

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электрические машины**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Ширинский С.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f |

С.В.  
Ширинский

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                             |
|--|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец                                           | Васьков А.Г.                |
|  | Идентификатор                                      | R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67 |

А.Г. Васьков

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Шестопалова Т.А.                |
|  | Идентификатор                                      | Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205 |

Т.А.  
Шестопалова

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-5 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ИД-5 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик

2. РПК-1 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике

ИД-2 Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. Генераторы постоянного тока (Лабораторная работа)
2. Двигатели постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Исследование автотрансформатора (Лабораторная работа)
4. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (Лабораторная работа)
5. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором (Лабораторная работа)
6. Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора (Лабораторная работа)
7. Исследование синхронного компенсатора (Лабораторная работа)
8. Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
9. Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора (Лабораторная работа)
10. Работа синхронного генератора на автономную нагрузку (Лабораторная работа)
11. Работа синхронного генератора параллельно с сетью (Лабораторная работа)
12. Типовые расчеты электрических машин (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Подбор компонентов электромеханических систем (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))

## БРС дисциплины

### 4 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного

- трансформатора (Лабораторная работа)
- КМ-2 Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование автотрансформатора (Лабораторная работа)
- КМ-5 Типовые расчеты электрических машин (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Работа синхронного генератора на автономную нагрузку (Лабораторная работа)
- КМ-7 Работа синхронного генератора параллельно с сетью (Лабораторная работа)
- КМ-8 Исследование синхронного компенсатора (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины                                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                                                                                          | Срок КМ:                        | 4    | 6    | 8    | 10   | 10   | 12   | 14   | 16   |
| Трансформаторы                                                                           |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Трансформаторы                                                                           |                                 | +    | +    | +    | +    | +    |      |      |      |
| Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах |                                 |      |      |      |      | +    |      |      |      |
| Синхронные машины                                                                        |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Синхронные машины                                                                        |                                 |      |      |      |      |      | +    | +    | +    |
| Вес КМ:                                                                                  |                                 | 13   | 13   | 13   | 13   | 9    | 13   | 13   | 13   |

### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-9 Подбор компонентов электромеханических систем (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
- КМ-10 Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (Лабораторная работа)
- КМ-11 Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором (Лабораторная работа)
- КМ-12 Генераторы постоянного тока (Лабораторная работа)
- КМ-13 Двигатели постоянного тока (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |       |       |       |       |
|-------------------|---------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|                   | Индекс                          | КМ-9 | КМ-10 | КМ-11 | КМ-12 | КМ-13 |

|                         |          |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----------|----|----|----|----|----|
|                         | КМ:      |    |    |    |    |    |
|                         | Срок КМ: | 4  | 8  | 12 | 14 | 16 |
| Асинхронные машины      |          |    |    |    |    |    |
| Асинхронные машины      |          | +  | +  | +  |    |    |
| Машины постоянного тока |          |    |    |    |    |    |
| Машины постоянного тока |          |    |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:                 |          | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

### БРС курсовой работы/проекта

### 5 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Получение задания на КП (расчет основных размеров тр-ра)
- КМ-2 Сдача раздела КП «Проектирование статора вращающейся электрической машины (обмоток ВН и НН силового трансформатора)»
- КМ-3 Сдача раздела КП «Проектирование ротора вращающейся электрической машины (расчет параметров короткого замыкания)»
- КМ-4 Сдача раздела КП «Расчет характеристик спроектированной электрической машины» (проектирование магнитной системы трансформатора)
- КМ-5 Сдача раздела КП «Научно-исследовательская часть курсового проекта»
- КМ-6 Сдача графической части КП
- КМ-7 Получение допуска к защите КП КМ-7

