

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электрические аппараты управления и распределения энергии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Мехатронные модули**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Крюков К.В.                  |
|  | Идентификатор                                      | Rb30e87a2-KriukovKV-9a471f61 |

К.В. Крюков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Кузнецова Е.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9 |

Е.А.  
Кузнецова

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                              |
|--|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец                                           | Киселев М.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | R572ca413-KiselevMG-f37ee096 |

М.Г. Киселев

## 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. ПК-1 Способен участвовать в планировании, организации и выполнении исследований и анализировать полученные результаты

ИД-1 Формулирует задачу исследования на основе критического анализа научно-технической информации в области электрических аппаратов

2. ПК-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности

ИД-4 Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Электронные преобразователи для регулирования асинхронных двигателей (Контрольная работа)
2. Электронные устройства в синхронных машинах (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании (Коллоквиум)
2. Электронные устройства для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

### 1 семестр

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

- КМ-1 Электронные устройства для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока (Коллоквиум)
- КМ-2 Электронные преобразователи для регулирования асинхронных двигателей (Контрольная работа)
- КМ-3 Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании (Коллоквиум)
- КМ-4 Электронные устройства в синхронных машинах (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |     |     |     |
|-------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|
|                   | Индекс                          | КМ- | КМ- | КМ- |

|                                                                                                    |          |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----|----|----|
|                                                                                                    | КМ:      | 1  | 2  | 3  | 4  |
|                                                                                                    | Срок КМ: | 4  | 8  | 12 | 16 |
| Электронные устройства для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока             |          |    |    |    |    |
| Регулирование скорости двигателей постоянного тока                                                 |          | +  |    |    |    |
| Электронные преобразователи для регулирования асинхронных двигателей                               |          |    |    |    |    |
| Регулирование асинхронных двигателей                                                               |          |    | +  |    |    |
| Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании                                    |          |    |    |    |    |
| Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании                                    |          |    |    | +  |    |
| Электронные устройства в синхронных машинах                                                        |          |    |    |    |    |
| Электронные устройства в синхронных машинах и бесконтактные электрические машины постоянного тока. |          |    |    |    | +  |
| Вс КМ:                                                                                             |          | 25 | 25 | 25 | 25 |

## 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                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Формулирует задачу исследования на основе критического анализа научно-технической информации в области электрических аппаратов                     | Знать:<br>Способы регулирования двигателей постоянного тока с полупроводниковыми преобразователями<br>Уметь:<br>Применять методы математического анализа и моделирования для исследования электромеханических систем с полупроводниковыми преобразователями и асинхронными двигателями | КМ-1 Электронные устройства для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока (Коллоквиум)<br>КМ-2 Электронные преобразователи для регулирования асинхронных двигателей (Контрольная работа) |
| ПК-2               | ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов | Знать:<br>Особенности работы двигателей переменного тока при несинусоидальном питании<br>Уметь:<br>Применять методы                                                                                                                                                                    | КМ-3 Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании (Коллоквиум)<br>КМ-4 Электронные устройства в синхронных машинах (Контрольная работа)                                                 |

|  |                                        |                                                                                                                                                                             |  |
|--|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | электрических<br>электронных аппаратов | и<br>математического анализа и<br>моделирования для<br>исследования<br>электромеханических<br>систем с<br>полупроводниковыми<br>преобразователями и<br>синхронными машинами |  |
|--|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

### **КМ-1. Электронные устройства для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в форме собеседования со студентами.

