

**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: Электроэнергетика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Вопросы эксплуатации электроустановок в задачах проектирования**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

А.М.  
Поляков

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н.  
Кузнецов

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:

- ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
- ИД-4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, расчета режимов и эксплуатации

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

- Защиты лабораторных работ № 1, 2 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

- Контрольная работа №1 "АРГ трансформаторов" (Контрольная работа)
- Контрольная работа №2 "Допустимые режимы турбогенераторов" (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

- Защиты лабораторных работ № 3 - 5 (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	12	14
Раздел 1					
Силовые трансформаторы		+	+	+	
Раздел 2					
Асинхронные двигатели			+	+	
Раздел 3					
Электроустановки оперативного постоянного тока					+
Раздел 4					
Распределительные устройства и высоковольтные выключатели					+

Раздел 5				
Синхронные генераторы		+	+	
Раздел 6				
Информационные и образовательные технологии				+
Вес КМ:	20	30	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-4ПК-1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, расчета режимов и эксплуатации	<p>Знать:</p> <p>основные методы и средства контроля силового электрооборудования допустимые режимы работы силового электрооборудования основные аспекты эксплуатации электроустановок</p> <p>Уметь:</p> <p>оценивать допустимость режимов основного электрооборудования оценивать состояние трансформатора по результатам АРГ</p>	<p>Контрольная работа №1 "АРГ трансформаторов" (Контрольная работа)</p> <p>Защиты лабораторных работ № 1, 2 (Лабораторная работа)</p> <p>Контрольная работа №2 "Допустимые режимы турбогенераторов" (Контрольная работа)</p> <p>Защиты лабораторных работ № 3 - 5 (Лабораторная работа)</p>

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

### КМ-1. Контрольная работа №1 "АРГ трансформаторов"

**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 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные о граничных концентрация растворенных в масле газов и таблица соответствия дефектов.

#### Краткое содержание задания:

Анализ растворенных в масле газов дал следующие результаты:

	Концентрация газов, % об						
	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
1-й анализ	0,01	0,01	0,001	0,01	0,005	0,06	0,4
2-й анализ*	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,05	0,4

\*2-й анализ проведен через шесть дней.

Определить характер дефекта и степень его опасности.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: оценивать состояние трансформатора по результатам АРГ	1. Рассчитайте скорость нарастания концентрации газа
--	--

#### 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 па-раметров 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 форму-лы, но при подстановке значений допущены ошибки, либо присутствующие арифметиче-ские ошибки, искажающие результат более чем в два раза

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно решено менее 50 % задачи

### КМ-2. Защиты лабораторных работ № 1, 2

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 30**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На защите ЛР обучающийся показывает работоспособный проект, выволненный в программном комплексе и сопутствующие расчеты. Отвечает на задаваемые вопросы

**Краткое содержание задания:**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Тепловой режим работы трансформаторов при изменении условий эксплуатации**

**Цель работы** - получение представления о тепловом режиме работы трансформатора, определяющем срок его службы, и практических навыков моделирования теплового переходного процесса в наиболее нагретой точке. Оценка влияния изменения нагрузки и температуры окружающей среды на тепловой режим трансформатора.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Определение параметров схемы замещения АД**

**Цель работы** - ознакомление с методами испытаний асинхронных двигателей (АД) и получение практических навыков определения параметров схемы замещения АД из опытов в виртуальной лаборатории.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: допустимые режимы работы силовых электрооборудования	<p><b>1.ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Для чего требуется охлаждение трансформаторов?</li><li>2) Каковы нормы нагрева обмоток и масла?</li><li>3) Почему при тепловом расчете трансформатора определяются превышения температуры обмоток и масла, а не абсолютные значения?</li><li>4) Отчего возникает циркуляция масла в баке и охлаждающих устройствах?</li><li>5) Почему более крупные трансформаторы требуют значительно более сложных и эффективных охлаждающих устройств?</li><li>6) Что такое потери в трансформаторе, от чего они зависят?</li><li>7) Как влияет температура на срок службы изоляции?</li></ol> <p><b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Какие данные опыта XX используются при расчете параметров намагничивающего контура?</li><li>2) Из чего складываются потери активной мощности в режиме XX?</li><li>3) Каким образом подбирается значение ЭДС источника постоянного тока?</li><li>4) Как производится разделение магнитных и механических потерь XX?</li><li>5) Какие методы измерения сопротивления обмотки статора при постоянном токе существуют? Какой используется в данной работе?</li><li>6) Поясните отличие определенных параметров из опыта и исходных параметров схемы замещения модели АД.</li><li>7) Какая схема замещения электродвигателя используется в данной лабораторной работе?</li></ol>
---	---

