сужается.

4. с увеличением сопротивления статорной обмотки диапазон регулировки частоты вращения может быть расширен от синхронной частоты до значений близких к нулю.

15. К чему приводит симметричное отклонение (уменьшение) напряжения питания статорной обмотки в асинхронном электродвигателе?

1. к снижению мощности электродвигателя.

2. к снижению синхронной частоты.

3. к появлению тормозящего поля обратной последовательности.

4. к снижению тока ротора под нагрузкой.

#### **Вариант №4. Асинхронные машины.**

1. От чего зависит КПД электрической машины?

1. От первичного напряжения.
2. От величины потерь в стали и меди.
3. От величины скольжения.
4. От скорости вращения.

2. Может ли ротор асинхронного двигателя вращаться синхронно с магнитным полем статора.

1. Может.
2. Не может.
3. Может, без нагрузки.
4. Может при низких оборотах.

3. Как осуществить подключение трехфазного двигателя в однофазную цепь?

1. Перемоткой обмоткой.
2. Включением конденсаторов.
3. Снижением напряжения.
4. Изменением частоты.

4. Сколько существует режимов работы асинхронной машины?

1. Один
2. Два
3. Три.
4. Четыре.

5. Диапазон изменения скольжения асинхронной машины?

1. От  $-\infty$  до 0.
2. От 0 до  $+\infty$ .
3. От 0 до 1.
4. От  $-\infty$  до 0.

6. Какое влияние оказывает реакция якоря на работу синхронной машины?

1. Ухудшает свойства машины.
2. Не оказывает влияние.
3. Улучшает качества машины.
4. Ведет к перегреву.

7. Назначение синхронного компенсатора

1. Для потреблений реактивной мощности.
2. Для компенсации активной мощности.
3. Для генерирования реактивной мощности.
4. Для повышения напряжения в сети.

8. Условия параллельной работы синхронных генераторов?

1. Частота ЭДС генератора равна частоте ЭДС сети.
2. Порядок следования фаз генератора и сети должен быть одинаковым.
3. Соблюдение всех перечисленных условий.
4. Совпадать количество фаз.

9. Для чего служит коллектор в машинах постоянного тока?

1. Для выпрямления переменного тока.
2. Для контакта со щеточным механизмом.
3. Для соединения роторной и статорной обмотки.
4. Для центровки якоря.

10. Сколько способов возбуждения машины постоянного тока Вы знаете?

1. Один.
2. Пять.
3. Три.
4. Четыре.

11. Чем отличается генератор постоянного тока от двигателя постоянного тока?  
Внешним видом

1. Отсутствием коллектора.
2. Обмотками ротора.
3. Двигатель потребляет энергию а генератор генерирует.
4. Двигатель не имеет дополнительных полюсов.

12. В чем особенность пуска двигателя постоянного тока.

1. Напряжение его постоянно повышается.
2. Двигатель предварительно необходимо привести в движение.
3. На время пуска отключить щёточный механизм.
4. На время пуска отключить обмотку возбуждения.

13. Назначение тахогенератора постоянного тока.

1. Для измерения электрических сигналов.
2. Для измерения частоты вращения по величине выходного напряжения.
3. Для измерения параметров двигателей.
4. Для генерирования переменного тока.

14. Как увеличить диапазон регулировки частоты вращения в двигателе с фазным ротором?

1. замкнуть роторные реостаты после пуска и разгона электродвигателя.
2. увеличить сопротивление роторной обмотки.
3. повысить фазное напряжение.
4. переключить со звезды на треугольник роторную обмотку.

15. Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{ном} = 50$  А. Чему равен ток обмотки возбуждения?

1. 100 А.
2. 50 А.
3. 25 А.
4. 75 А.

### **Вариант №5. Синхронные машины**

1. При увеличении нагрузки на валу двигателя что происходит с величиной  $E_2$

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

2. Как изменится активное сопротивление обмотки ротора при увеличении скольжения

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

3. Как при увеличении скольжения изменится Индуктивное сопротивление обмотки  $X_L$

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

4. Как с увеличением скольжения изменится ток ротора



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

5. Электромагнитный момент пропорционален потребляемой двигателем мощности

- 1) Активной
- 2) Реактивной
- 3) Активной и реактивной

6. Верно ли что если уменьшить момент сопротивления на валу рабочего двигателя то вращающий момент асинхронного двигателя увеличиться