#### Вид промежуточной аттестации – защита КП.

| Раздел дисциплины                                             | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                               | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 |
|                                                               | Срок КМ:                        | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   |
| Особенности проектирования электрических машин                |                                 | +    |      |      |      |      |      |      |
| Выбор главных размеров                                        |                                 |      | +    |      |      |      |      |      |
| Расчет магнитной цепи                                         |                                 |      | +    |      |      |      |      |      |
| Расчет параметров и характеристик                             |                                 |      |      | +    | +    | +    |      |      |
| Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки |                                 |      |      |      |      |      | +    | +    |
| Вес КМ:                                                       |                                 | 5    | 20   | 20   | 15   | 15   | 15   | 10   |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                                             | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5              | ИД-5 <sub>ОПК-5</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик | <p>Знать:</p> <p>способы построения обмоток машин переменного тока</p> <p>принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов</p> <p>принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин</p> <p>принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока</p> <p>принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов</p> <p>рассчитывать параметры и</p> | <p>КМ-1 Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-2 Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-3 Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-4 Исследование автотрансформатора (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-5 Типовые расчеты электрических машин (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-6 Работа синхронного генератора на автономную нагрузку (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-7 Работа синхронного генератора параллельно с сетью (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-8 Исследование синхронного компенсатора (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-10 Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-11 Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-12 Генераторы постоянного тока (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-13 Двигатели постоянного тока (Лабораторная работа)</p> |

|       |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                      | <p>характеристики синхронных машин</p> <p>рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока</p> <p>рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин</p> <p>рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока</p> |                                                                                                          |
| РПК-1 | ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей | <p>Знать:</p> <p>современные цифровые средства инжиниринга для создания электромеханических систем</p> <p>Уметь:</p> <p>создавать электромеханические системы с помощью современных цифровых средств инжиниринга</p>                             | КМ-9 Подбор компонентов электромеханических систем (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **4 семестр**

#### **КМ-1. Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 13

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

#### **Краткое содержание задания:**

Лабораторная работа "Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора"

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов | 1.Что такое коэффициент трансформации?<br>2.Чем отличается фазный коэффициент трансформации от линейного?<br>3.В чем заключается опыт холостого хода?<br>4.В чем заключается опыт короткого замыкания?                                                                                                                                                                  |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов         | 1.Как определить коэффициент трансформации экспериментальным путем?<br><br>2.Как определить ток холостого хода по показаниям трех амперметров для стержневого трансформатора с несимметричной магнитной системой?<br><br>3.Как привести активную составляющую и полное сопротивление короткого замыкания к средней эксплуатационной температуре $+75^{\circ}\text{C}$ ? |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-2. Параллельная работа трехфазных трансформаторов

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 13

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Опыты включения на параллельную работу двух трехфазных трансформаторов

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов | 1.Почему на понижающих подстанциях возникает необходимость в дроблении установленной трансформаторной мощности?<br>2.Какие условия должны быть соблюдены при включении трансформаторов на параллельную работу?<br>3.Какие схемы и группы являются стандартными? |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов         | 1.Как опытным путем проверить схему и группу Y/Y-0?<br>2.Как опытным путем проверить схему и группу Y/□-11?<br>3.Как проверить выполнение условия включения на параллельную работу для исследуемых в лаборатории трансформаторов?                               |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-3. Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 13

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Исследование влияния токов нулевой последовательности на работу трансформатора.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов | 1. К чему приводит несимметричная нагрузка трансформаторов?<br>2. В каких случаях при несимметричной нагрузке появляется ток нулевой последовательности?<br>3. В каких случаях ток нулевой последовательности, протекающий по вторичной обмотке, является намагничивающим током, создающим магнитный поток нулевой последовательности?              |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов         | 1. Какой метод применяется для исследования несимметричной нагрузки?<br>2. Как определить токи в первичной цепи трансформатора при разных схемах соединения обмоток, если известны токи нагрузки?<br>3. По какой схеме следует соединить первичную обмотку группового трансформатора, если вторичная обмотка соединена в звезду с нулевым проводом? |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-4. Исследование автотрансформатора

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 13**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Изучение характеристик и особенностей работы автотрансформаторов

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов | 1.Какие преимущества имеет автотрансформатор по сравнению двухобмоточным трансформатором?<br>2.Какие недостатки имеет автотрансформатор по сравнению с двухобмоточным трансформатором?<br>3.Чем отличается по устройству и конструкции автотрансформатор от двухобмоточного трансформатора?                                                |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов         | 1.Запишите уравнения токов для понижающего автотрансформатора пренебрегая током холостого хода. Постройте по ним векторную диаграмму.<br>2.Запишите уравнения токов для повышающего автотрансформатора, пренебрегая током холостого хода. Постройте по ним векторную диаграмму.<br>3.Как определить расчетную мощность автотрансформатора? |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-5. Типовые расчеты электрических машин**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 9**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** защита индивидуального задания.

