

**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  
Режимы работы электроустановок электростанций и подстанций**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.М.

Поляков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.М.

Поляков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Ю.В.

Монаков

(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-1 Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность применительно к электростанциям и подстанциям

ИД-1 Обработывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)
2. Защита расчётного задания 2 (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ № 1 – 4 (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

| Раздел дисциплины                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                                                          | Срок КМ:                        | 6    | 8    | 12   | 14   | 16   |
| Раздел 1                                                                 |                                 |      |      |      |      |      |
| Регуляторы и полупроводниковые преобразователи                           |                                 |      |      |      |      | +    |
| Раздел 2                                                                 |                                 |      |      |      |      |      |
| Параметры, схемы и режимы асинхронных двигателей                         | +                               | +    | +    | +    | +    | +    |
| Раздел 3                                                                 |                                 |      |      |      |      |      |
| Анализ математического описания переходных режимов синхронного генератор |                                 |      | +    | +    |      | +    |
| Раздел 4                                                                 |                                 |      |      |      |      |      |

|                                                                  |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Системы возбуждения турбогенераторов                             | +  |    | +  | +  | +  |
| Раздел 5                                                         |    |    |    |    |    |
| Нормальные, асинхронные и несимметричные режимы турбогенераторов | +  |    | +  | +  | +  |
| Вес КМ:                                                          | 10 | 20 | 20 | 20 | 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-1               | ИД-1ПК-1 Обработывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований | <p>Знать:</p> <p>способы оценки режимов синхронных генераторов и асинхронных двигателей</p> <p>принципы работы систем регулирования турбогенератора</p> <p>методики оценки параметров синхронных генераторов и асинхронных двигателей</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать параметры схем замещения синхронных генераторов и асинхронных двигателей</p> <p>оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей</p> | <p>Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя (Контрольная работа)</p> <p>Защита расчётного задания 1 (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Защита расчётного задания 2 (Расчетно-графическая работа)</p> <p>Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора (Контрольная работа)</p> <p>Защита лабораторных работ № 1 – 4 (Лабораторная работа)</p> |

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

### **КМ-1. Контрольная работа № 1. Расчет режимов асинхронного двигателя**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 30 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Асинхронный двигатель имеет следующие параметры:  $U_{ном} = 6$  кВ;  $N_{ном} = 590$  об/мин;  $M_{ном} = 5468$  Нм;  $R_1 = R_2 = 1,42$  Ом;  $X_1 = X_2 = 9,75$  Ом;  $X_0 = 156$  Ом. Питание осуществляется от источника напряжением 6,3 кВ и эквивалентным индуктивным сопротивлением 5 Ом

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                |                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Уметь: оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей | 1. Определить кратность пускового тока электродвигателя |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|

#### **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; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

### **КМ-2. Защита расчётного задания 1**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На защите расчетного задания обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному расчетному заданию

#### **Краткое содержание задания:**

Расчетное задание состоит из двух разделов:

1 Рассчитать параметры схемы замещения АД

## 2 Рассчитать параметры схемы замещения СГ

Тип АД и СГ указывается преподавателем индивидуально для каждого обучающегося.

Каталожные данные для указанного типа принимаются из справочника: Неклепаев, Б. Н.

Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для

курсового и дипломного проектирования : Учебное пособие для вузов по специальности

"Электрические станции" / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков . – 4-е изд., перераб. и доп . –

М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 608 с.

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                              |                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методики оценки параметров синхронных генераторов и асинхронных двигателей            | 1. На защите расчетного задания обучающемуся задаются теоретические вопросы по выполненному расчетному заданию |
| Уметь: рассчитывать параметры схем замещения синхронных генераторов и асинхронных двигателей | 1. На защите расчетного задания обучающемуся задаются практические вопросы по выполненному расчетному заданию  |

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки

## КМ-3. Защита расчётного задания 2

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На защите расчетного задания обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному расчетному заданию

### Краткое содержание задания:

Расчетное задание состоит из одного раздела: Построение диаграммы мощности турбогенератора

Тип СГ указывается преподавателем индивидуально для каждого обучающегося.

Каталожные данные для указанного типа принимаются из справочника: Неклепаев, Б. Н.

Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для

курсового и дипломного проектирования : Учебное пособие для вузов по специальности

"Электрические станции" / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков . – 4-е изд., перераб. и доп . –

М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 608 с.

### Контрольные вопросы/задания:

|                               |                                              |
|-------------------------------|----------------------------------------------|
| Знать: способы оценки режимов | 1. На защите расчетного задания обучающемуся |
|-------------------------------|----------------------------------------------|

|                                                                                |                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| синхронных генераторов и асинхронных двигателей                                | задаются теоретические вопросы по выполненному расчетному заданию                                             |
| Уметь: оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей | 1. На защите расчетного задания обучающемуся задаются практические вопросы по выполненному расчетному заданию |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-4. Контрольная работа № 2. Расчет режимов турбогенератора**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа содержит одну задачу. Время выполнения 90 минут.

