

**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 станции и подстанции**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы оценки технического состояния электрооборудования**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Козина М.А.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R8e01bb45-KozinovaMA-02c34583 |

М.А.  
Козина

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Поляков А.М.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R4a9cc249-PoliakovAM-44585360 |

А.М.  
Поляков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Монаков Ю.В.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R4bfa2851-MonakovYV-407f6fea |

Ю.В.  
Монаков

## 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. РПК-1 Способен участвовать в проведении научно-исследовательских работ в области (сфере) профессиональной деятельности

ИД-2 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Виды электрических испытаний электрооборудования (Контрольная работа)
2. Методы оценки технического состояния и виды ремонта силового оборудования (Контрольная работа)
3. Характерные дефекты электрооборудования (Тестирование)
4. Хроматографический анализ растворенных в масле газов (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                                                                                 | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                                   | Срок КМ:                        | 6    | 8    | 12   | 16   |
| Раздел 1 Основные понятия и определения методов оценки технического состояния электрооборудования |                                 |      |      |      |      |
| Основные понятия и определения методов оценки технического состояния электрооборудования          |                                 | +    |      |      |      |
| Раздел 2 Характерные дефекты электрооборудования и методы их определения                          |                                 |      |      |      |      |
| Характерные дефекты электрооборудования и методы их определения                                   |                                 | +    |      |      |      |
| Раздел 3 «Традиционные» электрические измерения                                                   |                                 |      |      |      |      |
| «Традиционные» электрические измерения                                                            |                                 |      | +    |      |      |
| Раздел 4 Современные методы контроля маслонаполненного оборудования                               |                                 |      |      |      |      |
| Современные методы контроля маслонаполненного оборудования                                        |                                 |      | +    |      | +    |
| Раздел 5 Газосодержание масла. Хроматографический анализ газов                                    |                                 |      |      |      |      |

|                                                        |    |    |    |    |
|--------------------------------------------------------|----|----|----|----|
| Газосодержание масла. Хроматографический анализ газов  |    |    |    | +  |
| Раздел 6 Контроль деструкция твердой изоляции          |    |    |    |    |
| Контроль деструкция твердой изоляции                   |    |    | +  |    |
| Раздел 7 Тепловизионное обследование                   |    |    |    |    |
| Тепловизионное обследование                            |    |    | +  |    |
| Раздел 8 Вибрационные методы диагностического контроля |    |    |    |    |
| Вибрационные методы диагностического контроля          |    |    | +  |    |
| Вес КМ:                                                | 25 | 25 | 25 | 25 |

\$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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| РПК-1              | ИД-2РПК-1 Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере) | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– характерные дефекты электрооборудования и методы их определения;</li> <li>– виды электрических испытаний и методы диагностики силового электрооборудования;</li> <li>– методы оценки технического состояния электрооборудования;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивать техническое состояние маслонаполненного электрооборудования</li> </ul> | <p>Характерные дефекты электрооборудования (Тестирование)</p> <p>Виды электрических испытаний электрооборудования (Контрольная работа)</p> <p>Методы оценки технического состояния и виды ремонта силового оборудования (Контрольная работа)</p> <p>Хроматографический анализ растворенных в масле газов (Контрольная работа)</p> |

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

### **КМ-1. Характерные дефекты электрооборудования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 20 минут

**Краткое содержание задания:**

дать определения дефектов

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                           |                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: – характерные дефекты электрооборудования и методы их определения; | 1. Назовите основные группы дефектов (повреждений) по скорости их развития. Приведите примеры<br><br>2. Назовите известные Вам дефекты электрооборудования. |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* Полностью правильный ответ

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не назван один параметр

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не названо половина параметров

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Полностью не правильные ответы

### **КМ-2. Виды электрических испытаний электрооборудования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 30 минут.

**Краткое содержание задания:**

Как производится измерение тангенса угла диэлектрических потерь. Нарисуйте одну из схем измерения. Объясните ее.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: – виды электрических испытаний и методы диагностики силового электрооборудования; | 1. У трансформатора в течении нескольких лет наблюдается рост значений $\tan \delta$ . О чем это говорит.<br>2. Что такое мониторинг электрооборудования. Основные достоинства мониторинга. Какие недостатки? |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Изображена схема измерений, приведены все объяснения

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Изображена схема измерений, но приведены 50% объяснения

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Изображена схема измерений, но нет объяснений

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Отсутствует схема измерений

### **КМ-3. Методы оценки технического состояния и виды ремонта силового оборудования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время проведения 30 мин

#### **Краткое содержание задания:**

При измерении сопротивления постоянному току разъединителя 110 кВ установлено, что при измерении в точках контактный вывод- контактный вывод» сопротивление составляет 300 мкОм, а допустимое значение для этого разъединителя 220 мкОм. Какой вывод можно сделать?