**Краткое содержание задания:**

Решение задач, построение эскиза магнитной системы трансформатора. Построение схем обмоток и расчет обмоточных коэффициентов.

### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                      | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов | 1. Фазные значения номинального напряжения, номинального тока<br>2. Фазные значения номинального тока на сторонах ВН и НН<br>3. Коэффициент трансформации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Знать: способы построения обмоток машин переменного тока               | 1. Однослойная и двухслойная обмотка<br>2. Петлевая и волновая обмотка<br>3. Обмоточный коэффициент                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Уметь: рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока     | 1. Определить амплитуду первой гармоники МДС обмотки<br>2. Для режима холостого хода определить индукцию магнитного поля в воздушном зазоре<br>3. Определить частоты ЭДС, наведенной в обмотке ротора первой, 5-й, 7-й гармониками магнитного поля статора при скольжении $s = 1$ и $s = 0$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов         | 1. Определить массы стали стержней и ярм, потери холостого хода $P_x$ , среднее (среднее арифметическое для трех фаз) значение тока холостого хода $i_0$ и его активной $i_{0a}$ и реактивной $i_{0p}$ составляющих, а также $\cos\phi_0$ — все величины для номинального значения напряжения $U_{ном}$ при $f = 50$ Гц<br>2. Определить приведенные к первичной обмотке параметры схемы замещения $r_0$ , $x_0$ и $z_0$ в Омах при $U = U_{ном}$<br>3. Рассчитать и построить характеристики холостого хода: $P_x = f(U)$ ; $I_0 = f(U)$ и $\cos\phi_0 = f(U)$ , а также графики $I_{0a} = f(U)$ и $I_{0p} = f(U)$ для диапазона значений $U$ от 50 до 110% от $U_{ном}$<br>4. Определить потери холостого хода трансформатора при включении в сеть с частотой 40 и 60 Гц |

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

### **КМ-6. Работа синхронного генератора на автономную нагрузку**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 13**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Исследование характеристик автономного синхронного генератора

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин | 1. В чем конструктивное различие турбо- и гидрогенераторов?<br>2. Как осуществляется возбуждение синхронных машин?<br>3. Как обеспечивается синусоидальность формы кривой ЭДС синхронного генератора (явнополюсного, неявнополюсного)?                                                                    |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин         | 1. Определить частоту ЭДС (тока) синхронного генератора, если известна частота вращения ротора и число полюсов машины<br>2. Как снимается характеристика холостого хода синхронного генератора?<br>3. Определить по характеристикам величину изменения напряжения на зажимах якоря синхронного генератора |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### КМ-7. Работа синхронного генератора параллельно с сетью

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 13

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Синхронизация генератора с сетью и снятие характеристик при параллельной работе

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин | 1. Назовите методы синхронизации генератора с сетью<br>2. Каким образом проверяются условия синхронизации?<br>3. Как регулируется активная мощность генератора, работающего параллельно с сетью?<br>4. Покажите на $U$ -образных характеристиках зону неустойчивой работы.<br>5. Объясните ход $U$ -образных характеристик синхронного генератора.<br>6. Укажите возможные причины, по которым синхронный генератор может выпасть из синхронизма.                                                                                                                                                    |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин         | 1. Процедура точной синхронизации<br>2. Метод построения зависимости коэффициента мощности от тока возбуждения по $V$ -образной характеристике<br>3. Постройте векторную диаграмму синхронного генератора при работе в точке минимума $V$ -образной характеристики<br>4. Как построить график зависимости коэффициента мощности генератора от тока возбуждения по известной $U$ -образной характеристике?<br>5. Как регулируется реактивная мощность генератора, работающего параллельно с сетью?<br>6. Как предотвратить выпадение генератора из синхронизма при регулировании реактивной мощности? |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-8. Исследование синхронного компенсатора**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 13

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

### **Краткое содержание задания:**

Исследование режимов работы синхронного компенсатора на базе синхронной машины, включенной параллельно сети большой мощности

### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин | 1.Что такое реактивная мощность?<br>2.В чем особенность режимов перевозбуждения и недовозбуждения синхронных компенсаторов?<br>3.Объясните назначение и принцип работы синхронного компенсатора.                                                                         |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин         | 1.Как регулируется реактивная мощность в синхронной машине?<br>2.Как снимается U-образная характеристика синхронного компенсатора?<br>3.Каким образом в работе регулируется активная мощность синхронного генератора при снятии характеристики синхронного компенсатора? |

### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## 5 семестр

### КМ-9. Подбор компонентов электромеханических систем

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проектирование электромеханических систем с использованием программного комплекса DriveConstructor.

