

**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: Электромеханика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы мониторинга состояния электрических машин и  
трансформаторов**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Коробков С.А.
	Идентификатор	R8c9cf13d-KorobkovSA-9c1e19ad

(подпись)

С.А.

Коробков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

С.В.

Ширинский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

М.Г. Киселев

(расшифровка  
подписи)

## 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-5 Способен проводить работы по обработке технической информации и результатов исследований, ее анализу и применению для проектирования объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

2. ПК-6 Способен использовать и составлять типовую сопроводительную документацию

ИД-1 Применяет навыки чтения и анализа технической документации

3. ПК-7 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике и анализировать полученные результаты

ИД-2 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электротехнического оборудования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Компоновка системы прогнозного мониторинга» ( )
2. Контрольная работа «Обработка данных систем мониторинга» (Контрольная работа)
3. Тест "Основы построения диагностических систем" ( )
4. Тест «Выбор измерительных систем в составе системы мониторинга» (Тестирование)
5. Тест «Датчики систем мониторинга и их параметры» ( )
6. Тест «Обработка сигналов полученных от систем мониторинга» ( )

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	12	15	16	16
Общие вопросы построения диагностических систем							
Общие вопросы построения диагностических систем	+						
Подсистемы систем диагностики							
Подсистемы систем диагностики		+	+				+

Системы контроля изоляции						
Системы контроля изоляции		+	+		+	+
Методы диагностики состояния трансформаторов						
Методы диагностики состояния трансформаторов			+	+	+	+
Методы мониторинга и диагностики турбогенераторов						
Методы мониторинга и диагностики турбогенераторов				+	+	+
Обработки мониторинговой информации						
Обработки мониторинговой информации				+		
Разработка состава системы мониторинга						
Разработка состава системы мониторинга						+
Вес КМ:	10	10	10	30	10	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-5	ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов	Знать: основные элементы систем прогнозного мониторинга и диагностики Уметь: компоновать системы прогнозного мониторинга и диагностики из базовых элементов	Тест "Основы построения диагностических систем" Контрольная работа «Компоновка системы прогнозного мониторинга»
ПК-6	ИД-1 <sub>ПК-6</sub> Применяет навыки чтения и анализа технической документации	Знать: основные типы датчиков для системы мониторинга, их параметры и диапазоны изменения параметров Уметь: подбирать необходимые измерительные системы по измеряемым величинам и их значениям	Тест «Датчики систем мониторинга и их параметры» Тест «Выбор измерительных систем в составе системы мониторинга» (Тестирование)
ПК-7	ИД-2 <sub>ПК-7</sub> Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электротехнического оборудования	Знать: основные методы обработки сигналов, полученных от системы мониторинга Уметь:	Тест «Обработка сигналов полученных от систем мониторинга» Контрольная работа «Обработка данных систем мониторинга» (Контрольная работа)

		обрабатывать данные полученный от систем мониторинга для различных датчиков стандартными методами	
--	--	---	--

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

### КМ-1. Тест "Основы построения диагностических систем"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:**

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

1. С какой целью применяют системы мониторинга состояния силовых трансформаторов и электрических машин?
2. Перечислить подсистемы типовой системы мониторинга электрической машины

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные элементы систем прогнозного мониторинга и диагностики	1. Объясните закономерности поведения "кривой жизни" электрических машин 2. Дайте определение системы диагностирования
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

### КМ-2. Тест «Датчики систем мониторинга и их параметры»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:**

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

1. Какое оборудование предусмотрено для контроля данных параметров
2. Какими способами и на каких физических принципах реализуется измерение частичных разрядов в изоляции электрических машин?

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные типы датчиков для системы мониторинга, их	1. Какие датчики и физические явления используются для контроля теплового состояния
---	---

параметры и диапазоны изменения параметров	2.Какие датчики и физические явления используются для вибродиагностики электрических машин
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-3. Тест «Выбор измерительных систем в составе системы мониторинга»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

1. Изложите состав подсистемы контроля состояния вводов силовых трансформаторов
- 2.Изложите состав подсистемы контроля влагосодержания в изоляции

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: подбирать необходимые измерительные системы по измеряемым величинам и их значениям	1.Сформируйте состав системы магнитных измерений электрической машины 2.Выберите измерительные системы для системы мониторинга состояния силового сухого трансформатора?
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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



#### КМ-4. Контрольная работа «Обработка данных систем мониторинга»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

- 1.Какую информацию о состоянии трансформатора позволяет получить анализ растворенных в масле газов.
- 2.По известной из результатов мониторинга кривой температуры изоляции за период эксплуатации произвести расчет остаточного ресурса электрической машины.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: обрабатывать данные полученный от систем мониторинга для различных датчиков стандартными методами	1.По представленным в графическом виде на рисунке результатам анализа растворенных газов сделать заключение о состоянии системы изоляции трансформатора. 2.По представленной виброграмме дать оценку состояния электрической машины.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

#### КМ-5. Тест «Обработка сигналов полученных от систем мониторинга»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:**

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

- 1.Какой параметр является определяющим при расчете ресурса трансформатора в системах мониторинга?
- 2.Перечислить параметры, которые контролируются подсистемой контроля изоляции?