#### **Краткое содержание задания:**

Дайте развернутые ответы на вопросы коллоквиума

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                               | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Способы регулирования двигателей постоянного тока с полупроводниковыми преобразователями | <ol style="list-style-type: none"><li>1.Напишите уравнения электромеханической и механической характеристик ДПТ НВ при его питании от тиристорного преобразователя</li><li>2.Нарисуйте структурную схему ДПТ НВ при питании от однофазного преобразователя. Чем отличаются полу- и полностью управляемые преобразователи?</li><li>3.Объясните принцип работы ДПТ НВ с импульсными регуляторами напряжения. Как можно менять скважность импульсов преобразователя?</li><li>4.Нарисуйте характеристики работы ДПТ НВ с импульсным регулятором. Что такое зона прерывистых токов? Чем она определена?</li><li>5.Нарисуйте схему ДПТ НВ с последовательно соединенным импульсным преобразователем. Постройте область регулирования и поясните принцип работы схемы.</li><li>6.Нарисуйте схему ДПТ НВ с параллельно соединенным импульсным преобразователем. Постройте область регулирования и поясните принцип работы схемы.</li><li>7.Нарисуйте схему ДПТ НВ с нереверсивным двухквadrантным импульсным преобразователем. Постройте область регулирования и поясните принцип работы схемы.</li><li>8.Нарисуйте схему ДПТ НВ с реверсивным импульсным преобразователем. Постройте область регулирования и поясните принцип работы схемы.</li><li>9.Нарисуйте структурную схему ДПТ НВ при питании от трехфазного полностью управляемого преобразователя. Поясните принцип работы схемы.</li></ol> |

**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. Электронные преобразователи для регулирования асинхронных двигателей**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание выполняется в компьютерном классе в виде индивидуальных заданий для студентов.

**Краткое содержание задания:**

Составьте модель в программном комплексе Matlab Simulink и продемонстрируйте ее работу.

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                             | Вопросы/задания для проверки                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Применять методы математического анализа и моделирования для исследования электромеханических систем с полупроводниковыми преобразователями и асинхронными двигателями | <p>1. Напряжение задания для закона регулирования</p> $\alpha = \frac{U_m}{f^2}$ <p>Записывается как</p> |



| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p style="text-align: center;"><math>u(t) = \alpha \cdot f \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f)</math></p> <p>Используя блоки <i>Simulink</i> составьте модель для реализации выражения напряжения.</p> <p><b>Примечание:</b><br/>         При реализации выражения, для задания функции использовать блок <i>Fcn</i>. Для задания переменной, отображающей значение времени моделирования, использовать блок <i>Ramp</i>.</p> <p>2. Напряжение задания для закона регулирования</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> <math display="block">\alpha = \frac{U_m}{f}</math> </div> <p>Записывается как</p> <p style="text-align: center;"><math>u(t) = \alpha \cdot f \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f)</math></p> <p>Используя блоки <i>Simulink</i> составьте модель для реализации выражения напряжения.</p> <p><b>Примечание:</b><br/>         При реализации выражения, для задания функции использовать блок <i>Fcn</i>. Для задания переменной, отображающей значение времени моделирования, использовать блок <i>Ramp</i>.</p> <p>3. Напряжение задания для закона регулирования</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <div data-bbox="762 271 1353 703" data-label="Equation-Block"> <math display="block">\alpha = \frac{U_m}{\sqrt{f}}</math> </div> <p data-bbox="711 750 952 779">Записывается как</p> <div data-bbox="738 801 1345 875" data-label="Equation-Block"> <math display="block">u(t) = \alpha \cdot f \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f)</math> </div> <p data-bbox="711 891 1367 958">Используя блоки <i>Simulink</i> составьте модель для реализации выражения напряжения.</p> <p data-bbox="711 965 900 994"><b>Примечание:</b></p> <p data-bbox="711 1001 1401 1142">При реализации выражения, для задания функции использовать блок <i>Fcn</i>. Для задания переменной, отображающей значение времени моделирования, использовать блок <i>Ramp</i>.</p> <p data-bbox="711 1149 1476 1326">4. Для системы асинхронный двигатель преобразователь частоты со звеном постоянного тока. Сделать систему управления инвертором напряжения, реализующую управление скоростью электродвигателя по закону:</p> <div data-bbox="715 1339 1347 1435" data-label="Equation-Block"> <math display="block">\alpha = \frac{U_m}{f}, \text{ момент нагрузки } M = const</math> </div> <p data-bbox="711 1458 1476 1635">5. Для системы асинхронный двигатель преобразователь частоты со звеном постоянного тока. Сделать систему управления инвертором напряжения, реализующую управление скоростью электродвигателя по закону:</p> <div data-bbox="708 1648 1347 1744" data-label="Equation-Block"> <math display="block">\alpha = \frac{U_m}{f^2}, \text{ мощность нагрузки } P = M \cdot \omega</math> </div> <p data-bbox="711 1760 1476 1937">6. Для системы асинхронный двигатель преобразователь частоты со звеном постоянного тока. Сделать систему управления инвертором напряжения, реализующую управление скоростью электродвигателя по закону:</p> <div data-bbox="711 1944 1347 2040" data-label="Equation-Block"> <math display="block">\alpha = \frac{U_m}{\sqrt{f}}, \text{ момент нагрузки } M = k \cdot \sqrt{\omega}</math> </div> |

**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. Работа двигателей переменного тока при несинусоидальном питании**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в форме собеседования со студентами.