#### Краткое содержание задания:

Провести проектирование электромеханической системы согласно заданным критериям оптимизации, выбрав компоненты из базы данных с помощью программного комплекса DriveConstructor

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: современные цифровые средства инжиниринга для создания электромеханических систем        | 1.Какие паспортные данные и параметры необходимы базе данных компонентов электромеханической системы?<br>2.Какие критерии используются при подборе компонентов электромеханической системы по мощности?<br>3.Какие методы оптимизации используются в программе DriveConstructor?  |
| Уметь: создавать электромеханические системы с помощью современных цифровых средств инжиниринга | 1.Получить значения коэффициента полезного действия системы при частичных нагрузках.<br>2.Рассчитать расходы на эксплуатацию системы в течение 10 лет при заданной стоимости электроэнергии.<br>3.Провести оптимизацию по двум заданным критериям: общая стоимость и вес системы. |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: «не зачтено»

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### КМ-10. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Исследование характеристик асинхронного двигателя

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин | 1.Конструкция трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором<br>2.Конструкция трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором<br>3.Какая мощность называется электромагнитной? |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин         | 1.Каким образом можно запустить асинхронный двигатель с фазным ротором?<br>2.Как определяется КПД двигателя косвенным методом?<br>3.Как определяется скольжение асинхронного двигателя            |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-11. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

**Краткое содержание задания:**

Исследование работы АД с фазным ротором

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                        | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин | 1. Как изменяются потери в стали и электрические потери в зависимости от приложенного напряжения?<br>2. Какое влияние на пуск двигателя оказывает включение добавочного сопротивления в цепь ротора с оборванной одной фазой ротора?<br>3. Будет ли пускаться двигатель с оборванной фазой ротора? |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин         | 1. Как перевести ротор асинхронного двигателя в режим вращения синхронно с полем?<br>2. Как осуществить пуск в ход асинхронного двигателя при однофазном включении?<br>3. Какую нагрузку выбрать при пониженном напряжении в сети питания асинхронного двигателя?                                  |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-12. Генераторы постоянного тока

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

#### Краткое содержание задания:

Исследование характеристик генераторов постоянного тока

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                             | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока | 1. Опишите конструкцию генератора постоянного тока<br>2. Объясните назначение и устройство главных и добавочных полюсов в генераторе постоянного тока |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                     | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       | 3. Назовите условия самовозбуждения генератора постоянного тока                                                                                                                                                            |
| Уметь: рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока | 1. Как снимается характеристика холостого хода генератора постоянного тока?<br>2. Как определить коэффициент насыщения генератора?<br>3. Как снимаются внешние характеристики генераторов с разными способами возбуждения? |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-13. Двигатели постоянного тока

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 20**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы.

#### Краткое содержание задания:

Исследование характеристик двигателей постоянного тока

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                             | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока | 1. Опишите устройство двигателя постоянного тока последовательного возбуждения<br>2. Объясните принцип действия двигателя постоянного тока параллельного возбуждения<br>3. Что такое жесткость механической характеристики двигателя? |
| Уметь: рассчитывать параметры и                                               | 1. Как производится пуск двигателя                                                                                                                                                                                                    |

|                                                   |                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                   |
| характеристики машин постоянного тока             | <p>постоянного тока?</p> <p>2.Как рассчитать номинальный момент двигателя по его паспортным данным?</p> <p>3.Как в опыте определить номинальный ток возбуждения двигателя?</p> |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### **Для курсового проекта/работы**

#### **5 семестр**

##### ***I. Описание КП/КР***

Проектирование силового трансформатора или синхронного генератора. В процессе проектирования студент определяет размеры активных и конструктивных частей машины и производит ее электромагнитный, тепловой, механический расчеты, в результате которых достигается соответствие характеристик машины техническому заданию.