- 1) Да
- 2) Нет

7. Выберите верное неравенство

- 1)  $I_{\text{пуск}} > I_{\text{ном}}$
- 2)  $I_{\text{пуск}} < I_{\text{ном}}$
- 3)  $I_{\text{пуск}} = I_{\text{ном}}$

8. Как изменится пусковой ток двигателя если увеличить  $r_2$

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

9. Как изменится частота вращения ротора при увеличении числа пар обмотки полюсов статора

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

10. Как изменится частота вращения ротора если увеличить частоту переменного тока

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

11. Что может быть фазосдвигающим элементом

- 1) Активное сопротивление

- 2) Индуктивное сопротивление
- 3) Емкостное сопротивление
- 4) Индуктивное и емкостное сопротивление
- 5) Все перечисленное

12. При включении в сеть двигателя с одной обмоткой на статоре, произойдет запуск двигателя

- 1) Да
- 2) Нет

13. При работающем однофазном двигателе произошел обрыв фазы что произойдет

- 1) Ротор продолжен вращаться
- 2) Ротор остановится

#### **Вариант №6. Машины постоянного тока**

1) Почему на практике не применяют генератор постоянного тока последовательного возбуждения?

- 1) Напряжение на зажимах генератора резко изменяется при изменении нагрузки.
- 2) Напряжение на зажимах генератора не изменяется при изменении нагрузки.
- 3) ЭДС уменьшается при увеличении нагрузки.
- 4) ЭДС генератора не изменяется.

2) При постоянном напряжении питания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения магнитный поток возбуждения уменьшился. Как изменилась частота вращения?

- 1) Уменьшилась.
- 2) Не изменилась.
- 3) Увеличилась.
- 4) Периодически изменяется

3) Регулировочная характеристика генератора постоянного тока независимого возбуждения — это зависимость:

- 1) Нет зависимости.
- 2)  $E$  от  $I$  возб.
- 3)  $I_{\text{возб}}$  от  $I_{\text{нагр}}$ .
- 4)  $U$  от  $I$  нагр.

4) Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{\text{ном}} = 50 \text{ А}$ . Чему равен ток обмотки возбуждения?

- 1) 100 А.
- 2) 50 А.
- 3) 25 А.
- 4) 250 А.

5) Почему сердечник якоря машины постоянного тока набирают из листов электротехнической стали, изолированных между собой?

- 1) Для уменьшения потерь мощности от перемагничивания и вихревых токов.
- 2) Из конструктивных соображений.
- 3) Для уменьшения магнитного сопротивления потоку возбуждения.
- 4) Для шумопонижения.

6) Генератор постоянного тока смешанного возбуждения это генератор, имеющий:

- 1) Параллельную обмотку возбуждения.
- 2) Последовательную обмотку возбуждения.
- 3) Параллельную и последовательную обмотки возбуждения.
- 4) Имеющий особые обмотки возбуждения.

7) Каково назначение реостата в цепи обмотки возбуждения двигателя постоянного тока?

- 1) Ограничить пусковой ток.

- 2) Регулировать напряжение на зажимах.
- 3) Увеличивать пусковой момент.
- 4) Регулировать скорость вращения.

8) Мощность, потребляемая двигателем постоянного тока из сети  $P_i = 1,5$  кВт. Полезная мощность, отдаваемая двигателем в нагрузку,  $P_2 = 1,125$  кВт. Определить КПД двигателя  $\eta$  %.

- 1) 50%
- 2) 60%
- 3) 75%
- 4) 85%

9) Что произойдет с ЭДС генератора параллельного возбуждения при обрыве цепи возбуждения?

- 1) ЭДС увеличится.
- 2) ЭДС не изменится.
- 2) ЭДС снизится до  $E_{ост}$ .
- 4) ЭДС станет равной нулю.

10) Пусковой ток двигателя постоянного тока превышает номинальный ток из — за:

- 1) Отсутствия противоЭДС в момент пуска.
- 2) Малого сопротивления обмотки якоря.
- 3) Большого сопротивления обмотки возбуждения.
- 4) Малого сопротивления обмотки возбуждения

## **Вариант №7. «Электрические машины»**

1. Что называется электрической машиной?

- 1). Устройство, предназначенное для электрификации и автоматизации производства.
- 2). Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока
- 3). Электромеханический преобразователь, в котором преобразуется механическая энергия в электрическую и наоборот.

2. Дайте определение электродвигателя

- 1). Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
- 2). Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
- 3). Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

3. Дайте определение генератора

- 1). Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
- 2). Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
- 3). Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

4. Какие законы лежат в основе работы электрических машин?