**Краткое содержание задания:**

Дайте развернутые ответы на вопросы коллоквиума

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                  | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Особенности работы двигателей переменного тока при несинусоидальном питании | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Объясните, какую форму имеют линейные и фазные напряжения на обмотках двигателя переменного тока при питании от автономного инвертора.</li> <li>2.Что является причиной появления временных гармоник МДС?</li> <li>3.Что такое пространственные гармоники? От чего они зависят?</li> <li>4.Как проводится анализ работы двигателя при наличии временных гармоник?</li> <li>5.Какой вид имеет схема замещения двигателя при наличии высших гармоник?</li> <li>6.Как определяется действующее значение полного тока двигателя при наличии высших гармоник?</li> <li>7.Какие потери в двигателе от высших гармоник необходимо учитывать?</li> <li>8.Какими бывают гармонические составляющие момента?</li> <li>9.Какую конструкцию ротора асинхронного</li> </ol> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | двигателя можно рекомендовать для частотного регулирования?<br>10. Назовите особенности конструкции синхронных двигателей при питании от преобразователей частоты. |

#### 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. Электронные устройства в синхронных машинах

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Задание выполняется в компьютерном классе в виде индивидуальных заданий для студентов.

#### Краткое содержание задания:

Составьте модель в программном комплексе Matlab Simulink и продемонстрируйте ее работу.

#### Контрольные вопросы/задания:

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                         | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Применять методы математического анализа и моделирования для исследования электромеханических систем с полупроводниковыми преобразователями и синхронными машинами | 1. Разработать систему управления синхронным двигателем мощностью 16 кВА. Система управления должна обеспечивать:<br>- запуск двигателя в асинхронном режиме<br>- стабилизацию скорости вращения двигателя<br>Для двигателя с замкнутой системой управления получить диаграммы скорости вращения ротора (в об/мин), момента на нагрузке и мощности нагрузки при скачкообразном изменении мощности нагрузки (в % от номинальной мощности машины) в |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>следующей последовательности (0сек., 0%); (3сек., 50%); (6сек., 75%); (8сек., 30%); (11сек., 100%); (15сек., 50%); (20сек., 50%)</p> <p>Примечание: При правильной работе системы управления скорости вращения двигателя должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.</p> <p>2.Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 910 кВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью 8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 75 А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 5 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.</p> <p>Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).</p> <p>Примечание: При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.</p> <p>3.Разработать систему управления синхронным двигателем мощностью 60 кВА. Система управления должна обеспечивать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- запуск двигателя в асинхронном режиме</li> <li>- стабилизацию момента на валу двигателя</li> </ul> <p>Для двигателя с замкнутой системой управления получить диаграммы скорости вращения ротора (в об/мин), момента на нагрузке и мощности нагрузки при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 0%); (3сек., 50%); (6сек., 75%); (8сек., 30%); (11сек., 100%); (15сек., 50%); (20сек., 50%)</p> <p>Примечание: При правильной работе системы управления момент на валу двигателя должен оставаться постоянным после завершения переходных процессов.</p> <p>4.Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 1.32 МВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 150А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 10 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.</p> <p>Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).</p> <p><b>Примечание:</b> При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.</p> <p>5.Разработать систему управления синхронным двигателем мощностью 42.5 кВА. Система управления должна обеспечивать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- запуск двигателя в асинхронном режиме</li> <li>- стабилизацию скорости вращения двигателя</li> </ul> <p>Для двигателя с замкнутой системой управления получить диаграммы скорости вращения ротора (в об/мин), момента на нагрузке и мощности нагрузки при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 0%); (3сек., 50%); (6сек., 75%); (8сек., 30%); (11сек., 100%); (15сек., 50%); (20сек., 50%)</p> <p><b>Примечание:</b> При правильной работе системы управления скорость вращения двигателя должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.</p> <p>6.Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 250 кВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью 8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 50 А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 20 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.</p> <p>Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей</p> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).</p> <p><b>Примечание:</b> При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.</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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Демонстрационный билет

1. Трехфазный управляемый преобразователь с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.
2. Импульсное регулирование двигателей постоянного тока.
3. Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 250 кВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью 8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 50 А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 20 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.

Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).

**Примечание:** При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.

### Процедура проведения

Проводится в компьютерном классе по билетам

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Формулирует задачу исследования на основе критического анализа научно-технической информации в области электрических аппаратов

### Вопросы, задания

- 1.Выпрямители и инверторы. Схема однофазного преобразователя с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.
- 2.Трехфазный управляемый преобразователь с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.
- 3.Импульсное регулирование двигателей постоянного тока.
- 4.Системы управления асинхронными двигателями. Системы с непосредственной связью.
- 5.Системы управления асинхронными двигателями. Системы с звеном постоянного тока.
- 6.Векторное управление асинхронными двигателями. Частотное регулирование асинхронных двигателей.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Основными недостатками тиристорных преобразователей при глубоком регулировании выпрямленного напряжения является

Ответы:

1. низкий момент на выходе двигателя;
2. низкий коэффициент мощности;



3. низкая скорость вращения двигателя;
4. высокое напряжение, прикладываемое к двигателю.

Верный ответ: 2. низкий коэффициент мощности;

2. Режим прерывистого тока двигателя появляется при

Ответы:

1. низких скоростях вращения двигателя;
2. высоких скоростях вращения двигателя и низких нагрузках;
3. высоких скоростях вращения двигателя и высоких нагрузках;
4. высоких нагрузках.

Верный ответ: 2. высоких скоростях вращения двигателя и низких нагрузках;

3. Для уменьшения зоны работы преобразователя в режиме прерывистого тока в цепь выпрямительного тока включают

Ответы:

1. тормозной резистор;
2. резонансный LC-контур;
3. сглаживающий конденсатор;
4. сглаживающий дроссель.

Верный ответ: 4. сглаживающий дроссель.

4. Дополните предложение. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей изменением напряжения при постоянной частоте вращения ...

Ответы:

1. является самым экономичным способом регулирования;
2. является неэкономичным так как снижаются потери в роторе при постоянном моменте нагрузки;
3. является неэкономичным так как растут потери в роторе при постоянном моменте нагрузки;
4. является недопустимым.

Верный ответ: 3. является неэкономичным так как растут потери в роторе при постоянном моменте нагрузки;

5. Что включается в цепь ротора асинхронных двигателей с фазным ротором для систем с регулируемым напряжением?

Ответы:

1. Дроссель;
2. Конденсатор;
3. Резистор;
4. Резонансный LC-контур.

Верный ответ: 3. Резистор;

6. Векторное управление асинхронным двигателем это

Ответы:

1. одновременное управление амплитудой и фазой тока двигателя;
2. управление амплитудой тока двигателя;
3. управление фазой тока двигателя;
4. одновременное управление амплитудой и частотой тока двигателя.

Верный ответ: 1. одновременное управление амплитудой и фазой тока двигателя;

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов

### Вопросы, задания

1. Преобразователи частоты для регулирования скорости вращения синхронных машин (системы управления синхронными машинами).

