

**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: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очно-заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Качество электрической энергии**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Янченко С.А.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R50a3970c-YanchenkoSA-d27968f |

С.А. Янченко

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|                                                                                   | Владелец                                           | Матюнина Ю.В.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R01b54b1d-MatiuninaYV-7d5d8f2a |

Ю.В.  
Матюнина

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|                                                                                   | Владелец                                           | Цырук С.А.                  |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f |

С.А. Цырук

## 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 участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности

ИД-1 Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Расчет уровней показателей качества электроэнергии системы электроснабжения (Контрольная работа)
2. Технические средства улучшения качества электроэнергии системы электроснабжения (Контрольная работа)

### БРС дисциплины

8 семестр

| Раздел дисциплины                                                               | Веса контрольных мероприятий,<br>% |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|
|                                                                                 | Индекс<br>КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 |
|                                                                                 | Срок КМ:                           | 7    | 15   |
| Основные показатели качества электроэнергии                                     |                                    |      |      |
| Нормирование показателей качества электроэнергии                                |                                    | +    |      |
| Регулирование отклонения частоты                                                |                                    |      |      |
| Средства снижения отклонения сетевой частоты                                    |                                    | +    | +    |
| Регулирование отклонений напряжения в системах электроснабжения                 |                                    |      |      |
| Средства снижения отклонений напряжения                                         |                                    | +    | +    |
| Регулирование колебаний напряжения в системах электроснабжения                  |                                    |      |      |
| Средства снижения колебаний напряжения                                          |                                    | +    | +    |
| Регулирование уровней несинусоидальности напряжений в системах электроснабжения |                                    |      |      |

|                                                                          |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|----|
| Средства снижения несинусоидальности напряжения                          | +  | +  |
| Регулирование уровней несимметрии напряжений в системах электроснабжения |    |    |
| Средства снижения несимметрии напряжения                                 | +  | +  |
| Вес КМ:                                                                  | 30 | 70 |

\$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-1ПК-6 Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности | <p>Знать:</p> <p>Механизмы ухудшения качества электроэнергии систем электроснабжения</p> <p>Схемные и технические решения по обеспечению требуемых уровней показателей качества электроэнергии систем электроснабжения</p> <p>Уметь:</p> <p>Оценивать соответствие показателей качества электроэнергии систем электроснабжения нормативным величинам</p> <p>Рассчитывать величины показателей качества электроэнергии систем электроснабжения</p> | <p>Технические средства улучшения качества электроэнергии системы электроснабжения (Контрольная работа)</p> <p>Расчет уровней показателей качества электроэнергии системы электроснабжения (Контрольная работа)</p> |

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

### **КМ-1. Технические средства улучшения качества электроэнергии системы электроснабжения**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** проводится в письменной форме по вариантам

#### **Краткое содержание задания:**

Проверка теоретических знаний механизмов возникновения ухудшения качества электроэнергии сети

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Механизмы ухудшения качества электроэнергии систем электроснабжения                                                        | 1.1. Назовите причины возникновения отклонений частоты сети<br>2. Назовите причины возникновения несинусоидальности напряжения сети<br>3. Назовите причины возникновения отклонений напряжения сети<br>4. Назовите причины возникновения несимметрии напряжения сети                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Знать: Схемные и технические решения по обеспечению требуемых уровней показателей качества электроэнергии систем электроснабжения | 1.2. Перечислите негативные эффекты отклонений частоты сети<br>5. Перечислите негативные эффекты несинусоидальности напряжения сети<br>8. Перечислите негативные эффекты отклонений напряжения сети<br>11. Перечислите негативные эффекты несимметрии напряжения сети                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Уметь: Оценивать соответствие показателей качества электроэнергии систем электроснабжения нормативным величинам                   | 1.1. Нормально допустимое отклонение частоты в ГОСТ 32144-2013.<br>2. Предельно допустимое отклонение частоты в ГОСТ 32144-2013.<br>3. Нормально допустимое отклонение напряжения в ГОСТ 32144-2013.<br>4. Предельно допустимое отклонение напряжения в ГОСТ 32144-2013.<br>5. Допустимая величина кратковременной дозы фликера в ГОСТ 32144-2013.<br>6. Допустимая величина длительной дозы фликера в ГОСТ 32144-2013.<br>7. Нормально допустимое значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в ГОСТ 32144-2013.<br>8. Предельно допустимое значение суммарного |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>коэффициента гармонических составляющих напряжения в ГОСТ 32144-2013.</p> <p>9. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжения обратной последовательности в ГОСТ 32144-2013.</p> <p>10. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжения нулевой последовательности в ГОСТ 32144-2013.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 75*

*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. Расчет уровней показателей качества электроэнергии системы электроснабжения**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 70

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** проводится в письменной форме по вариантам

