

**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
Алгоритмы расчётов режимов систем электроснабжения**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шульженко С.В.
	Идентификатор	Rdc34181f-ShulzhenkoSV-c0af1cc4

(подпись)

С.В.
Шульженко
(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

(подпись)

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-0bb905b1

(подпись)

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-1 Знает современные методы и средства исследования и управления режимами 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. Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа)

2. Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа)

3. Методы, которые применяются при решении задачи оценивания состояния ЭЭС (Контрольная работа)

4. Накопители электроэнергии: математические модели, области применения, ограничения, которые накладываются на их использование (Контрольная работа)

5. Оптимальная расстановка батарей статических конденсаторов (БСК) в различных вариантах распределительной электрической сети (Контрольная работа)

6. Характеристики турбогенератора (Контрольная работа)

7. Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7
	Срок КМ:	2	4	6	8	10	12	14
Автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ).								
Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции.	+							

Информация в АСУ.							
Классификация информации в АСУ. Измерение информации.	+						
Оптимизация установившихся режимов ЭЭС.							
Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования.		+	+				
Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками.							
Оптимальное распределение активной и реактивной нагрузки между источниками.			+				
Оценивание состояния ЭЭС.							
Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Применяемые методы.				+	+		
Экономически целесообразная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях							
Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.						+	
Применение накопителей электроэнергии в электрических сетях							
Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии.							+
Вес КМ:	10	10	16	16	16	16	16

\$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 Знает современные методы и средства исследования и управления режимами электроэнергетических систем и сетей	Уметь: Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий. Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов. Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании	Кодирование информации в АСУ (Контрольная работа) Характеристики турбогенератора (Контрольная работа) Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа) Методы, которые применяются при решении задачи оценивания состояния ЭЭС (Контрольная работа) Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС (Контрольная работа) Накопители электроэнергии: математические модели, области применения, ограничения, которые накладываются на их использование (Контрольная работа)

		<p>состояния СЭС. Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС. Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС.</p>	
ПК-2	ИД-3ПК-2 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	<p>Знать: Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики. Уметь: Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.</p>	<p>Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации (Контрольная работа) Оптимальная расстановка батарей статических конденсаторов (БСК) в различных вариантах распределительной электрической сети (Контрольная работа)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Кодирование информации в АСУ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ на заданный вопрос.

Краткое содержание задания:

Кодирование информации в АСУ.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и средства автоматизированных систем управления режимами СЭС.	1.Привести примеры на применение кода Шеннона. 2.Привести примеры на применение кода Хэмминга.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ на вопрос.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос содержит небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ на вопрос, но суть вопроса понятна.

КМ-2. Характеристики турбогенератора

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Характеристики турбогенератора.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Планировать и ставить задачи для установления оптимальных режимов СЭС.	1.Представить все характеристики турбогенератора в виде единого графика с указанием точки <i>Ропт</i> . 2.Записать условия для определения точки <i>Ропт</i> .
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ на вопрос.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Имеются небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Имеются ошибки в выполнении графиков характеристик, но точка Ропт определена правильно.

КМ-3. Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ представляется в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Целевые функции, критерии оптимальности, ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: Современные методы расчетов установившихся режимов ЭЭС, методы поиска оптимальных решений в задачах электроэнергетики.</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Целевые функции, которые применяются при комплексной оптимизации режима ЭЭС.2.Целевые функции, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной мощности.3.Целевые функции, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по реактивной мощности.4.Какие критерии оптимальности Вы знаете?5.Привести допущения, при выполнении которых критерии оптимальности действуют.6.Ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по активной, реактивной мощностям и в комплексной оптимизации.7.Ограничения, которые применяются при оптимизации режима ЭЭС по реактивной мощности.8.Ограничения, которые применяются при комплексной оптимизации режима ЭЭС.
<p>Уметь: Использовать в практической деятельности новые знания и умения, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Написать сначала целевые функции, критерии оптимальности и ограничения для P, затем для Q, а потом для комплексной оптимизации.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит небольшие ошибки или неточности.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ, но во общем суть ответа понятна.

КМ-4. Методы, которые применяются при решении задачи оценивания состояния ЭЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Методы, которые применяются при решении задачи оценивания состояния ЭЭС.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.	1. Написать все методы, основой которых служит метод наименьших квадратов. Основные формулы. 2. Написать все методы нелинейного программирования, которые применяются для линейаризации целевой функции. Основные формулы.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит небольшие ошибки или все методы не разделены на 3 группы.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ, но суть вопроса понятна.

КМ-5. Два принципа линейаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ представляется в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Два принципа линеаризации, которые применяются в оценивании состояния ЭЭС.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска наилучших решений при оптимизации режимов и оценивании состояния СЭС.	1. Представить эти два принципа линеаризации в математическом виде.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ, но суть вопроса понятна.

КМ-6. Оптимальная расстановка батарей статических конденсаторов (БСК) в различных вариантах распределительной электрической сети

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ представляется в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Оптимальная расстановка батарей статических конденсаторов (БСК) в различных вариантах распределительной электрической сети.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Осуществлять поиск оптимального расположения компенсирующих устройств в распределительной электрической сети.	1. Представить вариант расстановки БСК в магистральной распределительной сети в математическом виде. 2. Представить вариант расстановки БСК в радиальной распределительной сети в математическом виде. 3. Представить вариант расстановки БСК в радиальной-магистральной распределительной сети в математическом виде.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75
Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит небольшие ошибки или описки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ на вопрос, но суть вопроса понятна.