##### ***II. Примеры задания и темы работы***

##### **Пример задания**

1. Спроектировать трехфазный силовой масляный трансформатор мощностью 160 кВА, ном.напряжением 3,3 кВ / 680 В, схема соединения Д/У-11
2. Спроектировать синхронный гидрогенератор мощностью 9 МВт с коэффициентом мощности 0,85, выходным напряжением 10,5 кВ, имеющий частоту вращения 68 об/мин, угловую частоту вращения 150 об/мин.

##### **Тематика КП/КР:**

Особенности проектирования электрических машин

Выбор главных размеров

Расчет магнитной цепи

Расчет параметров и характеристик

Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки

### **КМ-1. Получение задания на КП (расчет основных размеров тр-ра)**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-2. Сдача раздела КП «Проектирование статора вращающейся электрической машины (обмоток ВН и НН силового трансформатора)»**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

### **КМ-3. Сдача раздела КП «Проектирование ротора вращающейся электрической машины (расчет параметров короткого замыкания)»**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

#### **КМ-4. Сдача раздела КП «Расчет характеристик спроектированной электрической машины» (проектирование магнитной системы трансформатора)**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

#### **КМ-5. Сдача раздела КП «Научно-исследовательская часть курсового проекта»**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **КМ-6. Сдача графической части КП**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

## **КМ-7. Получение допуска к защите КП КМ-7**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 4 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Конструкция однофазных и трехфазных трансформаторов (магнитопровод, обмотки, конструктивные части, схемы соединения)
2. Синхронные генераторы: характеристики холостого хода и короткого замыкания.
3. Задача

### Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ОПК-5</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик

### Вопросы, задания

1. Конструкция однофазных и трехфазных трансформаторов (магнитопровод, обмотки, конструктивные части, схемы соединения)
2. Работа трансформатора при нагрузке. Принцип действия. Поток и уравнения равновесия магнитодвижущих сил.
3. Уравнения трансформатора. Параметры обмоток.
4. Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформатора.
5. Внешние характеристики трансформатора.
6. Синхронные генераторы: характеристики холостого хода и короткого замыкания.
7. Нагрузка синхронного генератора. Реакция якоря при активной и индуктивной нагрузке.
8. Внешние и регулировочные характеристики синхронного генератора.
9. Мощность и момент синхронного генератора. Угол нагрузки.
10.  $U$ -образные характеристики синхронного генератора. Регулировочная характеристика.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое коэффициент трансформации трансформатора

Ответы:

1. отношение чисел витков первичной и вторичной обмоток 2. отношение активной мощности к полной мощности 3. число обмоток трансформатора

Верный ответ: 1

2. Что называется “стержнем” трансформатора

Ответы:

1. часть магнитопровода, на которой расположены обмотки 2. соединительная часть магнитопровода 3. угловая часть магнитопровода 4. изолятор обмотки высшего напряжения

Верный ответ: 1

3. Почему магнитные сердечники трансформаторов и электрических машин выполняются шихтованными из тонких листов стали?

Ответы:

1. для повышения точности изготовления сердечника 2. для уменьшения потерь, наводимых в сердечниках

Верный ответ: 2

4. Какая часть магнитного поля трансформатора образует поток взаимоиндукции

Ответы:

1. поток, сцепленный с витками как первичной, так и вторичной обмотки 2. поток, сцепленный с витками только первичной обмотки 3. поток, сцепленный с витками только вторичной обмотки

Верный ответ: 1

5. Укажите типичное значение напряжения короткого замыкания силового трансформатора

Ответы:

1. 0,5% 2. 5% 3. 50% 4. 500%

Верный ответ: 2

6. Какова частота вращения магнитного поля, созданного 3-фазной 2-полюсной обмоткой статора при питании ее напряжением с частотой 50 Гц?

Ответы:

1. 3000 об/мин 2. 3600 об/мин 3. 2700 об/мин 4. 1000 об/мин

Верный ответ: 1

7. Из каких материалов изготавливают обмотки электрических машин и трансформаторов?