#### **Краткое содержание задания:**

Проверка умений проведения расчетов уровней показателей качества электроэнергии

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: Рассчитывать величины показателей качества электроэнергии систем электроснабжения</p> | <p>1.1. Генераторы электроэнергетической системы, имеющие допустимую мощность загрузки 2300 МВт, работают с выдачей мощности 2000 МВт при номинальной частоте 50 Гц. Коэффициенты статизма характеристик генераторов и нагрузки равны соответственно 0.067 и 1. Определить частоту после:</p> <p>а) подключения дополнительной нагрузки 400 МВт и</p> <p>б) отключения блока генераторов мощностью 200 МВт.</p> <p>2. Для заданной схемы подключения однофазной нагрузки определить коэффициенты несимметрии обратной последовательности на шинах 10 кВ и 110</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>кВ. Параметры электрооборудования указаны на схеме.</p> <p>3. Для заданной схемы подключения нелинейной нагрузки определить уровни характерных высших гармоник напряжения на шинах НН подстанции, питающей преобразовательную нагрузку. Параметры электрооборудования указаны на схеме.</p> <p>4. Рассчитать кратковременную дозу фликера в электрической сети прокатного стана, работа которого характеризуется заданным 10-секундным графиком реактивной мощности. Мощность КЗ в точке подключения прокатного стана составляет 300 МВА.</p> <p>5. Для заданной схемы питания нагрузки определить необходимость установки, тип и мощность конденсаторных установок, необходимых для обеспечения допустимых уровней напряжения питания потребителя. Параметры электрооборудования и нагрузки приведены на схеме.</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*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: 80*

*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: 60*

*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

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Назовите аппаратные средства снижения уровней несимметрии в электрических сетях.
2. Нормирование отклонения частоты в ГОСТ 32144-2013.
3. Для заданной схемы питания нагрузки определить необходимость установки, тип и мощность конденсаторных установок, необходимых для обеспечения допустимых уровней напряжения питания потребителя. Параметры электрооборудования и нагрузки приведены на схеме.

### Процедура проведения

Письменный опрос (по билетам)

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-6 Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

#### **Вопросы, задания**

- 1.1. Назовите аппаратные средства снижения уровней несимметрии напряжения в электрических сетях.
  2. Назовите схемные средства снижения уровней несимметрии напряжения в электрических сетях.
  3. Назовите аппаратные средства снижения уровней несинусоидальности напряжения в электрических сетях.
  4. Назовите схемные средства снижения уровней несинусоидальности напряжения в электрических сетях.
- 
- 2.20. Генераторы электроэнергетической системы, имеющие допустимую мощность загрузки 2300 МВт, работают с выдачей мощности 2000 МВт при номинальной частоте 50 Гц. Коэффициенты статизма характеристик генераторов и нагрузки равны соответственно 0.067 и 1. Определить частоту после: а) подключения дополнительной нагрузки 400 МВт и б) отключения блока генераторов мощностью 200 МВт.
  21. Для заданной схемы подключения однофазной нагрузки определить коэффициенты несимметрии обратной последовательности на шинах 10 кВ и 110 кВ. Параметры электрооборудования указаны на схеме.
  22. Для заданной схемы подключения нелинейной нагрузки определить уровни характерных высших гармоник напряжения на шинах НН подстанции, питающей преобразовательную нагрузку. Параметры электрооборудования указаны на схеме.
  23. Рассчитать кратковременную дозу фликера в электрической сети прокатного стана, работа которого характеризуется заданным 10-секундным графиком реактивной мощности. Мощность КЗ в точке подключения прокатного стана составляет 300 МВА.

24. Для заданной схемы питания нагрузки определить необходимость установки, тип и мощность конденсаторных установок, необходимых для обеспечения допустимых уровней напряжения питания потребителя. Параметры электрооборудования и нагрузки приведены на схеме.

3.15. Негативные эффекты несинусоидальности напряжения.

16. Негативные эффекты несимметрии напряжения.

17. Негативные эффекты отклонения напряжения.

18. Негативные эффекты колебаний напряжения.

19. Негативные эффекты отклонения частоты.

4.10. Источники несинусоидальности напряжения в промышленных сетях.

11. Источники несимметрии напряжения в промышленных сетях.

12. Источники колебаний напряжения в промышленных сетях.

13. Источники отклонения частоты в промышленных сетях.

14. Источники отклонения напряжения в промышленных сетях.

5.5. Назовите аппаратные средства снижения уровней отклонения напряжения в электрических сетях.

6. Назовите схемные средства снижения уровней отклонения напряжения в электрических сетях.

7. Назовите аппаратные средства снижения уровней колебаний напряжения в электрических сетях.

8. Назовите схемные средства снижения уровней колебаний напряжения в электрических сетях.

9. Назовите основные методы снижения уровней отклонения частоты в электрических сетях.

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.1. Нормально допустимое отклонение частоты в ГОСТ 32144-2013.

2. Предельно допустимое отклонение напряжения в ГОСТ 32144-2013.

5. Допустимая величина кратковременной дозы фликера в ГОСТ 32144-2013.

6. Допустимая величина длительной дозы фликера в ГОСТ 32144-2013.

7. Нормально допустимое значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в ГОСТ 32144-2013.

8. Предельно допустимое значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения в ГОСТ 32144-2013.

9. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжения обратной последовательности в ГОСТ 32144-2013.

10. Нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжения нулевой последовательности в ГОСТ 32144-2013.

2. Предельно допустимое отклонение частоты в ГОСТ 32144-2013.

3. Нормально допустимое отклонение напряжения в ГОСТ 32144-2013.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 2*

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

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