

**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: Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Методы моделирования элементов ЭЭС**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чемборисова Н.Ш.
	Идентификатор	Rf29e1753-ChemborisovaNS-b0c0f2

Н.Ш.
Чемборисова
(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы
(должность, ученая степень, ученое
звание)

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

О.Н.
Кузнецов
(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры
(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров
(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 участвовать в научно-исследовательской деятельности в сфере электроэнергетики

ИД-3 Умеет формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электроэнергетических систем и сетей

2. ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор модели трехфазного RL-элемента ВЛ (Контрольная работа)
2. Модели элементов сети в сложной ЭЭС (Контрольная работа)
3. Модель асинхронной машины (Контрольная работа)
4. Модель синхронной машины (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Модели простейшего сетевого элемента ЭЭС					
Модели простейшего сетевого элемента ЭЭС	+				
Преобразование системы уравнений элементов ЭЭС					
Преобразование системы уравнений элементов ЭЭС	+				
Математическая модель синхронной машины и схема замещения					
Математическая модель синхронной машины и схема замещения			+		
Математическая модель асинхронного двигателя					

Математическая модель асинхронного двигателя			+	
Математическое описание ЭЭС для анализа статической устойчивости				
Математическое описание ЭЭС для анализа статической устойчивости				+
Математическое описание ЭЭС для анализа переходных процессов				
Математическое описание ЭЭС для анализа переходных процессов				+
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
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Умеет формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электроэнергетических систем и сетей	Знать: современные математические модели отдельных элементов ЭЭС Уметь: применять методы формирования моделей ЭЭС при проектировании электроэнергетических систем	Выбор модели трехфазного RL-элемента ВЛ (Контрольная работа) Модель асинхронной машины (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	Знать: способы формирования модели сложной энергосистемы для решения различных задач энергетики Уметь: обосновывать конкретные решения по использованию определенных моделей сложной электроэнергетической системы	Модель синхронной машины (Контрольная работа) Модели элементов сети в сложной ЭЭС (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Выбор модели трехфазного RL-элемента ВЛ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаётся задание на выполнение контрольной работы

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: современные математические модели отдельных элементов ЭЭС	1.Объяснить принцип выбора моделей элементов электроэнергетических систем
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на заданные на контрольной вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на заданные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на заданные вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

КМ-2. Модель синхронной машины

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаётся задание на выполнение контрольной работы

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: способы формирования модели сложной энергосистемы	1.Для чего проводится диагонализация матрицы фазных параметров уравнений потокосцепления
--	--

для решения различных задач энергетики	синхронной машины?
--	--------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на заданные на контрольной вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на заданные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на заданные вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

КМ-3. Модель асинхронной машины

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаётся задание на выполнение контрольной работы

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять методы формирования моделей ЭЭС при проектировании электроэнергетических систем	1.Привести уравнения механического движения АД
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на заданные на контрольной вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на заданные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на задан-ные вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

КМ-4. Модели элементов сети в сложной ЭЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаётся задание на выполнение контрольной работы

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы контрольной работы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: обосновывать конкретные решения по использованию определенных моделей сложной электроэнергетической системы	1.Продемонстрировать разницу моделирования элементов в простейшей и сложной ЭЭС
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на заданные на контрольной вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на за-данные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на задан-ные вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

М Э И	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю Зав. кафедры
	Кафедра ЭЭС	
	Дисциплина Методы моделирования элементов ЭЭС	
	ИЭЭ	
1. Общие требования к математическим моделям элементов электроэнергетических систем. 2. Уравнения Парка-Горева 3. Выбрать опорную машину при расчетах переходных процессов.		

Процедура проведения

Экзамен в устной форме в виде подготовки и изложения развернутого ответа на заданный вопрос. Время на подготовку ответа – 60 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Умеет формулировать задачу исследования на основе современных методов и имеющихся средств в области электроэнергетических систем и сетей

Вопросы, задания

1. Принцип выбора моделей элементов электроэнергетических систем
2. Математическая модель трехфазного RL -элемента
3. Математическая модель воздушной линии: фазные уравнения
4. Основные допущения при формировании модели синхронной машины
5. Модели для исследования переходных процессов в сложной регулируемой ЭЭС

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При приведении матрицы параметров к диагональной форме матрица преобразования T должна

Ответы:

- А) иметь обратную матрицу;
- Б) не иметь обратную матрицу;
- В) быть единичной

Верный ответ: а

2. Для выполнения условия инвариантности мощности к преобразованию переменных при расчете переходных режимов требуется, чтобы

Ответы:

- А) $T^{-1} = T^t$,
- Б) $T^{-1} \neq T^t$,
- В) $T^{-1} < T^t$.