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные методы обработки сигналов, полученных от системы мониторинга	1.Чем отличаются аналитические, эмпирические и полумпирические способы формирования математических моделей объектов и систем
--	--

	<p>диагностирования?  2. В чем отличие нейронных сетей от обычных вычислительных систем?</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

**КМ-6. Контрольная работа «Компоновка системы прогнозного мониторинга»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:**

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 30**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

1. Какие параметры контролируются в процессе эксплуатации трансформатора.
2. По заданным требованиям к системе диагностики определить требуемые подсистемы и контролируемые ими параметры.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: компоновать системы прогнозного мониторинга и диагностики из базовых элементов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить структурную схему системы мониторинга изоляции электрической машины</li> <li>2. Составить схему элементов системы мониторинга ресурса изоляции трансформатора.</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Каким образом контролируется состояние вводов силовых трансформаторов?

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-5 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

### Вопросы, задания

1. Какое определение соответствует понятию «диагностирования»?

- а) Диагностирование это определение количественных свойств объекта.
- б) Диагностирование это процесс распознавания технического состояния электрооборудования на данный момент времени.
- в) Диагностирование это измерение параметров объекта.
- г) Невозможность складирования продукции.
- д) Диагностирование это процесс распознавания статистических результатов экспериментов с оборудованием.

2. Как определить, что вибрация в генераторе возникла из-за несимметрии магнитного потока?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой результат полученный в ходе мониторинга является определяющим при оценке ресурса трансформатора ?

Ответы:

- а) график нагрузки трансформатора
- б) график температуры изоляции
- в) график температуры окружающего воздуха

Верный ответ: Б

2. Какие параметры из перечисленных ниже наиболее целесообразно контролировать в процессе эксплуатации трансформатора?

Ответы:

- а) уровень и плотность масла
- б) температура и степень увлажнения масла
- в) давление масла

Верный ответ: Б

3. Какой метод из перечисленных ниже позволяет наиболее эффективно оценить состояние подшипников вращающейся электрической машины?

Ответы:

- а) вибрационный мониторинг
- б) тепловой мониторинг
- в) мониторинг физико- химического состава изоляции

Верный ответ: А

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-6 Применяет навыки чтения и анализа технической документации

**Вопросы, задания**

- 1.С какой целью при мониторинге фиксируются частичные разряды внутри бака масляного трансформатора?
- 2.С какой целью применяют системы мониторинга состояния электрических машин?

**Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Каким образом контролируется состояние вводов силовых трансформаторов?

Ответы:

- а) путем фиксации частичных разрядов
- б) путем замеров температуры масла
- в) путем измерения давления масла

Верный ответ: А

- 2.С какой целью при мониторинге фиксируются частичные разряды внутри бака масляного трансформатора?

Ответы:

- а) для оценки состояния элементов “магнитной изоляции”
- б) для оценки состояния электрической изоляции
- в) для оценки герметичности бака

Верный ответ: Б

- 3.Какую информацию о состоянии трансформатора позволяет получить анализ растворенных в масле газов?

Ответы:

- а) о состоянии изоляции трансформатора
- б) о характере нагрузки трансформатора
- в) о нарушении геометрии обмоток

Верный ответ: А

- 4.С какой целью применяют системы мониторинга состояния электрических машин?

Ответы:

- а) для предупреждения внезапного отказа и оценки ресурса
- б) для повышения энергоэффективности электрической машины
- в) для обеспечения экологической безопасности электрической машины

Верный ответ: А

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-7 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электротехнического оборудования

**Вопросы, задания**

- 1.Каким образом контролируется состояние вводов силовых трансформаторов?
- 2.Какой результат полученный в ходе мониторинга является определяющим при оценке ресурса трансформатора?
- 3.Какой результат полученный в ходе мониторинга является определяющим при оценке ресурса трансформатора ?
- 4.Какую информацию о состоянии трансформатора позволяет получить анализ растворенных в масле газов?
- 5.Какие параметры из перечисленных ниже наиболее целесообразно контролировать в процессе эксплуатации трансформатора?
  - а) уровень и плотность масла

- б) температура и степень увлажнения масла
  - в) давление масла
6. В чём преимущество использования экспертно- диагностических систем определения состояния электрооборудования?

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

1. Какое определение соответствует понятию «диагностирования»?

Ответы:

- а) Диагностирование это определение количественных свойств объекта.
- б) Диагностирование это процесс распознавания технического состояния электрооборудования на данный момент времени.
- в) Диагностирование это измерение параметров объекта.
- г) Невозможность складирования продукции.
- д) Диагностирование это процесс распознавания статистических результатов экспериментов с оборудованием.

Верный ответ: Б

2. В чём преимущество использования экспертно- диагностических систем определения состояния электрооборудования?

Ответы:

- а) Объясняет пользователю свои действия
- б) Предлагает варианты действий в определённых ситуациях.
- в) Способствует изменению идеологии ремонта ( ремонт по необходимости , совершенствует методы диагностики.)
- г) Обеспечивает контроль состояния оборудования.
- д) Способствует долговечности оборудования.

Верный ответ: В

3. Как определить , что вибрация в генераторе возникла из-за несимметрии магнитного потока?

Ответы:

- а) Величина вибрации зависит от тока возбуждения.
- б) По характеристикам хх.(холостого хода).
- в) По характеристикам к.з. (короткого замыкания).
- г) По измерению сопротивления обмотки.
- д) По измерению номинальной скорости вращения

Верный ответ: А

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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*

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

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».