Ответы:

1. золото и серебро 2. медь и алюминий 3. сталь и чугун

Верный ответ: 2

8. В чем основная причина нелинейности характеристики холостого хода синхронного генератора

Ответы:

1. явление насыщения стали магнитопровода 2. погрешности измерительных приборов 3. неточность методики снятия характеристик генератора

Верный ответ: 1

9. Какова частота ЭДС, наводимой в 3-фазной обмотке гидрогенератора с числом пар полюсов  $p = 60$  при вращении ротора с частотой 50 об/мин

Ответы:

1. 50 Гц 2. 60 Гц 3. 70 Гц 4. 40 Гц

Верный ответ: 1

10. Какова область применения турбогенераторов

Ответы:

1. быстроходные генераторы на тепловых электростанциях 2. тихоходные генераторы на гидроэлектростанциях

Верный ответ: 1

11. Что называется реакцией якоря синхронного генератора?

Ответы:

1. реакция окисления обмотки якоря в процессе работы генератора 2. Общее негативное отношение якоря к происходящему вокруг 3. явление влияния магнитного поля якоря на поле возбуждения

Верный ответ: 3

12. Какими потоками определяется величина синхронного индуктивного сопротивления обмотки якоря по продольной оси?

Ответы:

1. потоком рассеяния якоря 2. потоком рассеяния индуктора 3. потоком реакции якоря по продольной оси и потоком рассеяния якоря

Верный ответ: 3

13. Какой вид короткого замыкания синхронного генератора наиболее опасен (характеризуется наибольшим током короткого замыкания)?

Ответы:

1. однофазное 2. двухфазное 3. трехфазное

Верный ответ: 1

14. Что называется внешней характеристикой синхронного генератора?

Ответы:

1. зависимость напряжения генератора от тока возбуждения при постоянном токе нагрузки 2. зависимость напряжения генератора от тока нагрузки при постоянном токе возбуждения 3. зависимость тока нагрузки от тока возбуждения при постоянном напряжении генератора

Верный ответ: 2

15. Каким образом можно регулировать отдаваемую реактивную мощность синхронного генератора, работающего на сеть большой мощности?

Ответы:

1. изменяя ток возбуждения 2. изменяя частоту вращения 3. изменяя вращающий момент

Верный ответ: 1

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

### **5 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

**Пример билета**

1. Принцип действия асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.
2. Характеристики генераторов постоянного тока: внешняя и регулировочная.
3. Задача

## Процедура проведения

Экзамен проводится устно по билетам

### ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ОПК-5</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик

### **Вопросы, задания**

1. Принцип действия асинхронного двигателя. Режимы работы асинхронной машины.
2. Уравнения асинхронной машины. Схема замещения.
3. Потери мощности и энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
4. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Разгон двигателя и условия устойчивой работы.
5. Способы пуска в ход трехфазных асинхронных двигателей.
6. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
7. Принцип работы машины постоянного тока в генераторном и двигательном режимах.
8. Генераторы постоянного тока: схемы включения, основные уравнения.
9. Характеристики генераторов постоянного тока: внешняя и регулировочная.
10. Механическая характеристика двигателей постоянного тока независимого возбуждения.
11. Пуск и реверсирование двигателей постоянного тока.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. С какой целью обмотки машин переменного тока распределяют по пазам?

Ответы:

1. для приближения формы МДС к синусоидальной 2. для экономии меди 3. для увеличения амплитуды ЭДС первой гармоники

Верный ответ: 1

2. Каково назначение компенсационной обмотки в машине постоянного тока?

Ответы:

1. для сглаживания формы тока 2. для компенсации влияния поперечной реакции якоря 3. для уменьшения электромагнитного момента

Верный ответ: 2

3. Какие потери мощности в электрической машине считаются переменными (зависят от нагрузки)?

Ответы:

1. магнитные потери 2. электрические потери

Верный ответ: 2

4. Чем обусловлено остаточное напряжение при снятии характеристики холостого хода генератора постоянного тока при уменьшении тока возбуждения?

Ответы:

1. наличием неснижаемого порога тока возбуждения 2. наличием остаточной намагниченности сердечника 3. наличием критического сопротивления обмотки возбуждения

Верный ответ: 2

5. Что показывает внешняя характеристика генератора постоянного тока?