- 1). Закон Джоуля – Ленца
- 2). Законы электромагнитной индукции и электромагнитных сил.

5. При каком условии обмотки статора соединяются «треугольником»

- 1) увеличить момент

- 2)уменьшить пусковой ток
- 3)улучшить экономичность

6.Какие двигатели получили наибольшее распространение?

- 1) двигатели постоянного тока
- 2) асинхронные
- 3) синхронные

7.Может ли ротор АЭД вращаться синхронно с вращающимся магнитным полем статора?

- 1)может
- 2)нет
- 3) не имеет значения

8.У какого двигателя обмотка ротора соединяется «звездой» при изготовлении?

- 1). АЭД с короткозамкнутым ротором
- 2). АЭД с фазным ротором

9. Кто впервые сконструировал трёхфазный асинхронный электродвигатель? Год.

- 1) Б.С. Якоби , 1834 г.
- 2) М.О. Доливо-Добровольский, 1889 г.
- 3) П.Н. Яблочков, 1876 г.

10.Основные элементы асинхронного электродвигателя.

- 1) Статор, ротор, вал, обмотки
- 2) Станина, якорь
- 3) Статор, якорь, подшипники

11. Из какого материала выполняют статор асинхронного электродвигателя

- 1) электротехническая сталь
- 2) чугун
- 3) ПВХ

12. Условие, необходимое для работы асинхронного электродвигателя

- 1) беличья клетка
- 2) подшипники
- 3) вращающееся магнитное поле

13. Асинхронный электродвигатель-это двигатель работающий

- 1) На постоянном токе
- 2) На переменном токе
- 3) На дизельном топливе

14. Скольжение ротора- это

- 1) Отставание частоты вращения ротора от частоты вращения магнитного поля статора
- 2) Отставание частоты вращения статора от частоты вращения ротора
- 3) Скольжение обмотки ротора по обмотке статора

15. Скольжение ротора в момент пуска

- 1) может иметь любое значение
- 2) 1
- 3) 0

16. Вращающий момент асинхронного электродвигателя

- 1) Не зависит от номинальной мощности

- 2) Прямопропорционален номинальной мощности
- 3) Обратнопропорционален номинальной мощности

17. Из какого вещества выполняются стержни короткозамкнутого ротора?

- 1. сталь
- 2. серебро
- 3. алюминий
- 4. свинец

18. Как укладывается обмотка асинхронного двигателя?

- 1) Наматывается на ротор
- 2) Укладывается в пазы статора и ротора
- 3) Запаявается в корпус статора

19. Устройство двигателя постоянного тока

- 1) Индуктор и якорь
- 2) Статор и ротор
- 3) якорь и ротор

20. Герметичная электрическая машина- это

- 1) Машина, защищённая от попадания жидкости, пыли
- 2) Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов
- 3) Защищённая машина, исключая возможность сообщения между её внутренним пространством и окружающей средой

21. Погружная электрическая машина – это

- 1) Машина, защищённая от воспламенения



2) Машина, предназначенная для эксплуатации в условиях погружения в жидкость

3) Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов.

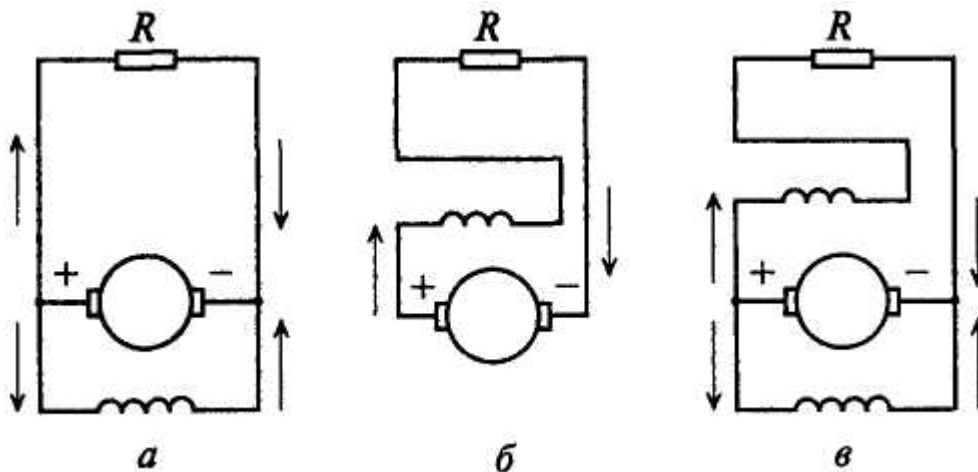
22. Назначение коллектора в двигателях постоянного тока

1) Подвод постоянного тока к рабочей обмотке

2) Чтобы разрешить току проходить и исключить проблему со спутыванием проводов

3) Для выпрямления переменного тока

23. Схема включения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения



1.а

2.б

3.в

24. Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением  $I_{ном} = 50$  А. Чему равен ток обмотки возбуждения?

