

**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
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чемборисова Н.Ш.
	Идентификатор	Rd29e1753-ChemborisovaNS-b0c0f2

Н.Ш.
Чемборисова

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	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

Ю.В. Шаров

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

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Выбор модели трехфазного RL-элемента ВЛ (Контрольная работа)

КМ-2 Модель синхронной машины (Контрольная работа)

КМ-3 Модель асинхронной машины (Контрольная работа)

КМ-4 Модели элементов сети в сложной ЭЭС (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

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

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	КМ-1 Выбор модели трехфазного RL-элемента ВЛ (Контрольная работа) КМ-3 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	КМ-2 Модель синхронной машины (Контрольная работа) КМ-4 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные математические модели отдельных элементов ЭЭС	1.Объяснить принцип выбора моделей элементов электроэнергетических систем

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на заданные вопросы; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела программы

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: способы формирования модели сложной энергосистемы для решения различных задач энергетики	1. Для чего проводится диагонализация матрицы фазных параметров уравнений потокосцепления синхронной машины?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на заданные вопросы; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела программы

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы формирования моделей ЭЭС при проектировании электроэнергетических систем	1. Привести уравнения механического движения АД

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на заданные вопросы; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела программы

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на заданные вопросы; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела программы

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

М Э П	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	Утверждаю Зав. кафедрой
	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-ЗПК-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-ЗПК-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 $\mathbf{T}^{\wedge}(-1)$ была унитарной,

В) матрицы преобразования $\mathbf{T}$ и $\mathbf{T}^{\wedge}(-1)$ 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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

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: $0,5$ (среднеарифметическая оценка за контрольные работы+за работу на практических занятиях) + $0,5$ (оценка на экзамене).