Ответы:

1. изменение напряжения генератора при изменении тока нагрузки при неизменных токе возбуждения и частоте вращения 2. изменение цены генератора на рынке при изменении объема производства 3. изменение высоты оси вращения вала при изменении мощности генератора

Верный ответ: 1

6. Что произойдет с асинхронным двигателем, если момент нагрузки превысит максимальный момент его механической характеристики?

Ответы:

1. взорвется 2. загорится 3. выйдет из строя из-за поломки подшипников 4. остановится (перейдет в режим короткого замыкания)

Верный ответ: 4

7. В чем заключается режим короткого замыкания асинхронного двигателя с фазным ротором

Ответы:

1. закорочены фазы статора 2. закорочены фазы ротора 3. зафиксирован ротор, на статор подается напряжение 4. зафиксирован статор, но напряжение на него не подается

Верный ответ: 3

8. Как изменится работа трехфазного асинхронного двигателя, если поменять местами зажимы любых двух фаз?

Ответы:

1. изменится направление вращения 2. токи фаз станут отрицательными 3. ничего не изменится

Верный ответ: 1

9. Чем определяется величина ЭДС генератора постоянного тока

Ответы:

1. частотой вращения якоря и величиной потока возбуждения 2. величиной тока якоря 3. величиной электромагнитного момента

Верный ответ: 1

10. Возможно ли перевести асинхронный двигатель в генераторный режим работы

Ответы:

1. конечно, возможно 2. нет, ни при каких условиях

Верный ответ: 1

11. Какой режим работы асинхронной машины называется тормозным?

Ответы:

1. когда ротор не успевает за магнитным полем статора 2. когда ротор вращается против направления вращения поля статора 3. когда ротор вращается быстрее поля статора

Верный ответ: 2

12. Чем определяется величина момента двигателя постоянного тока?

Ответы:

1. частотой вращения якоря и величиной потока возбуждения 2. величиной тока якоря и величиной потока возбуждения 3. величиной ЭДС обмотки якоря

Верный ответ: 2

13. Для чего используется пусковой реостат в двигателях постоянного тока?

Ответы:

1. для замедления разгона двигателя 2. для ограничения пускового тока 3. для снижения КПД двигателя

Верный ответ: 2

14. Как изменить направление вращения двигателя постоянного тока?

Ответы:

1. изменить полярность обмотки якоря и обмотки возбуждения одновременно 2. изменить полярность обмотки якоря либо обмотки возбуждения

Верный ответ: 2

15. Чему равна частота вращения поля статора двухполюсного асинхронного двигателя, подключенного к сети с частотой 50 Гц?

Ответы:

1. 3000 об/мин 2. 3600 об/мин 3. 2700 об/мин 4. 1000 об/мин

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>РПК-1</sub> Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей

### Вопросы, задания

1. Перечислите известные методы оптимизации в порядке возрастания сложности.

2. Укажите известные средства визуализации данных для сравнения разных вариантов системы.

3. Какие источники данных используются для построения электромеханических систем из стандартных компонентов?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие компоненты входят в состав электромеханической системы и учитываются при сравнении разных вариантов?

Ответы:

1. нагрузка
2. муфта
3. электромеханический преобразователь
4. преобразователь частоты
5. соединительный кабель
6. трансформатор
7. питающая сеть
8. фундамент
9. корпус

Верный ответ: 3, 4, 5, 6

2. Какие величины используются при расчете стоимости эксплуатации электродвигателя/генератора?

Ответы:

1. цена электродвигателя/генератора
  2. срок эксплуатации
  3. стоимость электроэнергии
  4. среднее время простоя в течение года
1. вероятность отказа

Верный ответ: 2, 3, 4

3. Чем определяется энергоэффективность электрической машины?

Ответы:

1. соотношение капитальных затрат и эксплуатационных расходов
1. коэффициент полезного действия
  2. КПД при частичной нагрузке 70%
  3. КПД при частичной нагрузке 50%

1. коэффициент мощности

Верный ответ: 2

**II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

**III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

**Для курсового проекта/работы:**

**5 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в очном формате перед комиссией из двух преподавателей, включая консультанта по курсовому проекту.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.