1.25А

2.50А

3.100А

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания к лабораторным и практическим занятиям»

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                             |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)                           | Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)                    |
| хорошо (4)                            | Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)                     |
| удовлетворительно<br>(3)              | Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)                      |
| неудовлетворительно (2)               | Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов) |

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

#### Теоретические вопросы

1. Из чего состоит трансформатор?
2. Как осуществляется передача энергии из одной обмотки в другую?
3. Чем является вторичная обмотка трансформатора по отношению к нагрузке?
4. Что такое коэффициент трансформации?
5. Какой трансформатор называется понижающим?
6. Какой трансформатор называется повышающим?
7. Какая обмотка трансформатора называется обмоткой высшего напряжения (ВН)?
8. Какие трансформаторы называются «сухими»?
9. Какие трансформаторы называются «масляными»?
10. Как трансформаторы обозначают на электрических схемах?
11. Чем определяются условия работы и свойства трансформатора?
12. Как влияет рабочая частота трансформатора на его массу и габариты?
13. Для чего служит магнитопровод трансформатора?

14. Каким условиям должна удовлетворять конструкция обмоток трансформатора?
15. Из чего изготавливаются обмотки трансформатора?
16. Как подразделяются обмотки трансформатора по способу расположения на стержнях?
17. Как выполняется изоляция обмоток трансформатора?
18. Что такое трансформатор?
19. Где применяются трансформаторы?
20. Принцип работы трансформаторов.
21. Как называются обмотки трансформаторов?
22. Как обозначаются трансформаторы на схемах?
23. Как увеличить индуктивную связь между обмотками?
24. Как классифицируются трансформаторы?
25. Основные части трансформатора.
26. Что такое стержни и ярмо?
27. В чем различие броневого и стержневого трансформаторов?
28. У каких трансформаторов обмотка высшего напряжения является первичной?
29. У каких трансформаторов обмотка низшего напряжения является первичной?
30. К чему приводит увеличение воздушных зазоров магнитопровода?
31. Что такое коэффициент трансформации?
32. По какой формуле определяется коэффициент трансформации?
33. Чем определяются потери в режиме холостого хода?
34. В каких трансформаторах используется режим, близкий к режиму короткого замыкания?
35. Из-за чего возникает перегрев обмоток трансформатора?
36. Чем опасен перегрев обмоток трансформатора?
37. Перечислите основные паспортные данные трансформатора.
38. Что такое номинальный режим работы?
39. Опыт холостого хода.
40. Опыт короткого замыкания.
41. Автотрансформаторы. Повышающий, понижающий.
42. Преимущества и недостатки автотрансформаторов.
43. Параллельная работа трансформаторов.
44. Измерительные трансформаторы. Схемы включения.
45. Устройство асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым и с фазным ротором.
46. Назначение, области применения, устройство и принцип действия трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
47. Потери энергии и КПД асинхронного двигателя

48. Влияния сети на механическую характеристику асинхронного электродвигателя.
49. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей и его механические характеристики.
50. Регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя изменением частоты питающей сети.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)**

### **Теоретические вопросы**

1. Из чего состоит трансформатор?
2. Как осуществляется передача энергии из одной обмотки в другую?
3. Чем является вторичная обмотка трансформатора по отношению к нагрузке?
4. Что такое коэффициент трансформации?
5. Какой трансформатор называется понижающим?
6. Какой трансформатор называется повышающим?
7. Какая обмотка трансформатора называется обмоткой высшего напряжения (ВН)?
8. Какие трансформаторы называются «сухими»?
9. Какие трансформаторы называются «масляными»?
10. Как трансформаторы обозначают на электрических схемах?
11. Чем определяются условия работы и свойства трансформатора?
12. Как влияет рабочая частота трансформатора на его массу и габариты?
13. Для чего служит магнитопровод трансформатора?
14. Каким условиям должна удовлетворять конструкция обмоток трансформатора?
15. Из чего изготавливаются обмотки трансформатора?
16. Как подразделяются обмотки трансформатора по способу расположения на стержнях?
17. Как выполняется изоляция обмоток трансформатора?
18. Что такое трансформатор?
19. Где применяются трансформаторы?
20. Принцип работы трансформаторов.
21. Как называются обмотки трансформаторов?
22. Как обозначаются трансформаторы на схемах?
23. Как увеличить индуктивную связь между обмотками?
24. Как классифицируются трансформаторы?
25. Основные части трансформатора.

