

**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  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

С.А.  
Коробков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

С.В.  
Ширинский

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-6 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-7 Способен использовать и составлять типовую сопроводительную документацию

ИД-1 Применяет навыки чтения и анализа технической документации

3. ПК-8 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

7 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-6	ИД-3 <sub>ПК-6</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" Тест «Датчики систем мониторинга и их параметры» Контрольная работа «Компоновка системы прогнозного мониторинга»
ПК-7	ИД-1 <sub>ПК-7</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-8	ИД-2 <sub>ПК-8</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
Уметь: компоновать системы прогнозного мониторинга и диагностики из базовых элементов	1. Какие подсистемы вы считаете нужными включить в систему диагностики силового масляного трансформатора 2. Определите состав подсистем для мониторинга турбогенератора.

**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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не 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 параметры и диапазоны изменения параметров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие датчики и физические явления используются для контроля теплового состояния</li> <li>2. Какие датчики и физические явления используются для вибродиагностики электрических машин</li> </ol>
Уметь: компоновать системы прогнозного мониторинга и диагностики из базовых элементов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные дефекты ротора можно диагностировать по вибрации?</li> <li>2. Предложите набор датчиков для диагностики состояния трансформаторного масла</li> </ol>

**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*

*Оценка: 2*

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

Знать: основные типы датчиков для системы мониторинга, их параметры и диапазоны изменения параметров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите методы измерения диагностических параметров изоляционных материалов</li> <li>2. Как осуществляются измерения при вибродиагностике.</li> </ol>
Уметь: подбирать необходимые измерительные системы по	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформируйте состав системы магнитных измерений электрической машины</li> </ol>

измеряемым величинам и их значениям	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*

*Оценка: 2*

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

Знать: основные методы обработки сигналов, полученных от системы мониторинга	1.Влияние аварийных процессов на ресурс турбогенераторов 2.Изложите методику расчета остаточного ресурса электрической машины.
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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не 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 диагностирования? 2. В чем отличие нейронных сетей от обычных вычислительных систем?
Уметь: обрабатывать данные полученный от систем мониторинга для различных датчиков стандартными методами	1. Какие методы применяются для анализа данных о составе растворенных в трансформаторном масле газов 2. Какие методы применяются для анализа данных о составе растворенных в трансформаторном масле газов

**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*

*Оценка: 2*

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

Уметь: компоновать системы прогнозного мониторинга и диагностики из базовых элементов	1.Построить структурную схему системы мониторинга изоляции электрической машины 2.Составить схему элементов системы мониторинга ресурса изоляции 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*

*Оценка: 2*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 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-6 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. 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

2. 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-7 Применяет навыки чтения и анализа технической документации

**Вопросы, задания**

1. 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

2.С какой целью применяют системы мониторинга состояния электрических машин?

### 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.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

3.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

4.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

5.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

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-8 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.С какой целью при мониторинге фиксируются частичные разряды внутри бака масляного трансформатора?
- 5.Какую информацию о состоянии трансформатора позволяет получить анализ растворенных в масле газов?
- 6.В чём преимущество использования экспертно- диагностических систем определения состояния электрооборудования?

### **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.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

### **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

*Оценка: 2*

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

### ***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».