	<p>8) Какие данные опытов нагрузки и КЗ используются для определения параметров рабочего контура?</p> <p>9) При каком напряжении проводится опыт КЗ? Почему?</p>
<p>Уметь: оценивать допустимость режимов основного электрооборудования</p>	<p>1.ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1</p> <p>1) Постройте график температуры масла и наиболее нагретой точки</p> <p>2) Рассчитайте удельный расход ресурса изоляции</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2</p> <p>1) Определите параметры контура намагничивания по экспериментальным данным</p> <p>2) Определите параметры контура ротора по экспериментальным данным</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* На все вопросы даны правильные ответы, без недочетов. Выполненное задание в програамном комплексе работоспособно.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* На все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок. Выполненное задание в програамном комплексе работоспособно.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы либо при ответе часто допус-кались ошибки. Выполненное задание в програамном комплексе работоспособно.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно даны ответы менее чем на половину вопросов или выполненное задание в програамном комплексе не работоспособно.

**КМ-3. Контрольная работа №2 "Допустимые режимы турбогенераторов"**

**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 40 минут. Для решения задачи предоставляются справочные данные о турбогенераторах

**Краткое содержание задания:**

Построить ограничения по току старора и току ротора для турбогенератора заданного типа в осях P, Q в именованных единицах

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: допустимые режимы работы силового электрооборудования</p>	<p>1.Что такое PQ-диаграмма генератора</p> <p>Какие ограничения отражаются на PQ-диаграмме</p>
<p>Уметь: оценивать допустимость режимов основного электрооборудования</p>	<p>1.Покажите область допустимых значений на PQ-диаграмме.</p> <p>Постройте ограничение по мощности турбины и</p>

**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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно решено менее 50 % задачи

**КМ-4. Защиты лабораторных работ № 3 - 5**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** На защите ЛР обучающийся отвечает на задаваемые вопросы.

**Краткое содержание задания:**

В соответствии с описанием ЛР

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные аспекты эксплуатации электроустановок</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1) Перечислите основные параметры оборудования ячейки.</li> <li>2) Какую функцию выполняет заземляющий разъединитель?</li> <li>3) Каково назначение шторного механизма?</li> <li>4) Каково назначение оперативных блокировок?</li> <li>5) На какие аппараты воздействует релейная защита?</li> <li>6) Что означает стойкость к внутренней дуге (локализационная способность)?</li> <li>7) Чем обеспечивается локализационная способность данной конструкции шкафа?</li> <li>8) Может - ли заземляющий разъединитель данного КРУ по своим характеристикам быть включенным на короткое замыкание? Почему?</li> <li>9) Какой недостаток есть у рассматриваемой конструкции шкафа?</li> <li>10) Почему нельзя вкатывать включенный выключатель в ячейку?</li> <li>11) Почему нельзя выкатывать включенный выключатель?</li> </ol>
--	--

	<p>12) Почему важно знать время включения выключателя и сохранять его неизменным?</p> <p>13) Почему при первом измерении сопротивление выключателя может оказаться больше, чем при последующем?</p> <p>14) О чем свидетельствует пониженное значение сопротивления изоляции?</p> <p>15) В чем преимущества и недостатки выключателей с пружинным приводом? А выключателей с электромагнитным приводом?</p> <p>16) Для чего нужна система резервирования электроснабжения собственных нужд постоянного тока?</p> <p>17) Какие преимущества дает использование двух зарядных устройств?</p> <p>18) Какой режим работы установки наиболее предпочтителен: включены оба зарядных устройства или же один постоянно включен, другой является резервным?</p> <p>19) Какие меры предусмотрены для предотвращения повышения напряжения у потребителя?</p> <p>20) Какие режимы заряда предусмотрены в зарядных устройствах и в каких случаях они применяются?</p> <p>21) При каких режимах возможен перерыв питания потребителя?</p> <p>22) Какие потребители на станциях и подстанциях подключены к сети постоянного тока?</p> <p>23) Какую роль выполняет аккумуляторная батарея?</p> <p>24) Назначение ЩСН. Основные схемы подключения источников ЩСН.</p> <p>25) Объяснить назначение устройства АВР и логику его работы при разных схемах подключения источников ЩСН.</p> <p>26) Каково назначение и виды блокировок действия АВР?</p> <p>27) Какие виды и типы защитных аппаратов используются в ЩСН.</p> <p>28) Какие типы расцепителей применяются? Каковы их защитные характеристики?</p> <p>29) Какие приводы автоматических выключателей применяются в ЩСН?</p>
<p>Знать: основные методы и средства контроля силового электрооборудования</p>	<p>1.1) О наличии какого напряжения свидетельствует стационарный указатель напряжения?</p> <p>2) О чем свидетельствуют цвета побелости и коррозия на контактах? Что необходимо предпринять при их обнаружении?</p> <p>3) Почему опасно загрязнение изоляции?</p> <p>4) В каких пределах может меняться напряжение на вводе ЗУ при обеспечении нормальной работы потребителя?</p> <p>5) Описать ЩСН УИИЦ.</p>