26. Что такое стержни и ярмо?
27. В чем различие броневых и стержневых трансформаторов?
28. У каких трансформаторов обмотка высшего напряжения является первичной?
29. У каких трансформаторов обмотка низшего напряжения является первичной?
30. К чему приводит увеличение воздушных зазоров магнитопровода?
31. Что такое коэффициент трансформации?
32. По какой формуле определяется коэффициент трансформации?
33. Чем определяются потери в режиме холостого хода?
34. В каких трансформаторах используется режим, близкий к режиму короткого замыкания?
35. Из-за чего возникает перегрев обмоток трансформатора?
36. Чем опасен перегрев обмоток трансформатора?
37. Перечислите основные паспортные данные трансформатора.
38. Что такое номинальный режим работы?
39. Опыт холостого хода.
40. Опыт короткого замыкания.
41. Автотрансформаторы. Повышающий, понижающий.
42. Преимущества и недостатки автотрансформаторов.
43. Параллельная работа трансформаторов.
44. Измерительные трансформаторы. Схемы включения.
45. Устройство асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым и с фазным ротором.
46. Назначение, области применения, устройство и принцип действия трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.
47. Потери энергии и КПД асинхронного двигателя
48. Влияния сети на механическую характеристику асинхронного электродвигателя.
49. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей и его механические характеристики.
50. Регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя изменением частоты питающей сети.
51. Регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя изменением подводимого напряжения.
52. Искрение в электродвигателях постоянного тока и способы его уменьшения.
53. Способы торможения асинхронных электродвигателей и его механические характеристики
54. Назначение, области применения, устройство и принцип действия однофазного конденсаторного асинхронного электродвигателя.
55. Устройство и принцип действия синхронного генератора переменного тока.

Принцип действия коллекторных машин постоянного тока.

56. Устройство и принцип действия генераторов постоянного тока.

57. Коммутация в электродвигателях постоянного тока и способы его уменьшения.

58. Способы возбуждения обмоток электродвигателей постоянного тока.

59. Способы пуска электродвигателей постоянного тока и его пусковые характеристики.

60. Способы торможения электродвигателей постоянного тока и его тормозные механические характеристики.

61. Потери энергии и КПД в коллекторных машинах постоянного тока.

62. Назначение, области применения, устройство и принцип действия турбогенераторов переменного тока.

63. Назначение, области применения, устройство и принцип действия гидрогенераторов переменного тока.

64. Механическая характеристика асинхронного двигателя и ее характерные точки

65. Какие машины называют «синхронными»?

66. Требования к судовым синхронным генераторам.

67. Исполнение синхронных генераторов.

68. Конструкция синхронных генераторов.

69. С какой целью двухслойные обмотки статоров синхронных машин выполняют с укороченным шагом?

70. Схемы возбуждения синхронных генераторов.

71. Реакция якоря синхронных генераторов (определение).

72. Реакция якоря при активной нагрузке.

73. Реакция якоря при индуктивной нагрузке.

74. Реакция якоря при емкостной нагрузке.

75. Реакция якоря при смешанной нагрузке.

76. Что показывают V-образные кривые синхронных генераторов.

77. Причины возникновения качаний синхронных генераторов и способы их уменьшения.

78. Назначение параллельной работы синхронных генераторов.

79. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу.

80. Способы вывода синхронных генераторов на параллельную работу.

81. Как осуществить перевод нагрузки при параллельной работе синхронных генераторов.

82. Что понимают под «синхронизирующей способностью» генератора?

83. Потери синхронных машин.

84. КПД синхронных машин (формулы).

85. Способы пуска синхронных двигателей.

86. Преимущества синхронных двигателей по сравнению с асинхронными двигателями.
87. Недостатки синхронных двигателей.
88. Назначение синхронных двигателей.
89. Характеристики синхронных генераторов.
90. Что характеризует ОКЗ?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («зачет» и «экзамен»)

| Шкала оценивания (интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)                        | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)                         | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетворительно (3)              | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетворительно (2)            | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы                            |

### Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись<br>(с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|----------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                         |
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                         |
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                         |