**Краткое содержание задания:**

Определить изменение периодической составляющей тока КЗ от СГ при отключенном АРВ и включенном АРВ

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Уметь: оценивать режимы работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей | 1. Определить ток КЗ к моменту времени 0,5 с. |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|

**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; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях, искажающие результат не более чем в два раза; не у всех величин указана размерность

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* либо правильно решено не менее 50 % задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметические ошибки, искажающие результат более чем в два раза

**КМ-5. Защита лабораторных работ № 1 – 4**

**Формы реализации:** Устная форма



**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На защите лабораторных работ обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненным лабораторным работам

**Краткое содержание задания:**

Целью работы является ознакомление с макро моделированием на примере реализации ПИД-регулятора в SimInTech и регулированием объекта управления.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: принципы работы систем регулирования турбогенератора                   | <ul style="list-style-type: none"><li>1.1) Каким выражением описывается ПИД-регулятор.</li><li>2) Какие виды регуляторов существуют, для чего они используются?</li><li>3) Какие типовые звенья использовались в работе?</li><li>4) Какие электротехнические элементы моделирует апериодическое звено, установленное в обратную связь регулятора?</li><li>5) В чем отличие интегратора с линейным звеном насыщения от интегратора с насыщением?</li><li>6) Чем отличается П и ПИ регуляторы?</li><li>7) Для чего добавляют дифференциальное звено в регулятор?</li><li>2.1) Назовите основные типы устройств-потребителей собственных нужд электрических станций и подстанций.</li><li>2) Как зависит напряжение на нагрузке выпрямителя от угла регулирования?</li><li>3) Как зависит напряжение тиристорного выпрямителя от тока?</li><li>4) Назовите основные элементы трехфазного автономного инвертора.</li><li>5) Как генерируется выходной сигнал ШИМ?</li><li>6) Как зависит состав гармоник напряжения на нагрузке автономного инвертора от несущего сигнала ШИМ?</li></ul> |
| Знать: способы оценки режимов синхронных генераторов и асинхронных двигателей | <ul style="list-style-type: none"><li>1.1) Каковы условия успешной ресинхронизации генератора при отключении КЗ на смежном присоединении?</li><li>2) Поясните назначение АРС. Какой закон регулирования имеет АРС?</li><li>3) Как влияет турбина на переходные режимы работы генератора при КЗ, выбеге?</li><li>4) Что такое коэффициент статизма?</li><li>5) Какой характер имеет график мощности генератора при синхронизации с системой? Почему?</li><li>2.1) Каковы способы регулирования частоты АД</li><li>2) Поясните что такое скалярное регулирование скорости АД</li><li>3) Приведите основные законы скалярного регулирования</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допускались ошибки

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1) Обозначение и принципы работы основных динамических звеньев (интегратор, инерционное звено первого порядка, ограничение).

2) Гашение поля ротора ТГ

Задача:

Асинхронный двигатель имеет следующие параметры:  $U_{ном} = 6$  кВ;  $N_{ном} = 590$  об/мин;  $M_{ном} = 5468$  Нм;  $R_1=R_2 = 1,42$  Ом;  $X_1=X_2 = 9,75$  Ом;  $X_0 = 156$  Ом.

Определить максимальный момент электродвигателя.

### Процедура проведения

Время подготовки ответа – 60 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

### Вопросы, задания

- 1.1) Обозначение и принципы работы основных динамических звеньев (интегратор, инерционное звено первого порядка, ограничение).
- 2) П, ПИ, ПИД-регуляторы, основные принципы работы.
- 3) Диод, Тиристор, IGBT. Назначение, основные параметры, ВАХ.
- 4) Выпрямители, принцип работы. Работа 1-о фазного выпрямителя на активную и емкостную нагрузку.
- 5) Работа однофазного выпрямителя на индуктивную нагрузку. Внешняя и регулировочная характеристики.
- 6) Работа трехфазного выпрямителя на индуктивную нагрузку. Внешняя и регулировочная характеристики.
- 7) Инверторы, назначение, основные принципы работы на примере однофазного инвертора.
- 8) Инверторы, назначение, основные принципы работы на примере трехфазного инвертора.
- 9) ШИМ инверторы, гистерезисная ШИМ.
- 10) Схемы замещения АД, расчет параметров схемы замещения.
- 11) Системы координат. Уравнения АД во вращающейся системе координат.
- 12) Уравнения АД для установившегося режима.
- 13) Пуск АД.
- 14) Трехфазное КЗ на выводах АД.
- 15) Переключение на резервный источник питания.
- 16) Уравнение движения АД. Пуск, выбег.
- 17) Нагрев АД.
- 18) Регулирование частоты АД.
- 19) Несимметричные режимы АД.
- 20) Уравнения паровой турбины и ее регулятора.

- 21) Схема замещения ТГ, расчет параметров.
- 22) Основные системы возбуждения турбогенераторов.
- 23) АРВ-СД основные принципы работы.
- 24) Гашение поля ротора ТГ
- 25) Асинхронный режим ТГ
- 26) Неполнофазные режимы ТГ.
- 27) Аналитический расчет периодической составляющей тока КЗ

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

1. Какова зависимость моментной характеристики асинхронного двигателя от напряжения  $U$ :

- А. Не зависит от напряжения
- Б.  $U^2$
- В.  $U^3$
- Г.  $U^{1/2}$

Ответы:

Ответ Б

2. Номинальная мощность асинхронного двигателя равна 320 кВт, номинальная скорость вращения 2900 об/мин, номинальный момент при этом составит:

- А. 1000 А
- Б. 1054 Нм
- В. 660 Нм
- Г. 2108 Нм
- Д. 303 о.е.

Ответы:

Ответ Б

3. Какие из перечисленных параметров используются для АРВ СД

- А. Напряжение
- Б. Производная по напряжению
- В. Производная по току статора
- Г. Вторая производная по току ротора

Верный ответ: А, Б

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки

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

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