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: — методы оценки технического состояния электрооборудования; | 1.Методы измерения (контроля) температуры на поверхности токоведущих частей и баков (корпусов) оборудования<br>2..Методика контроля состояния контактных соединений. Коэффициент излучения.<br>3. Влияние на результат контроля температуры внешних факторов. |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Полностью приведено объяснение состояния оборудования, предложены рекомендации

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Полностью приведено объяснение состояния оборудования, но не предложены рекомендации

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Частично приведено объяснение состояния оборудования, не предложены рекомендации

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Нет вывода о причинах состояния оборудования

#### КМ-4. Хроматографический анализ растворенных в масле газов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу и теоретический вопрос

##### Краткое содержание задания:

1. Назовите основные возможные дефекты, развивающиеся в активной части трансформатора, на основании следующих результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов.

| Концентрация растворенных в масле газов, ppm |                |                |                 |     |                 |                               |                               |                               |
|----------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| H <sub>2</sub>                               | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO  | CO <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> |
| 25.7                                         | 10966          | 75302          | 9.1             | 750 | 4000            | 163                           | 6                             | 8                             |

При анализе данных принять во внимание следующие граничные (допустимые) концентрации диагностических газов.

| Граничные концентрации растворенных в масле газов, ppm |                |                |                 |     |                 |                               |                               |                               |
|--------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| H <sub>2</sub>                                         | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO  | CO <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> |
| 100                                                    | -              | -              | 100             | 600 | 8000            | 100                           | 50                            | 10                            |

##### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                |                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: – оценивать техническое состояние маслонаполненного электрооборудования | 1. Определить возможные дефекты в трансформаторе на основании результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов. |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

##### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* задача решена полностью и верно, без недочетов; у всех величин указана размерность

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* задача решена в целом верно: либо не доделано не более 20 % задачи, либо не более двух параметров определены по справочным данным не верно

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* правильно решено менее 50 % задачи и/или результат не соответствует заданию

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Процедура проведения

Время для подготовки 30 мин

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>РПК-1</sub> Применяет фундаментальные и прикладные знания для решения исследовательских задач в профессиональной области (сфере)

#### Вопросы, задания

- 1.1. Назовите основные причины ошибок возможные при проведении диагностических измерениях.
2. Что такое работоспособное и неработоспособное состояние?
3. Что такое мониторинг электрооборудования. Основные достоинства мониторинга. Какие недостатки?
4. Перечислите основные способы организации диагностического контроля.
5. Перечислите основные возможные причины погрешностей и ошибок диагностического контроля.
6. Назовите основные группы дефектов (повреждений) по скорости их развития. Приведите примеры
7. Назовите известные Вам дефекты электрооборудования.
8. Что такое ошибка I и II рода, которые могут возникнуть при оценке диагностического состояния электрооборудования.
9. Назовите основные возможные дефекты, развивающиеся в активной части трансформатора, на основании следующих результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов.
10. Технологические нарушения и отказы оборудования. Задачи диагностики.
11. Историческое развитие диагностики электрооборудования. Основные нормативные документы, определяющие объем и периодичность диагностического контроля.
12. Влияние увлажнения, зашламления и загрязнения твердой изоляции на уровень изоляционных характеристик. Заводские значения, предельно допустимые нормативные показатели для различного оборудования.
13. Измерение сопротивления постоянному току. Оценка диагностического состояния по результатам измерений. Корреляция результатов с другими методами диагностики.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите основные возможные дефекты, развивающиеся в активной части трансформатора, на основании следующих результатов хроматографического анализа растворенных в масле газов.

| Концентрация растворенных в масле газов, ppm |       |       |     |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| H2                                           | O2    | N2    | CH4 | CO   | CO2  | C2H4 | C2H6 | C2H2 |
| 30                                           | 10966 | 75302 | 120 | 1200 | 4000 | 123  | 65   | 26   |

При анализе данных принять во внимание следующие граничные (допустимые) концентрации диагностических газов.

| Граничные концентрации растворенных в масле газов, ppm |                |                |                 |     |                 |                               |                               |                               |
|--------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| H <sub>2</sub>                                         | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | CO  | CO <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> |
| 100                                                    | -              | -              | 100             | 600 | 8000            | 100                           | 50                            | 10                            |

Ответы:

Повышение уровня CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> говорит о:

- 1- наличие нагрева
- 2- наличие КЗ
- 3- наличие охлаждения
- 4- наличие дефекта

Верный ответ: 1

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Правильные ответы на все вопросы

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Правильные ответы даны на 70% вопросов

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ дан на 50% вопросов

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Правильный ответ дан на менее 50% вопросов

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

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей. В приложение к диплому выносится оценка за 1 семестр.