КМ-7. Накопители электроэнергии: математические модели, области применения, ограничения, которые накладываются на их использование

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 16

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответ представляется в письменной форме.

Краткое содержание задания:

Накопители электроэнергии: математические модели, области применения, ограничения, которые накладываются на их использование.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Использовать технические средства для определения основных параметров электроэнергетических объектов и систем и происходящих в них процессов.	1. Представить описание индуктивного накопителя электроэнергии в математическом виде. 2. Представить описание батарейного накопителя электроэнергии в математическом виде. 3. Представить описание конденсаторного накопителя электроэнергии в математическом виде. 4. Написать, какие ограничения установлены для углов управления и зажигания.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
Описание характеристики выполнения знания: Полный ответ.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75
Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит небольшие ошибки или описки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60
Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ, но суть вопроса понятна.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Что такое АСДУ энергосистем? Основные составляющие АСДУ.
2. Метод Ньютона для оценивания состояния ЭЭС с блочной диагонализацией.

Процедура проведения

Зачет проводится в письменной форме, по билету, ответы на который защищаются при собеседовании с преподавателем. Время подготовки ответа на вопрос 45 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Знает современные методы и средства исследования и управления режимами электроэнергетических систем и сетей

Вопросы, задания

- 1.Преимущества в создании ЕЭС России.
- 2.Задачи (функции) управления ЭЭС.
- 3.Понятие информации в АСУ. Измерение информации.
- 4.Кодирование сообщений. Код Шеннона.
- 5.Повышение помехоустойчивости передаваемой информации. Коды Хэмминга.
- 6.Каналы связи.
- 7.Передача дискретной информации. Модуляция сигнала.
- 8.Понятие оптимизации режимов ЭЭС. Характеристики агрегатов и электростанций.
- 9.Расходные характеристики, характеристики удельного и относительного прироста расхода топлива ТЭС. Определение Ропт.
- 10.Графический способ оптимального распределения нагрузки между агрегатами ТЭС.
- 11.Оптимальное распределение активных мощностей в ЭЭС, содержащих ТЭС. Ограничения.
- 12.Комплексная оптимизация режима ЭЭС по P и Q.
- 13.Допущения, с помощью которых комплексная оптимизация приводится к отдельной оптимизации.
- 14.Целевые функции, ограничения и критерии окончания итерационного процесса в методах расчета установившегося режима и оптимизации режима ЭЭС.
- 15.Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности при оценивании состояния ЭЭС.
- 16.Методы построения целевой функции для оценивания состояния ЭЭС.
- 17.Алгоритм метода обобщенной нормальной оценки.
- 18.Понятие наблюдаемости ЭЭС. Определение наблюдаемости ЭЭС по данным измерений.
- 19.Метод сопряженных градиентов для оценивания состояния ЭЭС.
- 20.Метод Ньютона для оценивания состояния ЭЭС.
- 21.Метод Ньютона для оценивания состояния ЭЭС с блочной диагонализацией.
- 22.Два принципа линеаризации в оценивании состояния ЭЭС.
- 23.Метод максимального правдоподобия в оценивании состояния ЭЭС.

- 24.Динамическое оценивание состояния ЭЭС.
- 25.Погрешности задания исходных данных по ЛЭП и трансформаторам.
- 26.Накопители энергии. Типы. Сопоставление.
- 27.Математическая модель и схема замещения индуктивного накопителя электроэнергии.
- 28.Математическая модель и схема замещения батарейного накопителя электроэнергии.
- 29.Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе ЭЭС.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Зависят ли погрешности задания исходных данных по ЛЭП и трансформаторам от температуры воздуха, который окружает это оборудование?

Ответы:

1. 1. Да
2. 2. Нет

Верный ответ: 1

2.Почему не используется 2-й принцип линеаризации нелинейных уравнений в оценивании состояния ЭЭС?

Ответы:

1. 1. Трудно представить в виде полинома 1-й степени зависимость параметров режима от модуля и фазы напряжения.
2. 2. При наличии ошибок в измерениях параметров режима ЭЭС дает неточное решение.
3. 3. Сложнее в реализации.

Верный ответ: 2

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

Вопросы, задания

- 1.Распределение нагрузки между ТЭС без учета потерь активной мощности.
- 2.Расчет потерь активной мощности в сетях.
- 3.Удельные приросты потерь активной мощности в сетях.
- 4.Алгоритм оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС с учетом потерь активной мощности в сетях.
- 5.Алгоритм оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС и ГЭС.
- 6.Алгоритм оптимизации режима ЭЭС по методу последовательного нагружения ТЭС.
- 7.Оптимизация режима ЭЭС по реактивной мощности. Допущения, ограничения.
- 8.Источники реактивной мощности, их характеристики.
- 9.Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях.
- 10.Выбор мощности компенсирующих устройств в магистральных распределительных сетях.
- 11.Выбор мощности компенсирующих устройств в радиальных распределительных сетях.
- 12.Выбор мощности компенсирующих устройств в радиально-магистральных распределительных сетях.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Что является общим при выборе компенсирующих устройств в распределительных сетях?

Ответы:

1. Напряжение на шинах НН подстанций.
2. Баланс реактивной мощности в сети.
3. Понятие оптимальности при выборе компенсирующих устройств.
4. Вывод формул.

Верный ответ: 2,3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос выполнен полностью.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос содержит небольшие ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответ на вопрос содержит значительные ошибки, но в общем суть вопроса изложена правильно.

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 зачетной составляющих.