2. Бесконтактные системы возбуждения синхронных машин. Системы возбуждения синхронных генераторов.
3. Бесконтактные машины постоянного тока. Системы управления вентильными двигателями постоянного тока.
4. Шаговые двигатели. Способы управления шаговыми двигателями.
5. Вентильно-индукторные двигатели. Системы управления вентильно-индукторными двигателями.
6. Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 910 кВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью 8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 75 А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 5 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.  
Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).  
**Примечание:** При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.
7. Разработать систему управления синхронным двигателем мощностью 16 кВА. Система управления должна обеспечивать:
  - запуск двигателя в асинхронном режиме
  - стабилизацию скорости вращения двигателя
 Для двигателя с замкнутой системой управления получить диаграммы скорости вращения ротора (в об/мин), момента на нагрузке и мощности нагрузки при скачкообразном изменении мощности нагрузки (в % от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 0%); (3сек., 50%); (6сек., 75%); (8сек., 30%); (11сек., 100%); (15сек., 50%); (20сек., 50%)  
**Примечание:** При правильной работе системы управления скорости вращения двигателя должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.
8. Разработать систему управления синхронным генератором мощностью 250 кВА. Возбуждение синхронного генератора осуществляется от возбудителя мощностью 8.1 кВА. Номинальный ток обмотки возбуждения генератора 50 А. Номинальный ток обмотки возбудителя равен 20 А. Система управления должна обеспечивать постоянство напряжения на нагрузке.  
Для генератора с замкнутой системой управления получить диаграммы тока и напряжения на нагрузке (в одной фазе генератора) при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 20%); (5сек., 50%); (10сек., 30%); (15сек., 75%); (20сек., 50%); (25сек., 50%).  
**Примечание:** При правильной работе системы управления амплитуда напряжения на нагрузке должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.
9. Разработать систему управления синхронным двигателем мощностью 42.5 кВА. Система управления должна обеспечивать:
  - запуск двигателя в асинхронном режиме
  - стабилизацию скорости вращения двигателя
 Для двигателя с замкнутой системой управления получить диаграммы скорости вращения ротора (в об/мин), момента на нагрузке и мощности нагрузки при скачкообразном изменении мощности нагрузки (% от номинальной мощности машины) в следующей последовательности (0сек., 0%); (3сек., 50%); (6сек., 75%); (8сек., 30%); (11сек., 100%); (15сек., 50%); (20сек., 50%)

**Примечание:** При правильной работе системы управления скорость вращения двигателя должна оставаться постоянной после завершения переходных процессов.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дополните предложение. При питании двигателя несинусоидальным напряжением, потери в обмотках статора и ротора ...

Ответы:

1. уменьшаются;
2. остаются неизменными;
3. увеличиваются;
4. сначала увеличиваются потом уменьшаются.

Верный ответ: 3. увеличиваются;

2. Дополните предложение. При питании двигателя несинусоидальным напряжением, потери в стали ...

Ответы:

1. уменьшаются;
2. остаются неизменными;
3. увеличиваются;
4. сначала увеличиваются потом уменьшаются.

Верный ответ: 3. увеличиваются;

3. При питании несинусоидальным напряжением, КПД двигателя в зоне малых нагрузок

Ответы:

1. будет большим, чем при питании синусоидальным напряжением;
2. будет меньше чем при питании синусоидальным напряжением;
3. не изменится;
4. сначала будет увеличиваться, потом снизится до номинального.

Верный ответ: 2. будет меньше чем при питании синусоидальным напряжением;

4. Шаговым двигателем называется

Ответы:

1. синхронная машина с короткозамкнутым ротором;
2. асинхронная машина с короткозамкнутым статором;
3. синхронная машина в которой магнитное поле статора поворачивается дискретно при подаче управляющего сигнала;
4. асинхронная машина в которой магнитное поле статора поворачивается дискретно при подаче управляющего сигнала.

Верный ответ: 3. синхронная машина в которой магнитное поле статора поворачивается дискретно при подаче управляющего сигнала;

5. Вентильными двигателями называются

Ответы:

1. электрические машины функционально объединенные с управляемыми полупроводниковыми коммутаторами;
2. электрические машины функционально объединенные с неуправляемыми полупроводниковыми коммутаторами;
3. электрические машины функционально объединенные с управляемыми электромеханическими коммутаторами;
4. электрические машины функционально объединенные с тормозными резисторами.

Верный ответ: 1. электрические машины функционально объединенные с управляемыми полупроводниковыми коммутаторами;

6. Недостатком асинхронных возбудителей синхронных генераторов является

Ответы:

1. наличие большого пускового момента на валу;
2. наличие малого пускового момента на валу;

3. большая мощность управления достигающая 50...80% от номинальной мощности возбудителя;
4. малая мощность управления составляющая 5...10% от номинальной мощности возбудителя.

Верный ответ: 3. большая мощность управления достигающая 50...80% от номинальной мощности возбудителя;

## ***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 за курс выставляется на основе балло промежуточной аттестации.