Верный ответ: а

3. После трех последовательных преобразований с матрицами соответственно T_1, T_2, T_3 полная матрица преобразования имеет вид произведения

Ответы:

- А) $T_1 T_2 T_3$

Б) ТЗТ2Т1

В) Т2ТЗТ1

Верный ответ: б

4.Верифицировать однолинейную схему сети для расчета установившегося режима можно, используя

Ответы:

А) результаты контрольных замеров в энергосистеме,

Б) результаты расчетов установившихся режимов,

В) результаты расчетов переходных режимов.

Верный ответ: а

5.Дифференциальные уравнения сети при расчете переходных процессов записываются в системе координат

Ответы:

А) DQ0,

Б) фазных ABC,

В) dq одной из синхронных машин, называемой опорной

Верный ответ: в

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-2 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

Вопросы, задания

1.Преобразование статорных величин СМ

2.Математическое описание асинхронного двигателя для исследования статической устойчивости

3.Математическое описание электрической сети для исследования статической устойчивости

4.Общая структура математического описания переходных процессов в ЭЭС

5.Математическое описание регулятора возбуждения синхронной машины для исследования статической устойчивости.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Математическая модель трехфазных элементов сети, состоящих индуктивностей и активных сопротивлений, представляется в виде:

$$\begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L & M & M \\ M & L & M \\ M & M & L \end{bmatrix} \times \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & r & 0 \\ 0 & 0 & r \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}$$

Ответы:

А) в любых расчетных схемах и режимах;

Б) в симметричных расчетных схемах и режимах;

В) при расчете несимметричных режимов.

Верный ответ: б

2.Матрица собственных векторов

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & c_3 \\ d_1 & d_2 & c_3 \\ -(c_1 + d_1) & -(c_2 + d_2) & c_3 \end{bmatrix}.$$

при

$$c_3 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot e^{j\varphi}$$

имеет вид

$$\mathbf{T} = \hat{\mathbf{V}}_t = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

при

Ответы:

$$\text{А) } \varphi = 120^\circ,$$

$$\text{Б) } \varphi = 90^\circ,$$

$$\text{В) } \varphi = 0^\circ.$$

Верный ответ: в

3. Для выполнения условия инвариантности мощности к преобразованию переменных при расчете установившихся режимов требуется, чтобы

Ответы:

А) матрица преобразования \mathbf{T} была унитарной,

Б) матрица \mathbf{T}^{-1} была унитарной,

В) матрицы преобразования \mathbf{T} и \mathbf{T}^{-1} были унитарными.

Верный ответ: в

4. Представление диагональных блоков матрицы фазных параметров $\mathbf{\Pi}$ в виде

$$\mathbf{\Pi}_c = \begin{bmatrix} L_\Phi - M_\Phi & 0 & 0 \\ 0 & L_\Phi - M_\Phi & 0 \\ 0 & 0 & L_\Phi + 2M_\Phi \end{bmatrix}, \quad \mathbf{\Pi}_p = \begin{bmatrix} L_{\Phi p} - M_{\Phi p} & 0 & 0 \\ 0 & L_{\Phi p} - M_{\Phi p} & 0 \\ 0 & 0 & L_{\Phi p} + 2M_{\Phi p} \end{bmatrix}$$

справедливо для

Ответы:

А) синхронного генератора,

Б) асинхронного двигателя,

В) линии электропередачи.

Верный ответ: б

5.Формула

$$b_{ij} = - \frac{x_{ij} \omega_0 / \omega_{\text{НОМ}}}{r_{ij}^2 + (x_{ij} \omega_0 / \omega_{\text{НОМ}})^2}$$

справедлива для

Ответы:

А) активно-индуктивной ветви при расчете установившегося режима,

Б) активно-индуктивной ветви при расчете переходного режима,

В) активно-емкостной ветви при расчете установившегося режима

Верный ответ: а

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за освоение дисциплины, определяется с учетом оценки на экзамене, и соотношения весовых коэффициентов различных видов текущего контроля. Оценка рассчитывается из условия: $0,5(\text{среднеарифметическая оценка за контрольные работы} + \text{за работу на практических занятиях}) + 0,5(\text{оценка на экзамене})$