**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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Правильно даны ответы менее чем на половину вопросов

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

- 1) Электроустановки оперативного постоянного тока. Потребители. График нагрузки
- 2) PQ-диаграмма турбогенератора

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 номинальный ток электродвигателя.

### Процедура проведения

Время подготовки ответа – 60 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, расчета режимов и эксплуатации

### Вопросы, задания

- 1.1. Электроустановки оперативного постоянного тока. Потребители. График нагрузки.
2. Аккумуляторная батарея. Основные характеристики. Процесс разряда.
3. Эксплуатация и диагностика технического состояния АБ.
4. Схемы электроустановок оперативного постоянного тока.
5. АД, схемы замещения, моментная характеристика.
6. Влияние напряжения и частоты на моментную характеристику АД.
7. Характеристики моментов основных механизмов собственных нужд.
8. Обеспечение пуска и самозапуска АД.
9. Трансформаторы. Перегрузочная способность.
10. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
11. Системы защиты масла трансформаторов.
12. Основные испытания трансформатора. Определением коэффициента трансформации.
13. Основные испытания трансформатора. Сопротивление обмоток постоянному току.
14. Основные испытания трансформатора. Ток и потери ХХ.
15. Основные испытания трансформатора. Сопротивление изоляции.
16. Основные испытания трансформатора. Сопротивление короткого замыкания.
17. Основные испытания трансформатора. АРГ.
18. Распределительные устройства. Классификация. Основные методы оперативной диагностики.
19. Высоковольтные выключатели, их классификация, эксплуатационные достоинства и недостатки.
20. Высоковольтные выключатели, основные параметры, ресурсная характеристика.
21. Основные испытания высоковольтных выключателей.
22. Система блокировок разъединителей и заземляющих ножей.

23. Оперативные переключения. Последовательность при включении и отключении электрических цепей. Отключение и включение воздушных и кабельных линий.
24. Перевод присоединений с рабочей II на резервную I систему шин с помощью ШСВ.
25. Переключения при выводе в ремонт выключателей при отсутствии ОВ.
26. Переключения при выводе в ремонт выключателей при наличии ОВ.
27. Применение БД на электростанциях.
28. СУБД, типы, назначение.
29. Аномалии данных.
30. Модели БД, достоинства и недостатки.
31. Реляционная модель данных.
32. Структура программы системы оценки состояния ЭО.
33. Системы отображения информации на электростанциях.
34. Тренажеры для электростанций. Назначение. Требования к ним. Основные возможности.
35. Синхронные генераторы. Основные контролируемые параметры.
36. Контроль теплового состояния турбогенератора. Изменение допустимой мощности генератора в зависимости от параметров среды охлаждения.
37. Пуск и включение в сеть СГ. Методы синхронизации.
38. Ток включения при использовании метода точной синхронизации.
39. Ток включения при использовании метода самосинхронизации.
40. Ограничение по скорости вращения СГ при использовании метода точной синхронизации. Область успешной синхронизации.
41. Нормальные режимы работы СГ. Допустимые перегрузки по току статора и ротора.
42. RQ-диаграмма турбогенератора.
43. Причины и последствия Московской аварии 2005 г.

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

1. Опишите принципы системы охлаждения типа М трансформатора
- Опишите принципы системы охлаждения типа Д трансформатора
- Опишите принципы системы охлаждения типа ДЦ трансформатора
- Опишите принципы конструкции пленочной системы защиты масла трансформатора
- Приведите условия допустимости параллельной работы трансформаторов
- Приведите основные испытания трансформаторов
- Каковы допустимые отклонения частоты и напряжения для асинхронных двигателей
- Каковы допустимые отклонения частоты и напряжения для синхронных генераторов
- Постройте качественно моментную характеристику асинхронного двигателя при номинальном напряжении и при 0,7 номинального
- Постройте качественно диаграмму мощности турбогенератора

### **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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»)

### ***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». В приложение к диплому выносятся оценки за 8 семестр.